



**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Н.И. Ханов

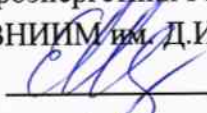
« 25 » \_\_\_\_\_ 2014 г.

## **Установки электроэнергетические эталонные "ВЭТ-МЭ 1.0"**

Методика поверки

МП 2203-0284-2014

Руководитель лаборатории  
электроэнергетики ГЦИ СИ ФГУП  
"ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"

  
Е.З. Шапиро

" " \_\_\_\_\_ 2014 г.

г. Санкт-Петербург

2014 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>ВВЕДЕНИЕ</i> .....	3
<i>1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ</i> .....	3
<i>2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ</i> .....	4
<i>3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ</i> .....	5
<i>4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ</i> .....	5
<i>5 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ</i> .....	6
<i>6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ</i> .....	7
6.1 Внешний осмотр.....	7
6.2 Проверка сопротивления изоляции.....	7
6.4 Определение метрологических характеристик.....	7
6.4.1 Определение основных погрешностей измерения напряжения и силы переменного тока.....	8
6.4.2 Определение основной погрешности измерения активной мощности.....	9
6.4.3 Определение основной погрешности измерения частоты переменного тока.....	10
6.4.4 Определение основных погрешностей измерения углов фазового сдвига.....	10
6.4.5 Определение основной погрешности измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения.....	11
6.4.6 Определение основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS).....	13
6.4.7 Проверка основных технических характеристик источника сигналов Установки.....	14
6.4.7.1 Определение коэффициента нелинейных искажений (суммарного коэффициента гармонических составляющих – THD <sub>U</sub> и THD <sub>I</sub> ) при генерации синусоидальных сигналов напряжения и тока.....	14
Результаты испытаний считать положительными, если значения THD будут менее 0,3 %.....	15
6.4.7.2 Определение технических характеристик источника сигналов при задании частоты, основных (первых) гармоник напряжения и тока и угла фазового сдвига между основными гармониками напряжения и тока.....	15
6.4.7.3 Определение временной нестабильности установленных значений напряжения, тока и мощности.....	16
6.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения.....	16
<i>7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ</i> .....	17
<i>ПРИЛОЖЕНИЕ А</i> .....	18
<i>СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ</i> .....	18
<i>ПРИЛОЖЕНИЕ Б</i> .....	21
<i>МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</i> .....	21
<i>ПРИЛОЖЕНИЕ В</i> .....	24
<i>ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ</i> .....	24

## Введение

Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверок Установки электроэнергетической эталонной "ВЭТ-МЭ 1,0" (далее Устанровка).

Настоящая методика устанавливает объем, условия поверки, методы и средства поверки Установки и порядок оформления результатов поверки.

Методика распространяется на вновь изготавливаемые, выпускаемые из ремонта и находящиеся в эксплуатации Установки.

Периодичность поверки в процессе эксплуатации и хранения устанавливается не реже одного раза в 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	6.1	+	+
Проверка сопротивления изоляции	6.2	+	+
Опробование	6.3	+	+
Определение основных технических характеристик:	6.4		
Определение основных погрешностей измерения напряжения и силы переменного тока	6.4.1	+	+
Определение основных погрешностей измерения активной мощности	6.4.2	+	+
Определение основной погрешности измерения частоты переменного тока	6.4.3	+	-
Определение основных погрешностей измерения углов фазового сдвига	6.4.4	+	-
Определение основной погрешности измерения коэффициента n-й гармонической составляющей напряжения и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения	6.4.5	+	-
Определение основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS)	6.4.6	+	-
Проверка основных технических характеристик источника сигналов, входящего в состав Установки	6.4.7	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.5	+	+

## 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
Мегомметр Ф4101	Диапазон измерений – от 0 до 20 ГОм. Номинальное напряжение – 500 В; Пределы допускаемой основной приведенной погрешности – $\pm 2,5\%$	6.2
Государственный первичный эталон единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц ГЭТ 153-2012	В соответствии с паспортом ГЭТ 153-2012	6.4
Осциллограф TDS 1012	Двухканальный. Ширина полосы частот – 100 МГц.	6.4.6
Частотомер 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).	6.4.3

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 иных средств и вспомогательного оборудования, обеспечивающих требуемые метрологические характеристики и диапазоны измерений.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При поверке Установки 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 Руководствах по эксплуатации Установки электроэнергетической эталонной "ВЭТ-МЭ 1,0" МС2.702.501 РЭ и другого применяемого оборудования.

3.2 Лица, допускаемые к поверке Установки, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III, быть официально аттестованы в качестве поверителей и быть допущенными к работе на ГЭТ 153-2012.

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

При проведении поверки Установки 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)
Частота питающей сети, Гц	50 ±0.5
Напряжение питающей сети переменного тока, В	220 ±22
Коэффициент несинусоидальности напряжения питающей сети, %	не более 5

## **5 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ**

Перед проведением поверки необходимо выполнить перечисленные ниже операции.

5.1 Убедиться в наличии действующих свидетельств о поверке и калибровке на перечисленные ниже средства измерений (СИ), входящие в состав Установки:

- Мультиметры 3458А по параметру "постоянное напряжение" на пределах 0,1; 1 и 10 В
- Генератор сигналов произвольной формы 33521А (33522А, 33521В или 33522В);
- Радиочасы (при наличии в составе установки);
- Преобразователь ПТНЧ (при наличии в составе установки);
- Комплект шунтов серии ШЭ.

5.2 Выдержать Установку в условиях окружающей среды, указанных в п.4, не менее 60 мин, если она находилась в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.4.

5.3 Соединить зажимы заземления используемых средств поверки с контуром заземления;

5.4 Подключить Установку и средства поверки к сети переменного тока 220 В, 50 Гц и включить их.

Установка готова к поверке по истечении времени установления рабочего режима, указанного в технической документации на Установку и средства поверки.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре Установки проверяется комплект поставки, маркировка, отсутствие механических повреждений.

6.1.1 Комплект поставки должен соответствовать эксплуатационной документации. Комплектность эксплуатационных документов должна соответствовать перечням, указанным в инструкции по эксплуатации.

6.1.2 Маркировка должна быть четкой и содержать:

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

6.1.3 Установка не должна иметь механических повреждений, которые могут повлиять на ее работу (повреждение корпусов, соединителей, кабелей, дисплеев, клавиатур, индикаторов и других изделий в соответствии с комплектом поставки).

### 6.2 Проверка сопротивления изоляции

Проверка сопротивления изоляции проводится мегомметром Ф4101, при рабочем напряжении 500 В, между соединенными между собой контактами вилки сетевого разъема стойки приборной и корпусной клеммой стойки приборной Установки. При этом все приборы, входящие в состав Установки, должны находиться в состоянии «включено».

Отсчёт результата измерения следует производить не ранее, чем через 30 с после подачи испытательного напряжения.

Установка считается выдержавшей испытание, если значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

### 6.3 Опробование

6.3.1 Опробование Установки проводится следующим образом:

- произведите подготовку Установки к работе согласно МС2.702.501 РЭ;
- включите Установку, при включении питания должна включиться подсветка дисплеев СИ входящих в состав Установки, а через 10 - 30 секунд должны завершиться процедуры само-тестирования и инициализации входящей в установку аппаратуры;
- включите ПК, входящий в состав установки, и запустите ПО "EnergoEtalon™";
- проверьте возможность изменения диапазонов измерения напряжения и тока и корректировки времени и даты;
- проверьте целостность ПО согласно пункту 6.5;
- проверьте интерфейсы связи в соответствии с Руководством пользователя ПО "EnergoEtalon™".

6.3.2 Проведите автокалибровку мультиметров 3458А по параметру "постоянное напряжение" (функция "ACAL DC") согласно их руководству по эксплуатации.

6.3.3 Результаты проверки считаются положительными, если Установка функционирует в соответствии с п.3 МС2.702.501 РЭ.

### 6.4 Определение метрологических характеристик

Допускается проводить поверку Установки как с источником испытательных сигналов из состава ГЭТ 153-2012, так и со встроенным источником сигналов Установки. Во втором случае дополнительно должны определяться технические характеристики источника испытательных сигналов, входящего в состав Установки (см. п. 6.4.7). Для этого могут быть использованы ранее поверенные средства измерений из состава Установки.

Схема подключения Установки к средствам поверки при использовании источника сигналов из состава ГЭТ 153-2012 приведена на рисунке А.1 Приложения А.

Схема подключения Установки к средствам поверки при использовании встроенного источника сигналов приведена на рисунке А.2 Приложения А.

6.4.1 Определение основных погрешностей измерения напряжения и силы переменного тока

6.4.1.1 Определение основной относительной погрешности измерения среднеквадратического значения напряжения переменного тока  $\delta_U$  и основной (первой) гармонической составляющей напряжения переменного тока  $\delta_{U1}$  проводится с помощью Государственного эталона единицы электрической мощности ГЭТ 153-2012.

Схемы подключения Установки к государственному эталону мощности приведены на рисунках А.1 или А.2 приложения А.

Измерения проводятся при значениях параметров входного сигнала (напряжение  $U_{\text{Э}}$  и частота  $f_1$ ), указанных в таблице 6.1 (в пределах диапазона измерений для данной модификации Установки) в соответствии с эксплуатационной документацией на эталон ГЭТ 153-2012.

Значения номинального напряжения Установки ( $U_{\text{Н}}$ ) для всех испытательных сигналов приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1

<b>U<sub>Н</sub>, В</b>	480	240	240	240	120	60	60	7	7	0,7	0,7	0,07	0,07	240	240	60	60	7	0,7	0,07	120	0,7
<b>U<sub>Э</sub>, В</b>	480	264	120	24	120	60	8	8	0,8	0,8	0,08	0,08	0,01	240	60	60	10	8	0,8	0,08	120	0,8
<b>f<sub>1</sub>, Гц</b>	53												400						16			

Погрешность  $\delta_U$  рассчитывается по формуле (1):

$$\delta_U = [(U_X - U_{\text{Э}}) / U_{\text{Э}}] \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $U_{\text{Э}}$  – напряжение, установленное на эталоне, В;  $U_X$  – показание Установки при измерении среднеквадратического значения напряжения переменного тока, В.

Погрешность  $\delta_{U1}$  рассчитывается по формуле (2):

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

где  $U_{\text{Э}}$  – напряжение, установленное на эталоне, В;  $U_{X1}$  – показание Установки при измерении среднеквадратического значения основной (первой) гармонической составляющей напряжения переменного тока, В.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения погрешностей  $\delta_U$  и  $\delta_{U1}$  не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в таблице Б.1 приложения Б.

6.4.1.2 Определение основной относительной погрешности измерения среднеквадратического значения силы переменного тока  $\delta_I$  и основной (первой) гармонической составляющей переменного тока  $\delta_{I1}$  проводится с помощью Государственного эталона ГЭТ 153-2012.

Схемы подключения Установки к Государственному эталону мощности приведены на рисунках А.1 и А.2 приложения А.

Измерения проводятся при значениях параметров входного сигнала (сила тока  $I_{\text{Э}}$  и частота  $f_1$ ), указанных в таблице 6.2 (в пределах диапазона измерений для данной модификации Установки) в соответствии с эксплуатационной документацией на ГЭТ 153-2012.

Коэффициент искажения синусоидальности кривой тока ( $K_i$ ) источника испытательного сигнала должен быть не более 0,3 %.

Значения номинального тока Установки ( $I_{\text{Н}}$ ) для всех испытательных сигналов приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2

<b>I<sub>Н</sub>, А</b>	50	10	5	5 или 10	1	1	0,1	0,1	5	5	0,1	5	1
<b>I<sub>Э</sub>, А</b>	10	10	5	1	1	0,1	0,1	0,01	5	1	0,1	1	1
<b>f<sub>1</sub>, Гц</b>	53								400				16

Погрешность  $\delta_I$  рассчитывается по формуле (3):

$$\delta_I = [(I_X - I_{\text{Э}}) / I_{\text{Э}}] \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где  $I_{\text{Э}}$  – ток, установленный на эталоне, А;  $I_X$  – показание Установки при измерении среднеквадратического (действующего) значения тока, А.

Погрешность  $\delta_{I1}$  рассчитывается по формуле (4):



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

где  $I_{\text{Э}}$  – ток, установленный на эталоне, А;  $I_{X1}$  – показание Установки при измерении среднеквадратического значения основной (первой) гармонической составляющей тока, А.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения погрешностей  $\delta_I$  и  $\delta_{II}$  не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в таблице Б.1 приложения Б.

#### 6.4.2 Определение основной погрешности измерения активной мощности

6.4.2.1 Определение основной относительной погрешности измерения активной мощности  $\delta_P$  при использовании Установки производится с помощью эталона ГЭТ 153-2012 при параметрах испытательного сигнала (напряжение, ток, коэффициент мощности, частота), указанных в таблице 6.3 (в пределах диапазона измерений данной модификации Установки).

Таблица 6.3

Диапазон измерений		Параметры испытательного сигнала			
$U_N$ , В	$I_N$ , А	U, В	I, А	Сos φ	$f_1$ , Гц
480	5	480	5	1,0	53
480	5	480	5	0,5L	
480	5	480	2,5	0,5C	
240	1	220	1	1,0	
240	1	220	1	0,5L	
240	1	220	0,5	0,5C	
240	1	220	0,1	0,5L	
240	5	220	5	0L	
240	5	220	5	0C	
120	10	100	1	1,0	
120	10	100	0,5	0,5L	
120	10	100	0,5	0,5C	
120	1	100	0,5	0,2C	
120	1	100	0,5	0,2 L	
60	5	66	6	1,0	
60	5	60	2,5	0,5L	
60	5	60	0,5	0,5C	
30	1	30	1	0,5L	
7	1	7	1	0,5C	
0,7	0,1	0,7	0,05	1,0	
0,07	1	0,07	1	1,0	

Значения номинальных напряжения ( $U_N$ ) и тока ( $I_N$ ) Установки для испытательных сигналов приведены в таблице 6.3.

Схемы подключения Установки к эталону ГЭТ 153-2012 приведены на рисунках А.1 или А.2 приложения А.

Погрешность  $\delta_P$  рассчитывается по формуле (5):

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

где  $P_{\text{Э}}$  – активная мощность, установленная ГЭТ 153-2012, Вт;  $P_X$  – показания Установки, Вт.

Результаты испытаний считаются положительными, если погрешность  $\delta_P$  не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в таблице Б.1.

### 6.4.3 Определение основной погрешности измерения частоты переменного тока

Определение основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока  $\Delta_F$  производится при работе Установки в режиме "Мощность" с помощью частотомера ЧЗ-63, работающего в режиме "Измерение периода", при одном из номинальных значений напряжения и значениях частоты 16; 53 и 400 Гц

Перед определением погрешности Установки необходимо провести ее калибровку по частоте согласно руководству по эксплуатации МС2.702.501 РЭ.

Схемы подключения Установки к эталону ГЭТ 153-2012 приведены на рисунке А.1 или А.2 приложения А.

Погрешность  $\Delta_F$  рассчитывается по формуле (6):

$$\Delta_F = 1000/T_{\text{Э}} - f_1, \text{ Гц} \quad (6)$$

где  $T_{\text{Э}}$  – показание электронного частотомера, мс;  $f_1$  – показание Установки, Гц.

Результаты испытаний считаются положительными, если погрешность  $\Delta_F$  не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в таблице Б.1.

### 6.4.4 Определение основных погрешностей измерения углов фазового сдвига

6.4.4.1 Определение основной абсолютной погрешности Установки при измерении угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими напряжения и тока  $\Delta_{\text{ФUI}}$  производится с помощью эталона ГЭТ 153-2012 при параметрах испытательного сигнала (напряжение, ток, коэффициент мощности), указанных в таблице 6.4 (в пределах диапазона измерений данной модификации Установки). Значения номинальных напряжения ( $U_{\text{Н}}$ ) и тока ( $I_{\text{Н}}$ ) Установки для испытательных сигналов также приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Диапазон измерений		Параметры испытательного сигнала		
$U_{\text{Н}}, \text{ В}$	$I_{\text{Н}}, \text{ А}$	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	$\text{Cos } \varphi$
480	5	480	5	$0_L$
480	5	480	5	$0_C$
240	1	220	1	$0_L$
240	1	220	1	$0_C$
120	10	100	10	$0_L$
120	10	100	10	$0_C$
60	0,1	60	0,1	$0_L$
60	0,1	60	0,1	$0_C$
7	1	7	0,1	$0_C$
0,7	1	0,7	0,1	$0_L$
0,07	1	0,07	0,1	$0_L$

Схемы подключения Установки к эталону ГЭТ 153-2012 приведены на рисунках А.1 и А.2 приложения А.

Установить по показаниям ГЭТ 153-2012 значения активной мощности равными нулю, регулируя угол сдвига фаз между испытательными сигналами напряжения и тока. Параметры сигналов приведены в таблице 6.4.

Погрешность  $\Delta_{\text{ФUI}}$  рассчитывается по формуле (7):

$$\Delta_{\text{ФUI}} = \varphi_{\text{UI}} \pm 90^\circ, \quad (7)$$

где  $\varphi_{\text{UI}}$  – показания угла сдвига фазы в градусах, полученные на Установке, знак перед фиксированным сдвигом  $90^\circ$  определяется в зависимости от типа сдвига (для индуктивного – отрицательный, для емкостного - положительный).

Результаты испытаний считаются положительными, если погрешность  $\Delta_{\text{ФUI}}$  не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в таблице Б.1.

6.4.5 Определение основной погрешности измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения

Определение основной погрешности измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка  $h$  ( $K_{U(h)}$ ), производится с помощью эталона ГЭТ 153-2012 при параметрах испытательного сигнала (напряжения и отношения напряжений основной и высших гармонических составляющих), указанных в таблице 6.5 (в пределах диапазона измерений данной модификации Установки).

Схема подключения Установки для определения погрешности измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения приведена на рисунке А.3 приложения А. Ниже дано описание схемы и назначение ее элементов при проведении поверки.

ГСПФ А – генератор практически синусоидального сигнала основной частоты (основного тона).

Сигнал, сформированный ГСПФ А, является селективирующим сигналом для выделения основного тона.

ГСПФ В – генератор многотонального испытательного сигнала с заданным набором гармоник.

ГСПФ С – генератор практически синусоидального сигнала на частоте гармоники.

Сигнал, сформированный ГСПФ С, является селективирующим сигналом для выделения высшей гармоники.

Все генераторы засинхронизированы по высокой частоте (10 МГц), что позволяет удерживать постоянный фазовый сдвиг.

ЦИПМ – цифровой измерительный преобразователь мощности. В состав ГЭТ153-2012 и Установки входят цифровые измерительные преобразователи мощности (ЦИПМ) на основе мультиметров 3458А и специального программного обеспечения. Преобразователь мощности позволяет измерить действующее значение гармоники или основного тона в многотональном испытательном сигнале, поданном на один из его входов при условии, что на его второй вход синфазно или в противофазе подан селективирующий гармонический сигнал с частотой выделяемой гармоники.

УН – усилитель напряжения из состава ГЭТ153-2012.

Д – делитель напряжения.

Для определения погрешности измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения порядка  $h$  выполните следующие действия:

6.4.5.1. собрать схему приведенную на рис А3

6.4.5.2. установить на ГСПФ В испытательный сигнал с заданным набором гармоник (№2)

6.4.5.3. установить значение напряжения на выходе усилителя напряжения равное 60 В. Подать выходной сигнал с усилителя напряжения на вход "120 В" резистивного делителя напряжения.

6.4.5.4. установить на ГСПФ А сигнал синусоидальный сигнала основной частоты (№1)

6.4.5.5. регулируя параметр «фаза» на ГСПФ А установить значение угла сдвига фаз между сигналом №1 и основной гармоникой сигнала №2 равным  $90^\circ$ . Контроль достижения сдвига фазы  $90^\circ$  осуществляется по показаниям цифрового измерительного преобразователя мощности (ЦИПМ) из состава ГЭТ 153-2012. При  $90^\circ$  сдвиге фазы значения активной мощности минимальны (близки к нулю).

6.4.5.6. изменить угол сдвига фазы сигнала №1 на  $90^\circ$  так, чтобы значение угла сдвига фаз между основной гармоникой сигнала №1 и основной гармоникой сигнала №2 стало равным  $0^\circ$  (значение мощности максимально).

6.4.5.7. установить на ГСПФ С сигнал синусоидальной формы на частоте выбранной гармоники (№3)

6.4.5.8. регулируя параметр «фаза» на ГСПФ С установить значение угла сдвига фаз между сигналом №3 и выбранной гармоникой сигнала №2 равным  $90^\circ$ . Контроль достижения сдвига фазы  $90^\circ$  осуществляется по показаниям мощности (ЦИПМ) из состава Установки. При  $90^\circ$  сдвиге фазы значения активной мощности минимальны (близки к нулю).

- 6.4.5.9. изменить угол сдвига фазы сигнала №3 на 90° так, чтобы значение угла сдвига фаз между сигналом №3 и выбранной гармоникой сигнала №2 стало равным 0° (значение мощности максимально).
- 6.4.5.10. Провести измерения параметров:  
 $P_A$  – активная мощность на входе ГЭТ 153;  
 $U_A$  – среднеквадратическое значение напряжения на выходе ГСПФ А;  
 $P_C$  – активная мощность на входе Установки;  
 $U_C$  – среднеквадратическое значение напряжения на выходе ГСПФ С.
- 6.4.5.11. Вычислить значение коэффициента по формуле (8)

$$K_{UD}(h) = \frac{P_C}{P_A} \cdot \frac{U_A}{U_C}, \quad (8)$$

- 6.4.5.12. выполнить действия 7-11 для сигналов №4 и №5 из таблицы 6.5
- 6.4.5.13. Установить на генераторе В сигнал с номером 6 из таблицы 6.5.
- 6.4.5.14. регулируя параметр «фаза» на ГСПФ С установить значение угла сдвига фаз между сигналом №3 и выбранной гармоникой сигнала №2 равным 90°. Контроль достижения сдвига фазы 90° осуществляется по показаниям мощности (ЦИПМ) из состава Установки. При 90° сдвиге фазы значения активной мощности минимальны (близки к нулю).
- 6.4.5.15. изменить угол сдвига фазы сигнала №3 на 90° так, чтобы значение угла сдвига фаз между сигналом №3 и выбранной гармоникой сигнала №2 стало равным 180° (значение мощности отрицательно и максимально по модулю).
- 6.4.5.16. Провести измерения параметров:  
 $P_A$  – активная мощность на входе ГЭТ 153-2012, Вт;  
 $U_A$  – среднеквадратическое значение напряжения на выходе ГСПФ А, В;  
 $P_C$  – активная мощность на входе Установки, Вт;  
 $U_C$  – среднеквадратическое значение напряжения на выходе ГСПФ С, В.
- 6.4.5.17. Вычислить значение коэффициента по формуле (9)

$$K_{UR}(h) = \frac{P_C}{P_A} \cdot \frac{U_A}{U_C}, \quad (9)$$

- 6.4.5.18. выполнить действия 14-17 для сигналов №7 и №8 из таблицы 6.5
- 6.4.5.19. Вычислить  $K_U(h)$  значения коэффициентов гармонических составляющих по формуле (10)

$$K_U(h) = \frac{K_{UD}(h) + K_{UR}(h)}{2}, \quad (10)$$

- 6.4.5.20. Определить относительную (при  $K_{U(h)} > 1,0$ ) или абсолютную (при  $K_{U(h)} \leq 1,0$ ) погрешность измерения коэффициента гармонической составляющей порядка  $h$  по формулам (11) и (12):

$$\delta_{K(h)} = \frac{K_{UB}(h) - K_U(h)}{K_U(h)} \cdot 100\%, \quad (11)$$

$$\Delta_{K(h)} = K_{UB}(h) - K_U(h), \quad (12)$$

где:  $\delta_{K(h)}$  – относительная погрешность измерения коэффициента гармонической составляющей;  $\Delta_{K(h)}$  – абсолютная погрешность измерения коэффициента гармонической составляющей;  $K_{UB}(h)$  - коэффициент гармонической составляющей порядка  $h$ , измеренный поверяемой Установкой.

- 6.4.5.21. Повторить процедуру определения погрешности измерения коэффициента гармонических составляющих для основной частоты 400 Гц, устанавливая сигналы №№ 9 – 12 из таблицы 6.5.

Результаты испытаний считаются положительными, если погрешности  $\gamma_k$  и  $\delta_k$  не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в таблице Б.1 приложения Б.

Таблица 6.5

Номер сигнала	ГСПФ	Номер гармоники при частоте основной гармоники 52.213868 Гц				Номер гармоники при частоте основной гармоники 400 Гц	
		1	4	9	24	1	5
		Среднеквадратическое значение гармоники в сигнале напряжения, В / угол сдвига фазы высшей гармоники относительно первой, градусы					
1	А	1,4	-	-	-		
2	В	1,4	0,21 / 0	0,042 / 0	0,007 / 0		
3	С	-	7	-	-		
4	С	-	-	7	-		
5	С	-	-	-	7		
6	В	1,4	0,21 / 180	0,042 / 180	0,007 / 180		
7	С	-	-	7	-		
8	С	-	7	-	-		
9	А					1,4	
10	В					1,4	0,07 / 0
11	С					-	7
12	В					1,4	0,07 / 180

Выполнить расчет суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения (THDU) по формуле (13):

$$K_U = \sqrt{(K_U(4))^2 + (K_U(9))^2 + (K_U(24))^2}, \quad (13)$$

Определить относительную (при  $K_U > 1$ ) или абсолютную (при  $K_U \leq 1$ ) погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения по формулам (14) и (15):

$$\delta_k = \frac{K_{UB} - K_U}{K_U} \cdot 100\%, \quad (14)$$

$$\Delta_k = K_{UB} - K_U, \quad (15)$$

где:  $\delta_k$  – относительная погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения;  $\Delta_k$  – абсолютная погрешность измерения суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения;  $K_{UB}$  – суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, измеренный поверяемой Установкой.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения  $\Delta_k$  и  $\delta_k$  не превышают пределов допускаемых значений, приведенных в таблице Б.1.

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

6.4.6.1 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.4 Приложения А.

6.4.6.2 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.

На генераторе Г1, действуя согласно его руководству по эксплуатации, задать формирование синусоидального выходного сигнала частотой 53,00000 Гц и с действующим значением напряжения 0,8 В на высокоимпедансной нагрузке.

Установить в программном обеспечении "EnergoEtalon™":  
 запуск измерений по условию "внешний PPS";  
 диапазон измерения мультиметра – "1 В".

Выдать сигнал с генераторов Г2 и Г1 и провести калибровку Установки по параметру "частота" в соответствии с МС2.702.501 РЭ.

6.4.6.3 На генераторе Г1, действуя согласно его руководству по эксплуатации, задать синусоидальный выходной сигнал частотой 53,00000 Гц, с действующим значением напряжения 0,08 В (для предела 0,07 В) на высокоимпедансной нагрузке.

Установить в ПО "EnergoEtalon™" 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.

Установить на осциллографе синхронизацию по каналу с входным сигналом 1 Гц (падающий фронт, уровень триггера на середине фронта, установить развертку 100 нс).

Задать на генераторе Г1 частоту 10 кГц и определить по осциллографу время  $T_{Г}$  равное времени между спадающим фронтом сигнала 1 Гц и началом формирования синусоидального сигнала генератором Г1.

На генераторе Г1 задать частоту синусоидального сигнала 53,00000 Гц.

Перейти на вкладку параметры трансформаторов и задать коэффициенты  $K_{ЭТАЛ}$ ,  $K_{ПОВ}$ ,  $K_{А}$  и  $K_{В}$  равными единице.

Провести 10 измерений временного сдвига  $T_{С}$  и определить среднее значение временного сдвига.

Вычислить значения  $T_{З}$  и основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS)  $\Delta$  по формулам (16) и (17):

$$T_{З} = |T_{С} + 4716.98 \text{ мкс} + T_{Г}|, \text{ мкс}; \quad (16)$$

$$\Delta = 53 \cdot 360 \cdot T_{З}, \text{ градус}. \quad (17)$$

6.4.6.4 Повторить действия, указанные в п. 6.4.6.3, задавая на генераторе Г1 синусоидальный выходной сигнал частотой 53,00000 Гц с действующим значением напряжения 0,8 В (для предела 0,7 В) и 8 В (для пределов 7 и 60 В) на высокоимпедансной нагрузке.

6.4.6.5 Результаты испытаний считаются положительными, если значение  $T_{З}$  не превышает 0,25 мкс, а значение погрешности  $\Delta$  не превышает пределов допускаемых значений, приведенных в таблице Б.1.

6.4.7 Проверка основных технических характеристик источника сигналов Установки

6.4.7.1 Определение коэффициента нелинейных искажений (суммарного коэффициента гармонических составляющих –  $THD_{U}$  и  $THD_{I}$ ) при генерации синусоидальных сигналов напряжения и тока

Определение суммарного коэффициента гармонических составляющих сигналов напряжения и тока производить по показаниям Установки после выполнения пунктов 6.4.1-6.4.6 настоящей методики поверки при испытательных сигналах, указанных в таблице 6.6.

Таблица 6.6

Сигнал, установленный на "Энергоформе-3.1"				
Канал напряжения		Канал тока		F, Гц
U, В	Сопротивление нагрузки	I, А	Сопротивление нагрузки	
480	30 кОм, 10 Вт	20	0,02 Ом, 25 Вт	55
240	7,5 кОм 10 Вт	5	0,5 Ом, 25 Вт	70
110	2 кОм, 10 Вт	1	5,1 Ом, 10 Вт	25
60	510 Ом, 10 Вт	0,1	51 Ом, 2 Вт	400

Результаты испытаний считать положительными, если значения THD будут менее 0,3 %.

6.4.7.2 Определение технических характеристик источника сигналов при задании частоты, основных (первых) гармоник напряжения и тока и угла фазового сдвига между основными гармониками напряжения и тока

Определение погрешности установки частоты ( $\Delta f$ ), основной гармоники напряжения ( $\delta_{U1}$ ), основной гармоники тока ( $\delta_{I1}$ ) и угла фазового сдвига между основными гармониками напряжения и тока ( $\Delta \varphi$ ), производится при испытательных сигналах, указанных в таблице 6.7.

Таблица 6.7

Сигнал, установленный на "Энергоформе-3.1"			
$U_x$ , В	$I_x$ , А	$f_x$ , Гц	$\varphi_x$ , градус
480	40	55	0
240	10	70	60
110	5	25	-60
60	2.5	400	30
20	0.5	55	-30
8	0,05	55	0
0.8	0,02	50	60
0.08	0,002	51	-60

Погрешности  $\delta_U$ ,  $\delta_I$ ,  $\Delta f$  и  $\Delta \varphi$  рассчитываются по формулам (18), (19), (20) и (21):

$$\delta_U = [(U_x - U_{\text{э}})/U_{\text{э}}] \cdot 100 \%, \quad (18)$$

$$\delta_I = [(I_x - I_{\text{э}})/I_{\text{э}}] \cdot 100 \%, \quad (19)$$

$$\Delta f = f_x - f_{\text{э}}, \text{ Гц}, \quad (20)$$

$$\Delta \varphi = \varphi_x - \varphi_{\text{э}}, \text{ градус} \quad (21)$$

где:  $U_x$ ,  $I_x$ ,  $f_x$  и  $\varphi_x$  – значения параметров, введенные при программировании "Энергоформы-3.1";

$U_{\text{э}}$  и  $I_{\text{э}}$ ,  $f_{\text{э}}$  и  $\varphi_{\text{э}}$  – значения, измеренные ГЭТ 153 или средствами измерений, входящими в Установку.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения погрешностей не превышают указанных в таблице 6.8.

Таблица 6.8

Наименование технической характеристики	Пределы и вид допускаемой основной погрешности установки параметра
Частота основной гармоники переменного тока, Гц	абсолютная, Гц $\pm 0,01$
Действующее значение основной гармоники напряжения ( $U_1$ ), В	относительная, % $\pm 1,0$
Действующее значение основной гармоники тока ( $I_1$ ), А	относительная, % $\pm 1,0$
Угол сдвига фазы между основными (первыми) гармониками напряжения и тока, градус	абсолютная, градус $\pm 1,0$

6.4.7.3 Определение временной нестабильности установленных значений напряжения, тока и мощности.

Включите Установку и по истечении времени установления рабочего режима (30 минут) задайте следующие значения параметров испытательного сигнала:

$$U = 220 \text{ В,}$$

$$I = 5 \text{ А,}$$

$$f_1 = 53 \text{ Гц,}$$

$$\varphi = 60^\circ.$$

Произведите измерение среднеквадратического значения напряжения ( $U_1$ ), среднеквадратического значения силы тока ( $I_1$ ) и активной электрической мощности ( $P_1$ ) с помощью ГЭТ153 или средствами измерений, входящими в Установку.

Через 5 минут повторите измерение среднеквадратического значения напряжения ( $U_2$ ), среднеквадратического значения силы тока ( $I_2$ ) и активной электрической мощности ( $P_2$ ) и определите изменение параметров выходного сигнала за 1 минуту по формулам (22), (23) и (24):

$$\delta_U = [(U_1 - U_2)/5 \cdot U_1] \cdot 100 \% ; \quad (22)$$

$$\delta_I = [(I_1 - I_2)/5 \cdot I_1] \cdot 100 \% ; \quad (23)$$

$$\delta_P = [(P_1 - P_2)/5 \cdot P_1] \cdot 100 \% . \quad (24)$$

Результат поверки считается удовлетворительным, если:

значения  $\delta_I$  и  $\delta_U$  не превышают  $\pm 0,01$  %;

значение  $\delta_P$  не превышает  $\pm 0,015$  %.

## 6.5 Подтверждение соответствия программного обеспечения

6.5.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) Установки должно выполняться путем контроля идентификационных данных программного обеспечения:

- наименования метрологически значимой части ПО;
- версии метрологически значимой части ПО;
- контрольной суммы метрологически значимой части ПО.

Идентификационные данные метрологически незначимой части являются справочными и контролю не подлежат.

6.5.2 Идентификацию ПО производить следующим образом:

- произведите подготовку Установку к работе согласно руководству по эксплуатации;
- включите Установку, при включении питания должна включиться подсветка дисплеев СИ входящих в состав Установки, а через 10 - 30 секунд должны завершиться процедуры самотестирования и инициализации входящей в установку аппаратуры. Включите ПК, входящий в состав установки, и запустите ПО "EnergoEtalon™".

Выполнить проверку подлинности и целостности программного кода, выполняющего метрологически значимые операции и вычисления, а также, контролирующий значения поправочных множителей и поправок, которые учитываются при вычислении результатов измерений и определяются при регулировке или поверке.

Для этого необходимо в пункте меню "Справка" выбрать подпункт "CRC". После открытия диалогового окна с надписью «CRC метрологически значимого модуля» нажать кнопку «Рассчитать». После этого, будет автоматически рассчитана контрольная сумма метрологически значимой части ПО (библиотеки "MeasureProcessor.Lib") по полиномиальному алгоритму CRC32.

Значение отображенной суммы должно соответствовать значению указанному в описании типа на Установку.



## **7 Оформление результатов поверки**

7.1 Результаты поверки Установки оформляют путем записи в протоколе поверки. Образец протокола представлен в приложении В.

7.2 При положительных результатах поверки Установки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.

7.3 При отрицательных результатах поверки Установка признается негодной к эксплуатации и на нее выписывается извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94 с указанием причин.

7.4 Результаты и дату поверки Установки оформляют записью в Руководстве по эксплуатации (при этом запись должна быть удостоверена клеймом).

Приложение А  
(обязательное)

Схемы подключения для определения погрешностей

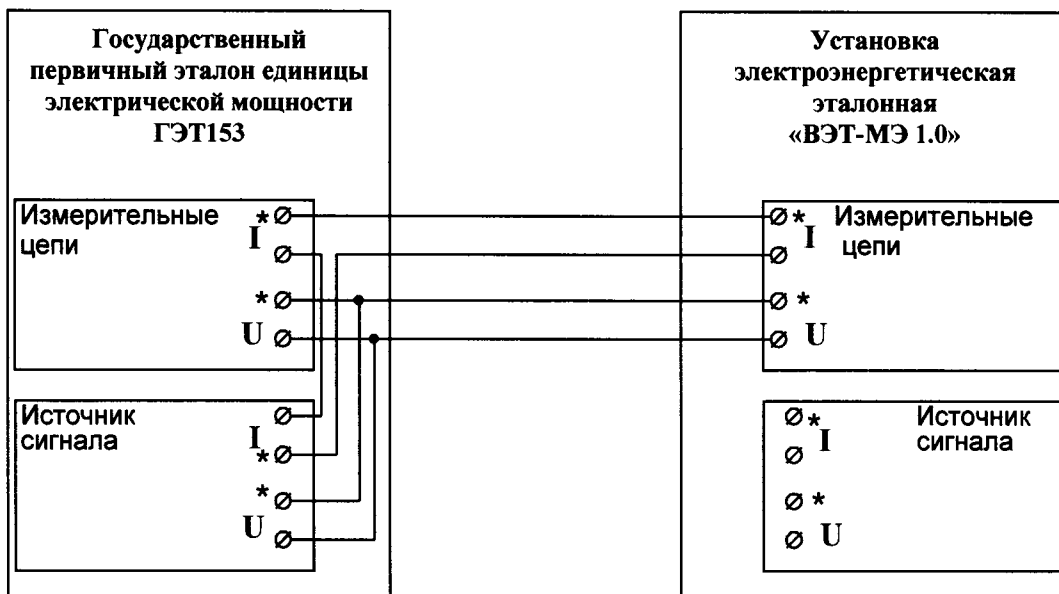


Рисунок А.1. Схема подключения Установки к ГЭТ153-2012 без применения встроенного источника сигналов.

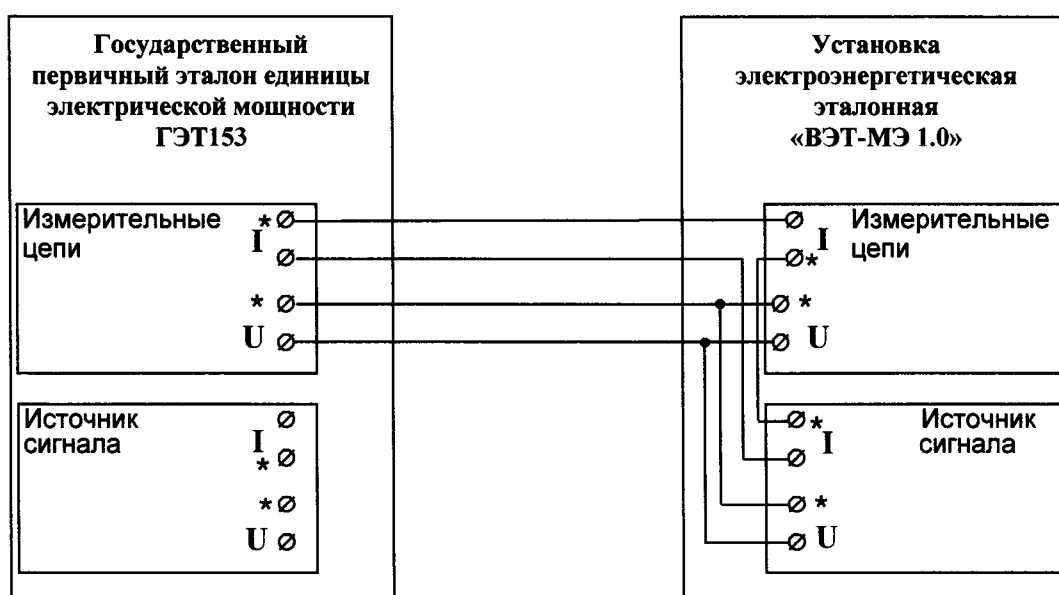
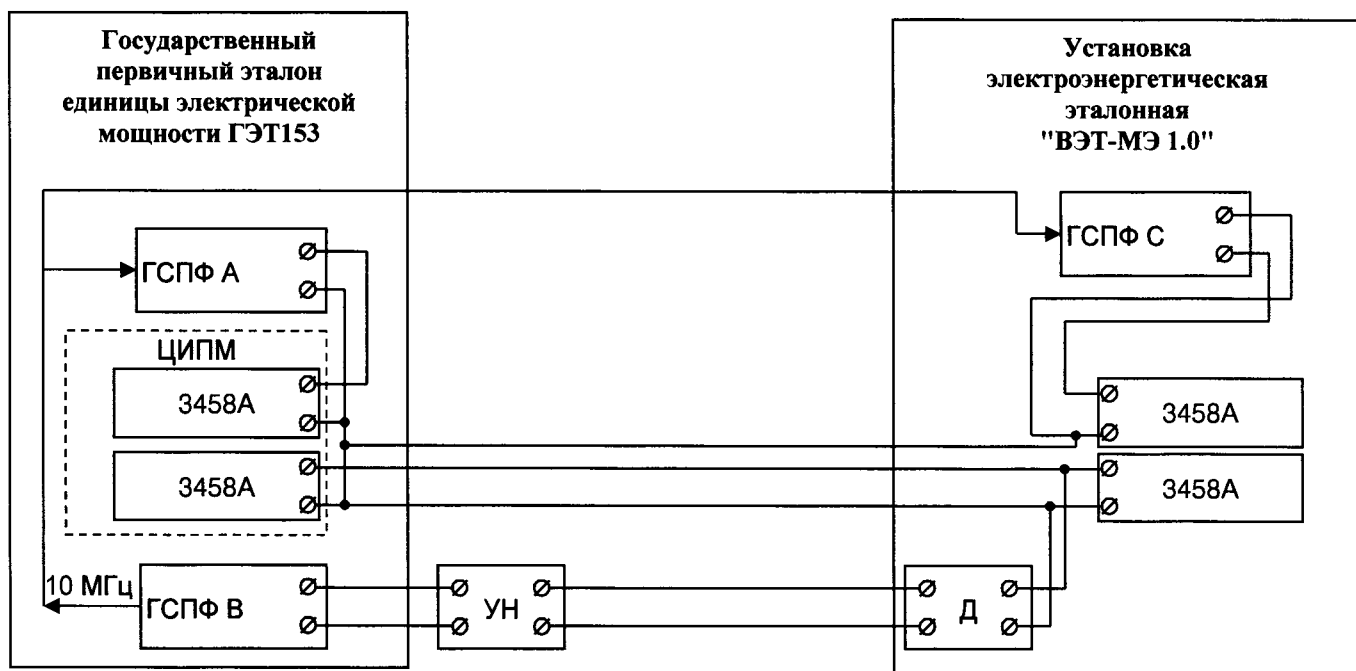


Рисунок А.2. Схема подключения Установки к ГЭТ153-2012 с применением встроенного источника сигналов.



ГСПФ А и ГСПФ В – генераторы сигналов произвольной формы из состава ГЭТ153-2012;  
 ГСПФ С - генератор сигналов произвольной формы из состава ВЭТ-МЭ;  
 ЦИПМ – цифровой измерительный преобразователь мощности;  
 УН – усилитель напряжения из состава ГЭТ153-2012;  
 Д – делитель напряжения.

Рисунок А.3 Схема подключения Установки к ГЭТ153-2012  
 при определении погрешности измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения  
 и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения

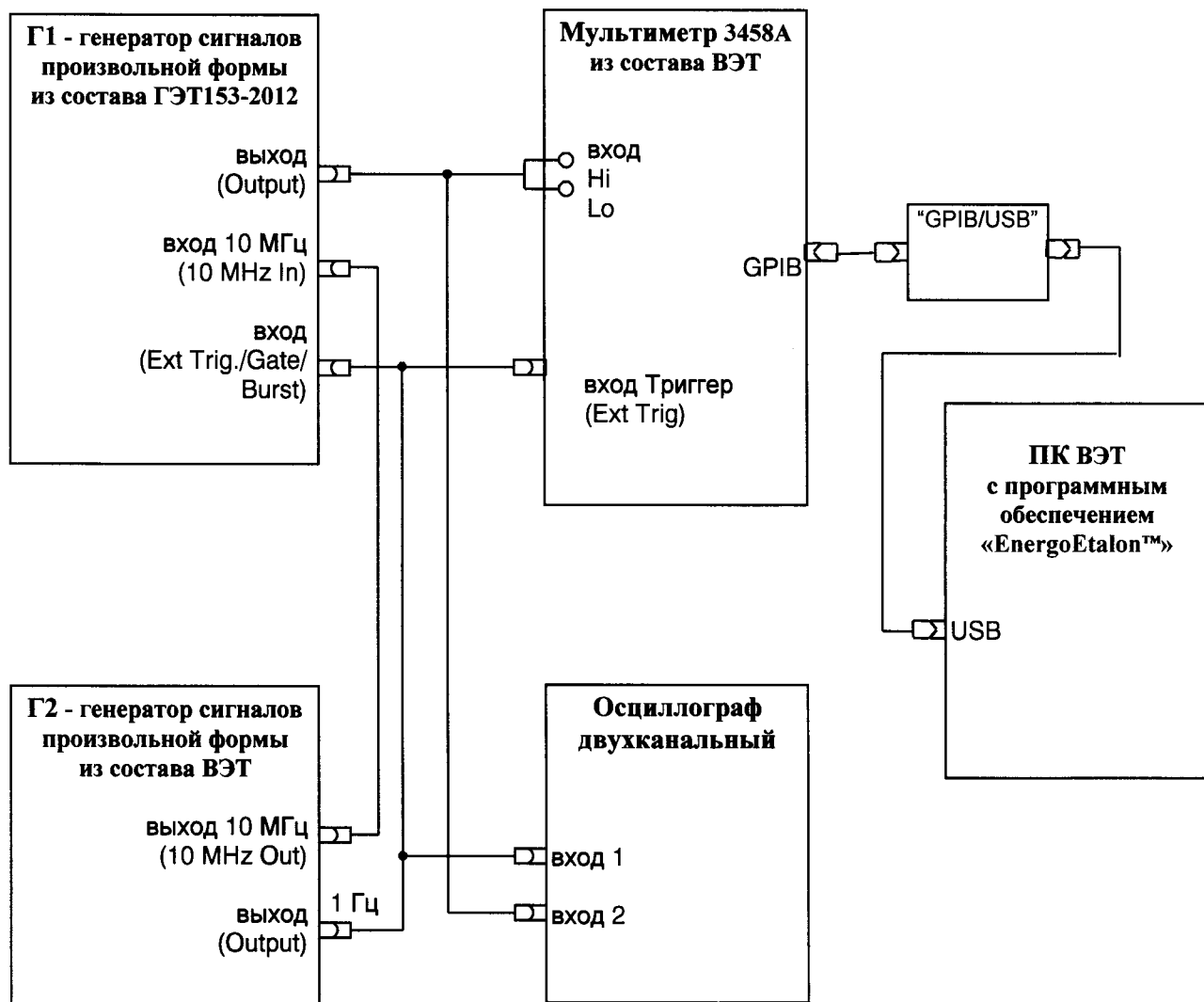


Рисунок А.4 Схема подключения Установки к ГЭТ153-2012 при определении абсолютной погрешности угла сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(обязательное)

**Метрологические и технические характеристики**

Установка электроэнергетическая эталонная "ВЭТ-МЭ 1.0" обеспечивают передачу единиц электрической мощности от Государственного первичного эталона единицы электрической мощности ГЭТ 153-2012 рабочим эталонам и СИ электрической мощности и электрической энергии и измерение ряда электроэнергетических величин (в том числе информативных параметров активной и реактивной мощности) в диапазонах:

- напряжения – от 0,01 до 530 В при номинальных значениях поддиапазонов ( $U_H$ ): 0,07; 0,7; 7; 60; 120; 240 и 480 В;

- силы тока – от 0,01 до 45 А при номинальных значениях поддиапазонов ( $I_H$ ): 0,1; 1; 5; 10; 25 и 40 А;

- частоты основной гармоники ( $f_1$ ) – от 16 до 450 Гц;

- угла сдвига фаз между основными гармониками напряжения и тока – от 0 до  $\pm 180$  градусов;

- напряжения и силы тока гармоник порядка  $h$  для  $h$  от 2 до 50.

Пределы допускаемых погрешностей Установки в зависимости от сочетания поддиапазонов измерений информативных параметров приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Измеряемые величины	Диапазоны или поддиапазоны измерений или информативных параметров	Пределы допускаемой погрешности: $\gamma$ – приведенной, %; $\delta$ – относительной, %; $\Delta$ – абсолютной	Примечание
Напряжение ( $U$ ) и напряжение основной гармоники ( $U_1$ ), В	$U$ от $0,1U_H$ до $1,2U_H$	$\delta = \pm 0,004$	$40 \text{ Гц} \leq f_1 \leq 70 \text{ Гц}$ ;
			$16 \text{ Гц} < f_1 \leq 450 \text{ Гц}$
		$\delta = \pm 0,005$	$U_H \leq 240 \text{ В}$
		$\delta = \pm 0,007$	$U_H = 480 \text{ В}$
Сила тока ( $I$ ) и сила тока основной гармоники ( $I_1$ ), А	$I$ от $0,1I_H$ до $1,1I_H$		$40 \text{ Гц} \leq f_1 \leq 70 \text{ Гц}$
		$\delta = \pm 0,004$	$I_H \leq 10 \text{ А}$
		$\delta = \pm 0,006$	$I_H = 40 \text{ А}$
			$16 \text{ Гц} < f_1 \leq 450 \text{ Гц}$
		$\delta = \pm 0,005$	$I_H \leq 10 \text{ А}$
	$\delta = \pm 0,008$	$I_H = 40 \text{ А}$	
Частота основной гармоники напряжения ( $f_1$ ), Гц	от 16 до 450	$\delta = \pm 0,0001$	$0,01 \text{ В} \leq U_1 \leq 530 \text{ В}$
Угол сдвига фаз между основными гармониками тока и напряжения, градус	от 0 до $\pm 180$	$\Delta = \pm k_F \cdot f_1$ , где $k_F = 0,00003 \frac{\text{градус}}{\text{Гц}}$	$0,01 \text{ В} \leq U_1 \leq 530 \text{ В}$ ; $0,01 \text{ А} \leq I_1 \leq 40 \text{ А}$
Активная <sup>1)</sup> электрическая мощность, Вт.	$U$ от $0,1U_H$ до $1,2U_H$ ; $I$ от $0,1I_H$ до $1,1I_H$ ; $U_H \leq 240 \text{ В}$ ; $I_H \leq 10 \text{ А}$	$\delta = \pm 0,004$	$40 \text{ Гц} \leq f_1 \leq 70 \text{ Гц}$ ;
		$\gamma^{3)} = \pm 0,006$	$0,99 < K^{2)} \leq 1$
		$\gamma^{3)} = \pm 0,003$	$0,02 < K^{2)} \leq 0,99$
Реактивная электрическая мощность синусоидальных сигналов $U$ и $I$ , вар.	от $0,1U_H$ до $1,2U_H$ ; от $0,1 I_H$ до $1,1I_H$ ; $U_H = 480 \text{ В}$ ; $I_H = 40 \text{ А}$		$40 \text{ Гц} \leq f_1 \leq 70 \text{ Гц}$ ;
		$\delta = \pm 0,005$	$0,99 < K^{2)} \leq 1$
		$\gamma^{3)} = \pm 0,007$	$0,02 < K^{2)} \leq 0,99$
Активная и реактивная электрическая мощность основной гармоники, Вт (вар)	от $0,1U_H$ до $1,2U_H$ ; от $0,1 I_H$ до $1,1I_H$ ; $U_H \leq 480 \text{ В}$ ; $I_H \leq 40 \text{ А}$	$\gamma^{3)} = \pm 0,004$	$K < 0,02$
			$16 \text{ Гц} \leq f_1 \leq 450 \text{ Гц}$ ;
		$\delta = \pm 0,007$	$0,99 < K^{2)} \leq 1$
		$\gamma^{3)} = \pm 0,012$	$0,02 < K \leq 0,99$
	$\gamma^{3)} = \pm 0,009$	$K \leq 0,02$	

Продолжение таблицы Б.1

Измеряемые величины	Диапазоны или поддиапазоны измерений или информативных параметров	Пределы допускаемой погрешности: $\gamma$ – приведенной, %; $\delta$ – относительной, %; $\Delta$ – абсолютной	Примечание
Полная электрическая мощность, В·А	U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> ; I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,1I <sub>Н</sub> ; U <sub>Н</sub> ≤ 240 В; I <sub>Н</sub> ≤ 10 А	$\delta = \pm 0,008$	40 Гц ≤ f <sub>1</sub> ≤ 70 Гц
	U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> ; I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,1I <sub>Н</sub> ; U <sub>Н</sub> = 480 В; I <sub>Н</sub> = 40 А	$\delta = \pm 0,01$	40 Гц ≤ f <sub>1</sub> ≤ 70 Гц
	U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> ; I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,1I <sub>Н</sub> ; U <sub>Н</sub> ≤ 480 В; I <sub>Н</sub> ≤ 40 А	$\delta = \pm 0,015$	16 Гц ≤ f <sub>1</sub> ≤ 450 Гц
Напряжение гармоник порядка h (U <sub>h</sub> ), В	от 0 до 0,5U; U <sub>h</sub> < U <sub>Н</sub> - U <sub>1</sub>		U <sub>h</sub> ≤ 0,01U;
		$\gamma = \pm 0,005$	2 ≤ h ≤ 20 <sup>4)</sup>
		$\gamma = \pm 0,01$	20 < h ≤ 50 <sup>5)</sup> ;
			U <sub>h</sub> > 0,01U;
		$\delta = \pm 0,5$	2 ≤ h ≤ 20 <sup>4)</sup>
	$\delta = \pm 1$	20 < h ≤ 50 <sup>5)</sup>	
Сила тока гармоник порядка h (I <sub>h</sub> ), А	от 0 до 0,7I <sub>1</sub> ; I <sub>h</sub> < I <sub>Н</sub> - I <sub>1</sub>		I <sub>h</sub> ≤ 0,01·I <sub>1</sub> ;
		$\gamma = \pm 0,005$	2 ≤ h ≤ 20 <sup>4)</sup>
		$\gamma = \pm 0,01$	20 < h ≤ 50 <sup>5)</sup>
			I <sub>h</sub> > 0,01·I <sub>1</sub> ;
		$\delta = \pm 0,5$	2 ≤ h ≤ 20 <sup>4)</sup>
	$\delta = \pm 1$	20 < h ≤ 50 <sup>5)</sup>	
Средневыпрямленное значение напряжения, В	U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> U <sub>Н</sub> = 0,07 В	0,05	16 Гц < f <sub>1</sub> ≤ 450 Гц
	U от 0,1U <sub>Н</sub> до 1,2U <sub>Н</sub> U <sub>Н</sub> ≥ 0,7 В	0,02	
Средневыпрямленное значение силы тока, А	I от 0,1I <sub>Н</sub> до 1,1I <sub>Н</sub>	0,02	16 Гц < f <sub>1</sub> ≤ 450 Гц
Угол сдвига фаз между током и напряжением гармоник порядка h, градус	от 0 до ±180	$\Delta = \pm k_F \cdot h \cdot f_1$ , где $k_F = 0,00003 \frac{\text{градус}}{\text{Гц}}$	2 ≤ h ≤ 50 <sup>5)</sup> ;
Коэффициент гармоник напряжения порядка h (K <sub>U(h)</sub> ), %	от 0 до 50		K <sub>U(h)</sub> ≤ 1,0;
		$\Delta = \pm 0,0005$	2 ≤ h ≤ 20 <sup>4)</sup>
		$\Delta = \pm 0,001$	20 < h ≤ 50 <sup>5)</sup>
			K <sub>U(h)</sub> > 1,0;
		$\delta = \pm 0,05$	2 ≤ h ≤ 20 <sup>4)</sup>
	$\delta = \pm 0,1$	20 < h ≤ 50 <sup>5)</sup>	
Коэффициент гармоник тока порядка h (K <sub>I(h)</sub> ), %	от 0 до 70		K <sub>I(h)</sub> ≤ 1;
		$\Delta = \pm 0,0005$	2 ≤ h ≤ 20 <sup>4)</sup>
		$\Delta = \pm 0,001$	20 < h ≤ 50 <sup>5)</sup>
			K <sub>I(h)</sub> > 1;
		$\delta = \pm 0,05$	2 ≤ h ≤ 20 <sup>4)</sup>
	$\delta = \pm 0,1$	20 < h ≤ 50 <sup>5)</sup>	
Суммарный коэффициент гармоник напряжения (K <sub>U</sub> ) и тока (K <sub>I</sub> ), %	от 0 до 50	$\Delta = \pm 0,002$	K <sub>U</sub> ≤ 1; K <sub>I</sub> ≤ 1
		$\delta = \pm 0,2$	K <sub>U</sub> > 1; K <sub>I</sub> > 1

Продолжение таблицы Б.1

Измеряемые величины	Диапазоны или поддиапазоны измерений или информативных параметров	Пределы допускаемой погрешности: $\gamma$ – приведенной, %; $\delta$ – относительной, %; $\Delta$ – абсолютной	Примечание
Среднеквадратическое значение интергармоники напряжения частоты $m f_1$ для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $U_m$ ), В	от 0 до $0,15 \cdot U_1$		$U_m \leq 0,01 \cdot U_1$
		$\gamma = \pm 0,005$	$0,5 \leq m \leq 19,5$ <sup>4)</sup>
		$\gamma = \pm 0,01$	$20,5 \leq m \leq 50,5$ <sup>5)</sup>
			$U_m > 0,01 \cdot U_1$
		$\delta = \pm 0,5$	$0,5 \leq m \leq 19,5$ <sup>4)</sup>
		$\delta = \pm 1$	$20,5 \leq m \leq 50,5$ <sup>5)</sup>
Среднеквадратическое значение силы тока интергармоники частоты $m f_1$ для $m$ от 0,5 до 50,5 с дискретностью 1,0 ( $I_m$ ), А	от 0 до $0,15 \cdot I_1$		$I_m \leq 0,01 \cdot I_1$
		$\gamma = \pm 0,005$	$0,5 \leq m \leq 19,5$ <sup>4)</sup>
		$\gamma = \pm 0,01$	$20,5 \leq m \leq 50,5$ <sup>5)</sup>
			$I_m > 0,01 \cdot I_1$
		$\delta = \pm 0,5$	$0,5 \leq m \leq 19,5$ <sup>4)</sup>
		$\delta = \pm 1$	$20,5 \leq m \leq 50,5$ <sup>5)</sup>
Угол сдвига фаз между основной гармоникой напряжения и опорным сигналом 1 Гц (PPS), градус	от 0 до $\pm 180$	$\Delta = \pm k_F \cdot f_1$	$0,01 \text{ В} \leq U \leq 80 \text{ В}$
		где $k_F = 0,0001 \frac{\text{градус}}{\text{Гц}}$	
		$\Delta = \pm k_F \cdot f_1$ где $k_F = 0,00015 \frac{\text{градус}}{\text{Гц}}$	$U > 80 \text{ В}$
<b>Примечания</b>			
1) метрологические характеристики при измерении активной и реактивной электрической мощности сохраняются при выполнении перечисленных ниже условий:			
- значения коэффициентов гармоник тока и напряжения одного порядка в диапазоне частот от 16 до 450 Гц не превышают соответственно 40 % и 10 %;			
- значения коэффициентов интергармоник тока и напряжения одной частоты в диапазоне частот от 16 до 450 Гц не превышают соответственно 40 % и 10 %;			
- значения коэффициентов гармоник тока и напряжения одного порядка в диапазоне частот свыше 450 до 2500 Гц не превышают соответственно 20 % и 5 %;			
- значения коэффициентов интергармоник тока и напряжения одной частоты в диапазоне свыше 450 до 2525 Гц не превышают соответственно 20 % и 5 %;			
- суммарный коэффициент гармоник и суммарный коэффициент интергармоник не должны превышать 70 % для тока и 50 % для напряжения.			
2) $K = \cos \varphi$ при измерении активной мощности и $K = \sin \varphi$ при измерении реактивной мощности.			
3) $\gamma^3$ – приведенная погрешность измерения (нормирующее значение – полная электрическая мощность входного сигнала);			
4) частоты гармоник ( $h \cdot f_1$ ) или интергармоник ( $m \cdot f_1$ ) не должны превышать 1020 Гц;			
5) частоты гармоник ( $h \cdot f_1$ ) или интергармоник ( $m \cdot f_1$ ) не должны превышать 2550 Гц.			





Таблица В.1

U <sub>н</sub> , В	U <sub>э</sub> , В	Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0, % при частоте основной (первой) гармоники 53 Гц	
		$\delta_U$	$\delta_{U1}$
480	480		
240	264		
240	120		
240	24		
120	120		
60	60		
60	8		
7	8		
7	0,8		
0,7	0,8		
0,7	0,08		
0,07	0,08		
0,07	0,01		

Таблица В.2

U <sub>н</sub> , В	U <sub>э</sub> , В	Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0, % при частоте основной (первой) гармоники 400 Гц	
		$\delta_U$	$\delta_{U1}$
240	240		
240	60		
60	60		
60	10		
7	8		
0,7	0,8		
0,07	0,08		

Таблица В.3

U <sub>н</sub> , В	U <sub>э</sub> , В	Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0, % при частоте основной (первой) гармоники 16 Гц	
		$\delta_U$	$\delta_{U1}$
240	240		
120	120		
0,7	0,8		

5.2 Результаты определения относительной погрешности измерения среднеквадратического (действующего) значения силы переменного тока  $\delta_I$  и основной (первой) гармонической составляющей переменного тока  $\delta_{I1}$  приведены в таблицах В.4, В.5, В.6.

Таблица В.4

$I_H, A$	$I_3, A$	Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0, % при частоте основной (первой) гармоники 53 Гц	
		$\delta_I$	$\delta_{I1}$
50	10		
10	10		
5	5		
5 или 10	1		
1	1		
1	0,1		
0,1	0,1		
0,1	0,01		

Таблица В.5

$I_H, A$	$I_3, A$	Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0, % при частоте основной (первой) гармоники 400 Гц	
		$\delta_I$	$\delta_{I1}$
5	5		
5	1		
0,1	0,1		

Таблица В.6

$I_H, A$	$I_3, A$	Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0, % при частоте основной (первой) гармоники 16 Гц	
		$\delta_I$	$\delta_{I1}$
5	1		
1	1		

5.3 Результаты определения относительной погрешности измерения активной мощности  $\delta_P$  приведены в таблице В.7.

Таблица В.7

Диапазон измерений		Параметры испытательного сигнала			Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0 ( $\delta_p$ ), % при частоте основной (первой) гармоники 53 Гц
$U_n$ , В	$I_n$ , А	U, В	I, А	Сos $\varphi$	
480	5	480	5	1,0	
480	5	480	5	0,5L	
480	5	480	2,5	0,5C	
240	1	220	1	1,0	
240	1	220	1	0,5L	
240	1	220	0,5	0,5C	
240	1	220	0,1	0,5L	
240	5	220	5	0L	
240	5	220	5	0C	
120	10	100	1	1,0	
120	10	100	0,5	0,5L	
120	10	100	0,5	0,5C	
120	1	100	0,5	0,2C	
120	1	100	0,5	0,2 L	
60	5	66	6	1,0	
60	5	60	2,5	0,5L	
60	5	60	0,5	0,5C	
30	1	10	1	0,5L	
7	1	5	1	0,5C	
0,7	0,1	0,7	0,05	1,0	
0,07	1	1	1	1,0	

5.4 Результаты определения относительной погрешности измерения частоты переменного тока  $\delta_F$  приведены в таблице В.8.

Таблица В.8

Заданное значение частоты напряжения, Гц	Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0 ( $\delta_F$ ), Гц
16	
53	
400	

5.5 Результаты определения абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига между основными гармоническими составляющими напряжения и тока  $\Delta\varphi_{UI}$  приведены в таблице В.9.

Таблица В.9

частота первой (основной)	Диапазон измерений		Параметры испытательного сигнала			Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0 $\Delta\varphi_{UI}, ^\circ$
	$f, \text{ Гц}$	$U_H, \text{ В}$	$I_H, \text{ А}$	$U, \text{ В}$	$I, \text{ А}$	
53	480	5	480	5	$0_L$	
	480	5	480	5	$0_C$	
	240	1	220	1	$0_L$	
	240	1	220	1	$0_C$	
	120	10	100	10	$0_L$	
	120	10	100	10	$0_C$	
	60	0,1	60	0,1	$0_L$	
	60	0,1	60	0,1	$0_C$	
	7	1	7	0,1	$0_C$	
	0,7	1	0,7	0,1	$0_L$	
	0,07	1	0,07	0,1	$0_L$	

5.6 Результаты определения погрешности измерения коэффициента гармонической составляющей напряжения и суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения приведены в таблице В.10.

Таблица В.10

частота первой (основной) гармоники, Гц	номер гармоники	Параметры испытательного сигнала (значение коэффициента гармонической составляющей), %	Погрешность ВЭТ-МЭ 1.0, $\delta_{K(h)}$ или $\Delta_{K(h)}, \%$
52.213868	4	15	
	9	3	
	24	0,5	
400	5	5	

5.7 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.11.

Таблица В.11

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
0,07	0,07	
0,7	0,7	
7	8	
60	8	

**Вывод:** по метрологическим характеристикам Установка соответствует (не соответствует) требованиям Приложения Б методики поверки МП 2203-0284-2014.

## **6 Проверка электрических параметров**

**Вывод:** по электрическим параметрам Установка соответствует (не соответствует) требованиям п. 6.4.7 методики поверки МП 2203-0284-2014

## **7 Подтверждение соответствия программного обеспечения**

7.1 Наименование ПО, номер версии ПО и контрольная сумма метрологически значимой части ПО соответствуют (не соответствуют) требованиям п.6.5 методики поверки МП 2203-0284-2014.

**Вывод по результатам поверки:** Установка электроэнергетическая эталонная ВЭТ-МЭ 1.0 соответствует (не соответствует) требованиям методики поверки МП 2203-0284-2014

Дата

Подпись поверителя

М.П.