

**СОГЛАСОВАНО**

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



**М. С. Казаков**

**12 2022 г.**

**Государственная система обеспечения единства измерений  
Устройства измерительные многофункциональные ESM**

**Методика поверки**

**ESM.422160.002 МП**

г. Москва

2022 г.

## Содержание

1 Общие положения .....	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки .....	5
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	6
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	8
7 Внешний осмотр средства измерений .....	8
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	8
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	9
10 Определение метрологических характеристик средства измерений .....	10
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	17
12 Оформление результатов поверки.....	18

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства измерительные многофункциональные ESM (далее – устройства ESM), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Инженерный центр «Энергосервис» (ООО «Инженерный центр «Энергосервис»)), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость устройства ESM к ГЭТ 153-2019 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2021 г. № 1436, ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 года № 2360.

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

1.4 Допускается проведение первичной поверки устройств ESM при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию на основании выборки по ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007. Проведение выборочной первичной поверки устройств ESM проводится по одноступенчатому выборочному плану для общего контрольного уровня I при приемлемом уровне качества AQL, равном 0,1 %, по ГОСТ Р ИСО 2859-1-2007. В зависимости от объема партии количество предоставляемых на поверку устройств ESM выбирается согласно таблице 1.

Таблица 1 – Количество предоставляемых устройств ESM

Объем партии, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное число Ac	Браковочное число Re
от 2 до 8 включ.	2	0	1
от 9 до 15 включ.	2		
от 16 до 25 включ.	3		
от 26 до 50 включ.	5		
от 51 до 90 включ.	5		
от 91 до 150 включ.	8		
от 151 до 280 включ.	13		
от 281 до 500 включ.	20		
от 501 до 1200 включ.	32		
от 1201 до 3200 включ.	50		

1.5 Поверка устройства ESM должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.6 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – метод непосредственного сличения, косвенный метод измерений/метод сличения с помощью компаратора.

1.7 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в разделе 11.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Нет	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение метрологических характеристик модификации ESM-HV	Да	Да	10.1
Определение погрешностей измерений напряжения, силы тока, углов фазовых сдвигов	Да	Да	10.1.1
Определение погрешности измерений частоты переменного тока	Да	Да	10.1.2.1 или 10.1.2.2
Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности	Да	Да	10.1.3.1 или 10.1.3.2
Определение метрологических характеристик модификации ESM-SV	Да	Да	10.2
Определение погрешностей измерений напряжения, силы тока, углов фазовых сдвигов	Да	Да	10.2.1 или 10.2.4.1
Определение погрешности измерений частоты переменного тока	Да	Да	10.2.2.1 или 10.2.2.2 или 10.2.4.2.1 или 10.2.4.2.2
Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности	Да	Да	10.2.3.1 или 10.2.3.2 или 10.2.4.3
Определение метрологических характеристик модификации ESM-ET	Да	Да	10.3
Определение погрешностей измерений напряжения, силы тока, углов фазовых сдвигов	Да	Да	10.3.1.1
Определение погрешности измерений частоты переменного тока	Да	Да	10.3.1.2.1 или 10.3.1.2.2

Наименование операции	Необходимость выполнения при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности	Да	Да	10.3.1.3.1 или 10.3.1.3.2
Определение метрологических характеристик модификации ESM-ET при помощи генератора и делителя ПФМ	Да	Да	10.3.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс  $(20 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

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

4.3 Поверка должна проводиться поверителем, прошедшим инструктаж по технике безопасности и имеющим удостоверение, подтверждающее право работы на установках до 1000 В, с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<b>Основные средства поверки для модификации ESM-HV</b>		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 1436 (диапазон измерений электрической мощности от 0,001 до 4600 Вт (вар); диапазон измерений напряжения основных гармоник от 5,7 до 460 В; диапазон измерений силы тока основных гармоник от 0,01 до 10 А; диапазон измерений угла сдвига фаз от -180 до +180 °) Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно Приказу № 2360 (диапазон измерений частоты переменного тока от 42,5 до 57,5 Гц)	Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ», рег. № 52854-13 Установка многофункциональная измерительная СМС 256 plus, рег. № 26170-09
<b>Основные средства поверки для модификации ESM-SV</b>		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 1436 (диапазон измерений электрической мощности от 0,001 до 1154 Вт (вар) ; диапазон измерений напряжения основных гармоник от 5,7 до 115,4 В; диапазон измерений силы тока основных гармоник от 0,01 до 10 А; диапазон измерений угла сдвига фаз от -180 до +180 °) Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно Приказу № 2360 (диапазон измерений частоты переменного тока от 42,5 до 57,5 Гц)	Прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-61850», рег. № 73445-18 Калибратор цифровых сигналов «МарсГен-61850», рег. № 76741-19
<b>Основные средства поверки для модификации ESM-ET</b>		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 1436 (диапазон измерений электрической мощности от 0,001 до 225 Вт (вар); диапазон измерений напряжения основных гармоник от 0,015 до 15 В; диапазон измерений силы тока основных гармоник от 0,0015 до 15 А; диапазон измерений угла сдвига фаз от -180 до +180 °) Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно Приказу № 2360 (диапазон измерений частоты переменного тока от 42,5 до 57,5 Гц)	Прибор электроизмерительный многофункциональный Энергомонитор-3.1КМ-Э, рег. № 86936-22 Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ», рег. № 52854-13

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазоны воспроизведений: напряжение переменного тока от 0,015 до 460 В (пределы относительной погрешности $\pm 10\%$ ); сила переменного тока от 0,0015 до 15 А (пределы относительной погрешности $\pm 30\%$ от 0,0015 до 0,1 А; $\pm 5\%$ от 0,1 до 15 А); частота переменного тока от 42,5 до 57,5 Гц (пределы относительной погрешности $\pm 5\%$ ); угол сдвига фаз от $-180$ до $+180^\circ$ (пределы абсолютной погрешности $\pm 3^\circ$ )	Генератор сигналов произвольной формы трехфазный «Энергоформа 3.1» с усилителями сигнала Установка многофункциональная измерительная СМС 256 plus, рег. № 26170-09
	Диапазон измерений напряжения переменного тока от 2,8 до 480,0 В (пределы относительной погрешности $\pm 0,0002\%$ )	Мультиметр цифровой 3458А, рег. № 25900-03 <sup>1)</sup>
	Счетчик импульсов	Преобразователь тока и напряжения в частоту (далее – ПТНЧ) ПТНЧ (ПТНЧ-М, ПТНЧ-МЛ)
	-	Преобразователь фиктивной мощности ПФМ <sup>1)</sup>
	-	Стенд для подключения устройств ESM ЭНСП-02
р.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от 12 до 220 В (пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 5\%$ )	Источник напряжения постоянного тока
р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений	Диапазон измерений температуры окружающей среды от $+15^\circ\text{C}$ до $+25^\circ\text{C}$ (пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1^\circ\text{C}$ ); диапазон измерений относительной влажности от 30 до 80 % (пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 3\%$ )	Прибор комбинированный ТКА-ПКМ, исп. ТКА-ПКМ (43), рег. № 24248-09
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	-	Персональный компьютер IBM PC; наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows с установленным программным обеспечением «ES Конфигуратор», «ESMTest», «MeterTest»
<sup>1)</sup> Применяется только при поверке модификации ESM-ET для проверки преобразователя фиктивной мощности ПФМ.		

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений в соответствии с таблицей 3.

Для автоматизации процесса проверки метрологических характеристик устройств ESM применяются:

- программное обеспечение (далее – ПО) «MeterTest» или аналогичное, предназначенное для установки испытательных сигналов на генераторах сигналов, считывания и отображения результатов измерений с эталонного и поверяемого устройства ESM, формирования протокола поверки в соответствии с формой в Приложении Б;
- стенды ЭНСП-02, предназначенные для одновременного подключения нескольких устройств ESM к эталонному оборудованию.

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

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые устройства ESM и применяемые средства поверки.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Устройство ESM допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид устройства ESM соответствует описанию типа;
- лицевая панель устройств ESM чистая и имеет четкую маркировку;
- отсутствуют механические повреждения корпуса, крышки, присоединительных контактов;
- входные зажимы имеют все винты, резьба и шлицы винтов исправны.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и устройство ESM допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, устройство ESM к дальнейшей поверке не допускается.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

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

### **8.2 Опробование устройства ESM**

Опробование проводить в следующей последовательности:

- на устройство ESM подать питание. Должны засветиться светодиодные индикаторы, расположенные на лицевой панели;
- подключить устройство ESM к персональному компьютеру (далее – ПК) в



соответствии с руководством по эксплуатации;

– произвести проверку обмена данными с ПК при помощи ПО, поставляемого в комплекте с поверяемым устройством ESM. Например, подключиться к устройству ESM при помощи ПО «ESMTest» или идентифицировать устройство ESM и прочитать настройки при помощи ПО «ES Конфигуратор».

Устройство ESM допускается к дальнейшей проверке, если при опробовании осуществляется обмен данными между устройством ESM и ПК.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку проводить при помощи ПО «ES Конфигуратор» в следующей последовательности:

- на устройство ESM подать питание;
- подключить устройство ESM к ПК в соответствии с руководством по эксплуатации;
- запустить на ПК ПО «ES Конфигуратор» (ПО можно скачать с сайта производителя <https://enip2.ru/support/software/>);
- для соединения с устройством ESM в появившемся окне ввести пароль в соответствии с руководством по эксплуатации (по умолчанию пароль для уровня «Администратор» – “222222”) и нажать кнопку «Идентифицировать» (рисунок 1);

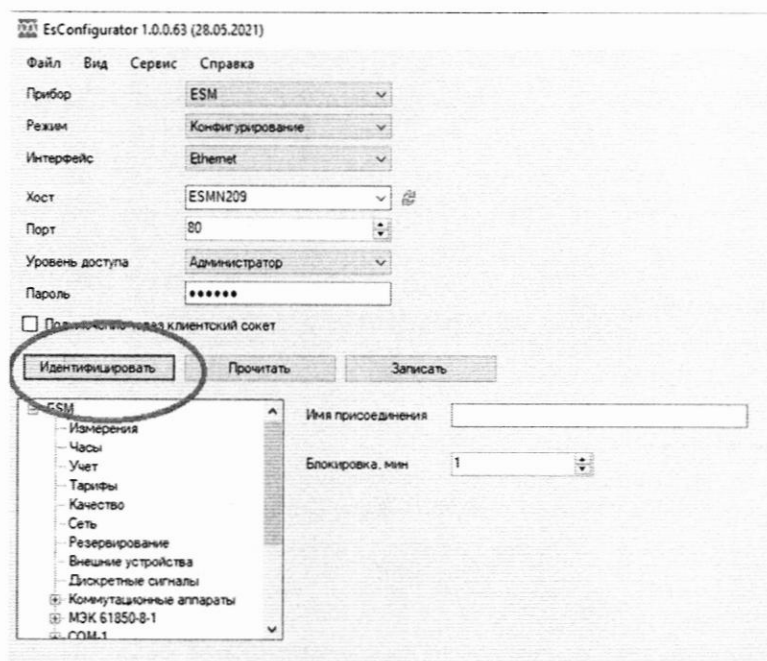


Рисунок 1 – ПО «ES Конфигуратор»

- в появившемся окне считать отображаемый номер версии ПО (рисунок 2) и сравнить его с номером версии ПО, указанным в описании типа;

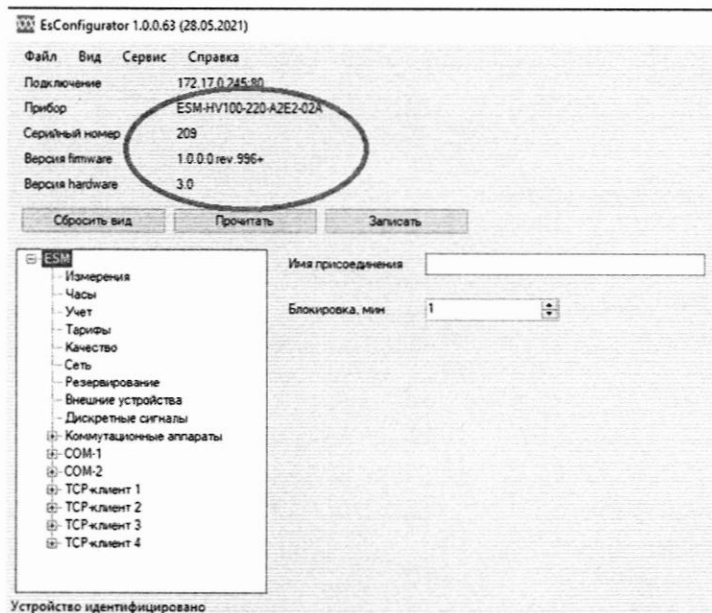


Рисунок 2 – Пример версии ПО СИ в «ES Конфигуратор»

Устройство ESM допускается к дальнейшей поверке, если отображаемый в окне ПО «ES Конфигуратор» номер версии ПО соответствует требованиям, указанным в описании типа.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 10.1 Определение метрологических характеристик для модификации ESM-HV

10.1.1 Определение погрешностей измерений напряжения, силы тока, углов фазовых сдвигов модификации ESM-HV проводить при помощи прибора электроизмерительного эталонного многофункционального «Энергомонитор-3.1KM» (далее – Эталон) и генератора сигналов произвольной формы трехфазного «Энергоформа 3.1» (далее – Генератор) в следующей последовательности:

- 1) собрать схему, представленную на рисунке А.1, без подключения импульсного выхода устройства ESM;
- 2) подготовить к работе и включить приборы согласно руководствам по эксплуатации;
- 3) произвести подключение устройства ESM к ПК при помощи ПО, входящего в комплект;
- 4) при помощи генератора подать на измерительные входы устройства ESM испытательный сигнал 1 с характеристиками, приведенными в таблице 4 (при частоте переменного тока 50 Гц);

Таблица 4 – Проверка погрешности устройства ESM

№ п/п	Испытательный сигнал					
	U, В	I, А	$\varphi_U, ^\circ$	$\varphi_{UI}, ^\circ$	$\cos(\varphi_{UI})$	$\sin(\varphi_{UI})$
1	$U_{\text{НОМ}}$	$I_{\text{НОМ}}$	120	0	1	0
2	$U_{\text{МАКС}}$	$I_{\text{МАКС}}$	120	60	0,5	0,87
3	$1,15 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	120	-60	0,5	-0,87
4	$0,9 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	120	120	-0,5	0,87
5	$0,7 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	120	-120	-0,5	-0,87
6	$0,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$	120	-180	-1	0
7	$0,25 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$0,7 \cdot I_{\text{НОМ}}$	120	30	0,87	0,5
8	$0,1 \cdot U_{\text{НОМ}}$	$0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	120	-30	0,87	-0,5

5) при помощи устройства ESM и Эталона, измерить испытательный сигнал, воспроизведенный Генератором;

6) рассчитать значения погрешностей измерений напряжения, силы тока, углов фазовых сдвигов для каждой фазы по формулам (1) или (2), приведенным в разделе 11, в зависимости от способа нормирования;

7) повторить п.п. 4)-6) для всех испытательных сигналов, представленных в таблице 4;

8) результаты занести в протокол поверки, представленный в Приложении Б (п.п. 4.4.1 – 4.4.4).

#### 10.1.2.1 Определение погрешности измерений частоты переменного тока

Определение погрешности измерений частоты переменного тока проводить в следующей последовательности:

1) собрать схему, представленную на рисунке А.1, без подключения импульсного выхода устройства ESM;

2) подготовить к работе и включить приборы согласно руководствам по эксплуатации;

3) произвести подключение устройства ESM к ПК при помощи ПО, входящего в комплект;

4) при помощи Генератора воспроизвести испытательный сигнал частоты переменного тока 42,5 Гц со значением напряжения переменного тока, равным  $0,1 \cdot U_{ном}$ ;

5) при помощи Эталона и устройства ESM измерить испытательный сигнал, воспроизведенный Генератором;

6) рассчитать абсолютную погрешность измерений частоты переменного тока для каждой фазы по формуле (1), приведенной в разделе 11;

7) повторить поочередно п.п. 4)-6) при значениях частоты переменного тока 50 и 57,5 Гц.

8) повторить поочередно п.п. 2)-7) при значениях напряжения переменного тока  $U_{ном}$  и  $U_{макс}$ ;

9) результаты занести в протокол поверки, представленный в Приложении Б (п. 4.4.5).

10.1.2.2 Для определения допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока модификации ESM-HV с поддержкой синхронизированных векторных измерений в качестве эталонного оборудования применяется установка многофункциональная измерительная СМС256plus. Схема подключения аналогична схеме на рисунке А.1. Проверка проводится аналогично п.п. 4)-9) п.10.1.2.1.

10.1.3.1 Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности с использованием счетчика импульсов ПТНЧ

Определение относительной погрешности измерений активной (реактивной) электрической мощности и энергии, полной электрической мощности проводить одновременно при значениях входного сигнала, указанных в таблице 5 (таблице 6) в следующей последовательности:

1) собрать схему, представленную на рисунке А.1;

2) подключить считывающее устройство ПТНЧ к импульсному выходу устройства ESM и Эталону;

3) установить значения постоянной счетчика на Эталоне и устройстве ESM. Время подачи испытательного сигнала не менее 4 секунд. При этом рекомендуется устанавливать значение постоянной счетчика таким, чтобы количество импульсов от поверяемого устройства было не менее 5 для каждого из генерируемых сигналов;

4) установить на выходе генератора испытательный сигнал № 1 в соответствии с таблицей 5 (таблицей 6);

5) при помощи устройства ESM и Эталона, считать полученные значения активной (реактивной) электрической мощности и энергии, полной электрической мощности;

б) рассчитать значения погрешностей измерений суммарной и пофазной активной электрической мощности  $\delta P$ , суммарной и пофазной реактивной электрической мощности  $\delta Q$ , суммарной полной электрической мощности  $\delta S$ , активной электрической энергии  $\delta W_P$ , реактивной электрической энергии  $\delta W_Q$  по формулам (1) или (2), приведенным в разделе 11, в зависимости от способа нормирования;

7) повторить п.п. 4)-6) для всех испытательных сигналов, представленных в таблице 5 (таблице 6);

Примечание – Проверку проводить в прямом или обратном направлении (для активной и реактивной электрической энергии) при симметричной нагрузке.

8) результаты занести в протокол поверки, представленный в Приложении Б (п.п. 4.4.6 – 4.4.9).

10.1.3.2 Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности без использования счетчика импульсов ПТНЧ

Определение относительной погрешности измерений активной (реактивной) электрической мощности и энергии, полной электрической мощности проводить одновременно при значениях входного сигнала, указанных в таблице 5 (таблице 6) в следующей последовательности:

1) собрать схему, представленную на рисунке А.1, без подключения ПТНЧ;

2) установить значения подаваемых импульсов на устройстве ESM. При этом рекомендуется устанавливать значение постоянной счетчика таким, чтобы количество импульсов от поверяемого устройства было не менее 5 для каждого из генерируемых сигналов, а время, затраченное на импульсы, не должно быть менее 4 с;

3) установить на выходе генератора испытательный сигнал № 1 в соответствии с таблицей 5 (таблицей 6);

4) считать значение мощности с Эталона в заданной точке;

5) вычислить расчетное время Эталона, требуемого для генерации заданного количества энергии;

6) по окончании генерации с устройства ESM считать фактическое время, затраченное на подачу импульсов;

7) рассчитать значения погрешностей измерений активной электрической энергии  $\delta W_P$  и реактивной электрической энергии  $\delta W_Q$ , используя расчетное и фактическое время из п.п. 5)-6);

8) рассчитать значения погрешностей измерений суммарной и пофазной активной электрической мощности  $\delta P$ , суммарной и пофазной реактивной электрической мощности  $\delta Q$ , суммарной полной электрической мощности  $\delta S$  по формулам (1) или (2), приведенным в разделе 11, в зависимости от способа нормирования;

9) повторить п.п. 3)-8) для всех испытательных сигналов, представленных в таблице 5 (таблице 6);

Примечание – Проверку проводить в прямом или обратном направлении (для активной и реактивной электрической энергии) при симметричной нагрузке.

10) результаты занести в протокол поверки, представленный в Приложении Б (п.п. 4.4.6 – 4.4.9).

Таблица 5 – Определение погрешности измерения активной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности для устройств ESM

№ п/п	U, В	I, А	$\varphi_U, ^\circ$	$\varphi_{UI}, ^\circ$	$\cos(\varphi_{UI})$
1	$U_{\text{макс}}$	$0,01 \cdot I_{\text{ном}}$	120	0	1,00
2				30	0,87
3				180	-1,00
4				-150	-0,87
5	$U_{\text{ном}}$	$0,05 \cdot I_{\text{ном}}$	120	0	1,00
6				30	0,87

№ п/п	U, В	I, А	$\varphi_U, ^\circ$	$\varphi_{UI}, ^\circ$	$\cos(\varphi_{UI})$
7	$U_{\text{ном}}$	$0,05 \cdot I_{\text{ном}}$	120	120	-0,50
8				180	-1,00
9				-150	-0,87
10				-60	0,50
11	$0,5 \cdot U_{\text{ном}}$	$I_{\text{ном}}$	120	0	1,00
12				30	0,87
13				120	-0,50
14				180	-1,00
15				-150	-0,87
16				-60	0,50
17	$0,2 \cdot U_{\text{ном}}$	$I_{\text{макс}}$	120	0	1,00
18				30	0,87
19				120	-0,50
20				180	-1,00
21				-150	-0,87
22				-60	0,50

Таблица 6 – Определение погрешности измерения реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности для устройств ESM

№ п/п	U, В	I, А	$\varphi_U, ^\circ$	$\varphi_{UI}, ^\circ$	$\sin(\varphi_{UI})$
1	$U_{\text{макс}}$	$0,02 \cdot I_{\text{ном}}$	120	90	1,00
2				120	0,87
3				-90	-1,00
4				-60	-0,87
5	$U_{\text{ном}}$	$0,05 \cdot I_{\text{ном}}$	120	30	0,50
6				90	1,00
7				120	0,87
8				-150	-0,50
9				-90	-1,00
10				-60	-0,87
11	$0,5 \cdot U_{\text{ном}}$	$I_{\text{ном}}$	120	30	0,50
12				90	1,00
13				120	0,87
14				-150	-0,50
15				-90	-1,00
16				-60	-0,87
17	$0,2 \cdot U_{\text{ном}}$	$I_{\text{макс}}$	120	30	0,50
18				90	1,00
19				120	0,87
20				-150	-0,50
21				-90	-1,00
22				-60	-0,87

Примечание – Определение полной электрической мощности проводить в точках со значением  $\sin(\varphi_{UI})$ , равным 1,00 и -1,00 (испытательные сигналы №№ 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21).

## 10.2 Определение метрологических характеристик для модификации ESM-SV

10.2.1 Определение погрешностей измерений напряжения, силы тока, углов фазовых сдвигов модификации ESM-SV проводить аналогично п. 10.1.1, используя установку многофункциональную измерительную СМС 256 Plus в качестве Генератора, а прибор элек-

троизмерительный многофункциональный Энергомонитор-61850 в качестве Эталона. Схема подключения представлена на рисунке А.2.

В качестве номинальных значений использовать 1 А и 57,7 (100) В соответственно. В качестве максимальных значений использовать 10 А и 115,4 (200) В соответственно.

10.2.2.1 Определение погрешности измерений частоты переменного тока проводить аналогично п. 10.1.2.1. Схема подключения представлена на рисунке А.2.

10.2.2.2 Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока модификации ESM-SV с поддержкой синхронизированных векторных измерений проводится аналогично п.п. 4)-9) п.10.1.2.1. Схема аналогична схеме на рисунке А.2.

10.2.3.1 Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности с использованием счетчика импульсов ПТНЧ

Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности проводить аналогично п. 10.1.3.1. Схема подключения представлена на рисунке А.2.

10.2.3.2 Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности без использования счетчика импульсов ПТНЧ

Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности без использования счетчика импульсов ПТНЧ проводить аналогично п. 10.1.3.2. Схема подключения представлена на рисунке А.2.

10.2.4 Определение метрологических характеристик для модификации ESM-SV с использованием калибратора цифровых сигналов

10.2.4.1 Определение погрешностей измерений напряжения, силы тока, углов фазовых сдвигов модификации ESM-SV проводить аналогично п. 10.1.1, используя калибратор цифровых сигналов «МарсГен-61850» в качестве Генератора и Эталона. Схема подключения представлена на рисунке А.3.

В качестве номинальных значений использовать 1 А и 57,7 (100) В соответственно. В качестве максимальных значений использовать 10 А и 115,4 (200) В соответственно.

10.2.4.2.1 Определение погрешности измерений частоты переменного тока проводить аналогично п. 10.1.2.1. Схема подключения представлена на рисунке А.3.

10.2.4.2.2 Определение допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока модификации ESM-SV с поддержкой синхронизированных векторных измерений проводится аналогично п.п. 4)-9) п. 10.1.2.1. Схема аналогична схеме на рисунке А.3.

10.2.4.3 Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности без использования счетчика импульсов ПТНЧ

Определение относительных погрешностей измерений активной и реактивной электрической мощности и энергии, полной электрической мощности без использования счетчика импульсов ПТНЧ проводить аналогично п. 10.1.3.2. Схема подключения представлена на рисунке А.3.

### **10.3 Определение метрологических характеристик для модификации ESM-ET**

10.3.1 Определение метрологических характеристик для модификации ESM-ET при помощи генератора низкоуровневых сигналов напряжения

10.3.1.1 Определение погрешностей измерений напряжения, силы тока, углов фазовых сдвигов модификации ESM-ET проводить аналогично п. 10.1.1, используя установку многофункциональную измерительную СМС 256 Plus в качестве Генератора, а прибор электроизмерительный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ-Э» в качестве Эталона. Схема подключения представлена на рисунке А.4.