


СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ОАО «Белэлектромонтажналадка»



С.Н. Алехнович
2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора БелГИМ


Ю.В. Козак
« 24 » 08 2023 г.


Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТР М2
Методика поверки

МРБ МП. 3687-2023

Листов 29

Разработчик:
Начальник СКБ
ОАО «Белэлектромонтажналадка»


О.В. Шишло
« 22 » 08 2023 г.

Минск, 2023

КОПИЯ ВЕРНА
« 18 » 08 2023 г.
подпись 

Содержание

Вводная часть.....	3
1 Нормативные ссылки	3
2 Операции поверки	3
3 Средства поверки.....	5
4 Требования к квалификации поверителей	7
5 Требования безопасности	7
6 Условия поверки	7
7 Подготовка к поверке.....	8
8 Проведение поверки	8
9 Оформление результатов поверки	21
Приложение А (обязательное) Обязательные метрологические требования	22
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки	23
Библиография.....	28

Вводная часть

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на вольтамперфазометр М2 (далее – ВАФ М2) производства открытого акционерного общества «Белэлектромонтажналадка» (далее – ОАО «Белэлектромонтажналадка») и устанавливает методы проведения их первичной и последующей поверок.

Обязательные метрологические требования, предъявляемые к ВАФ М2, приведены в приложении А.

1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее ТНПА):

- ✓ ТКП 181-2009 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- ✓ ТКП 427-2022 Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации;
- ✓ ГОСТ 12.3.019-1980 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
3 Определение метрологических характеристик			
3.1 Проверка диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении среднеквадратического значения (далее – СКЗ) напряжения переменного тока	8.3.1	Да	Да
3.2 Проверка диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении СКЗ силы переменного тока	8.3.2	Да	Да
3.3 Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока	8.3.3	Да	Да
3.4 Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига между: - синусоидальным напряжением и синусоидальным током; - синусоидальным током и синусоидальным напряжением; - двумя синусоидальными токами*; - двумя синусоидальными напряжениями	8.3.4	Да	Да
3.5 Проверка диапазона измерений и основной приведённой погрешности при измерении напряжения постоянного тока	8.3.5	Да	Да
4 Оформление результатов поверки	9	Да	Да
* Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными токами проводится только при наличии в комплекте поставки ВАФ М2 двух клещевых приставок.			
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, поверку прекращают.			

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики		
1	2		
8.2.1.1	Мегаомметр М4100/3. Диапазон измерений от 0 до 100 МОм. Класс точности 1,0. Номинальное испытательное напряжение (500 ± 50) В.		
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Комплекс программно-технический измерительный Ретом-61 (далее – Ретом-61).		
	Наименование величины	Диапазон воспроизведения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения
	Воспроизведение напряжения переменного тока	В трехфазном режиме	±(0,004·U + 0,00004·U _к) В
		В однофазном режиме	
	Воспроизведение напряжения постоянного тока	0,09 – 380 В	±(0,004·U + 0,00004·U _к) В
	Воспроизведение силы постоянного тока	0,01 – 30 А	±(0,005·I + 0,0001·I _к) А
	Погрешность воспроизведения силы переменного тока	В трехфазном режиме	±(0,005·I + 0,0001·I _к) А
		В однофазном режиме	
	Воспроизведение угла фазового сдвига	0 – 359,9°	±1,0°
	Генерирование частоты напряжения	1 – 600 Гц	±0,01 Гц
		600 – 800 Гц, 800 – 1000 Гц	±0,03 Гц
	Измерение напряжения постоянного и переменного тока	0,5 – 500 В	±(0,014·U + 0,001·U _к) В
8.3.1, 8.3.4	Блок трёхфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН. Коэффициент трансформации 1,0/√3; 1,0; √3; 5,0. Добавочный коэффициент трансформации 1,00; 1,05. Диапазон частот от 45 до 185 Гц.		

Продолжение таблицы 2

1	2
8.3.1	<p>Вольтметр универсальный В7-54/3. Пределы допускаемой основной погрешности в диапазоне частот при измерении среднеквадратического напряжения переменного тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 20 – 60 Гц - $\pm(0,4\% \text{ от } U + 700 \text{ мВ})$; - 60 – 400 Гц - $\pm(0,3\% \text{ от } U + 700 \text{ мВ})$. <p>Диапазон измерения напряжения переменного тока от 1 мкВ до 700 В. Диапазон частот от 10 Гц до 1 МГц.</p>
8.3.2	<p>Амперметр переменного тока ЦА8500/1. Класс точности 0,1. Диапазоны измерений входного сигнала: 0-0,1; 0-0,25; 0-0,5; 0-1,0; 0-2,5 А. Нормальная область частот входных сигналов от 45 до 55 Гц. Рабочая область частот входных сигналов от 55 до 1000 Гц.</p> <p>Амперметр переменного тока ЦА8500/2. Класс точности 0,1. Диапазоны измерений входного сигнала: 0-2,5; 0-5; 0-10; 0-20; 0-50 А. Нормальная область частот входных сигналов от 45 до 55 Гц. Рабочая область частот входных сигналов от 55 до 1000 Гц.</p>
8.3.5	<p>Прибор для поверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12. Диапазон установки выходных напряжений постоянного тока от 0,1 мкВ до 1000 В.</p> <p>Поддиапазон 1 В: устанавливаемое значение напряжения постоянного тока от 1 мкВ до 0,1 В; пределы допускаемой основной погрешности установки калиброванных напряжений постоянного тока $\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 1 \text{ мкВ})$; пределы погрешности установки калиброванных напряжений постоянного тока относительно меры электродвижущей силы (далее – ЭДС) $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 1 \text{ мкВ})$.</p> <p>Поддиапазон 10 В: устанавливаемое значение напряжения постоянного тока от 10 мкВ до 10 В; пределы допускаемой основной погрешности установки калиброванных напряжений постоянного тока $\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 10 \text{ мкВ})$; пределы погрешности установки калиброванных напряжений постоянного тока относительно меры ЭДС $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_k + 10 \text{ мкВ})$.</p> <p>Поддиапазон 100 В: устанавливаемое значение напряжения постоянного тока от 100 мкВ до 100 В; пределы допускаемой основной погрешности установки калиброванных напряжений постоянного тока $\pm(5 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 200 \text{ мкВ})$; пределы погрешности установки калиброванных напряжений постоянного тока относительно меры ЭДС $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 200 \text{ мкВ})$.</p> <p>Поддиапазон 1000 В: устанавливаемое значение напряжения постоянного тока от 1 мВ до 1000 В; пределы допускаемой основной погрешности установки калиброванных напряжений постоянного тока $\pm(6 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 2 \text{ мВ})$; пределы погрешности установки калиброванных напряжений постоянного тока относительно меры ЭДС $\pm(2,5 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 2 \text{ мВ})$.</p>

Окончание таблицы 2

1	2
6	Термогигрометр ИВА-6А. Диапазон измерения относительной влажности от 0 % до 98 %, пределы погрешности измерения влажности ± 2 %. Диапазон измерения температуры от минус 20 °С до плюс 60 °С, пределы погрешности измерения $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерения атмосферного давления от 700 гПа до 1100 гПа, пределы погрешности измерения атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа.
1	U – значение измеренного напряжения;
2	U _к – установленное значение выходного напряжения.
3	Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых ВАФ М2 с требуемой точностью.
4	Все эталоны должны иметь действующие знаки поверки (калибровки) и (или) свидетельства о поверке (калибровки).

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки должны допускаться лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

4.2 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений.

4.3 Перед началом поверки поверитель должен изучить эксплуатационную документацию (далее – ЭД) поверяемого ВАФ М2 [1] и средств поверки, настоящую МП и правила техники безопасности.

5 Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться требования ТКП 181, ТКП 427, требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах поверяемого ВАФ М2 [1] и средств поверки.

6 Условия поверки

Поверка должна проводиться при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверку наличия средств поверки в соответствии с таблицей 2 настоящей МП и соответствия их метрологических характеристик требуемым значениям;

- проверку наличия действующих свидетельств о поверке (калибровки) на средства поверки или знаков поверки (калибровки), подтверждающих прохождение метрологической оценки в органах государственной метрологической службы;

- установку вспомогательных средств поверки, позволяющих в процессе поверки контролировать изменения влияющих факторов (температуру окружающего воздуха, относительную влажность воздуха, атмосферное давление);

- проверку соблюдения условий по разделу 6 настоящей МП.

7.2 Подготовку и проверку работоспособности средств поверки выполняют согласно ЭД на них.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие ВАФ М2 следующим требованиям:

- отсутствие внешних механических повреждений ВАФ М2, влияющих на работоспособность и безопасность его применения;

- чистота гнезд прибора;

- комплектность ВАФ М2 должна соответствовать [1];

- наличие маркировки и надписей на лицевой панели в соответствии с представленной документацией [1] и [2].

8.1.2 ВАФ М2 должен соответствовать всем требованиям 8.1.1.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.2.1.1 Электрическое сопротивление изоляции измеряют при помощи мегаомметра с номинальным испытательным напряжением 500 В между:

- соединёнными гнездами “U”, “*” и металлическими губками клещевой приставки с одной стороны и частью корпуса, покрытой металлической фольгой (за исключением областей вокруг гнезд прибора).

Примечание – Расстояние от фольги до гнезд прибора должно быть не более 20 мм.

8.2.1.2 Показания снимают после достижения установившегося значения не менее чем через 5 с и не более чем через 1 мин.

8.2.1.3 Результаты проверки считают положительными, если измеренные значения электрического сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

8.2.2 Проверка функционирования

8.2.2.1 Проверка функционирования проводится в режиме измерения напряжения переменного тока. Собирают схему в соответствии с рисунком 1.

8.2.2.2 Устанавливают на входе ВАФ М2 значение напряжения 8,88 В, при этом: на индикаторе ВАФ М2 должна быть индикация всех сегментов во всех разрядах жидкокристаллического дисплея.

8.2.2.3 Проверяют все режимы работы ВАФ М2 с учетом "*" таблицы 1.

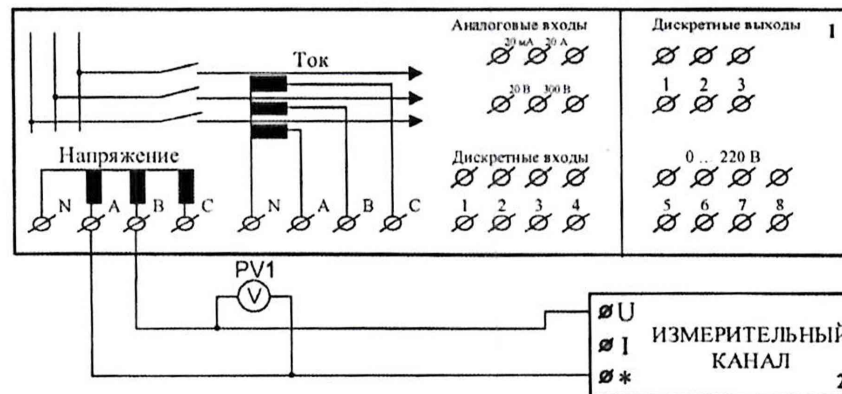
8.2.2.4 Результаты опробования заносят в протокол поверки (приложение Б).

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Проверка диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении СКЗ напряжения переменного тока

8.3.1.1 Проверка диапазона измерений СКЗ напряжения переменного тока проводится совместно с определением основной приведённой погрешности.

8.3.1.2 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 1.



1 – РЕТОМ-61;

2 – ВАФ М2;

PV1 – вольтметр универсальный В7-54/3

Рисунок 1 – Схема проверки диапазона измерений и определения основной приведённой погрешности при измерении СКЗ напряжения переменного тока ($U \leq 200$ В)

8.3.1.3 Устанавливают последовательно при помощи РЕТОМ-61 на входе ВАФ М2 значения напряжения 1; 13; 75; 130 и 200 В частотой 50 Гц. Измеренные значения напряжения переменного тока заносят в протокол (приложение Б).

8.3.1.4 Основную приведённую погрешность при измерении СКЗ напряжения переменного тока γ_1 , %, вычисляют по формуле

$$\gamma_1 = \frac{U_b - U_q}{X_N} \cdot 100, \quad (1)$$

где U_b – значение напряжения переменного тока, измеренное поверяемым ВАФ М2, В;

U_q – действительное значение напряжения переменного тока, установленное с помощью эталонного средства измерений, В;

X_N – нормирующее значение, равное диапазону измерений, В, в поддиапазоне от 0 до 14 В включ. $X_N=14$ В; в поддиапазоне свыше 14 до 140 В включ. $X_N=126$ В; в поддиапазоне свыше 140 до 600 В включ. $X_N=460$ В.

8.3.1.5 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

8.3.1.6 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 2.

8.3.1.7 Повторяют операции по п. 8.3.1.3 в точках 300 и 600 В.

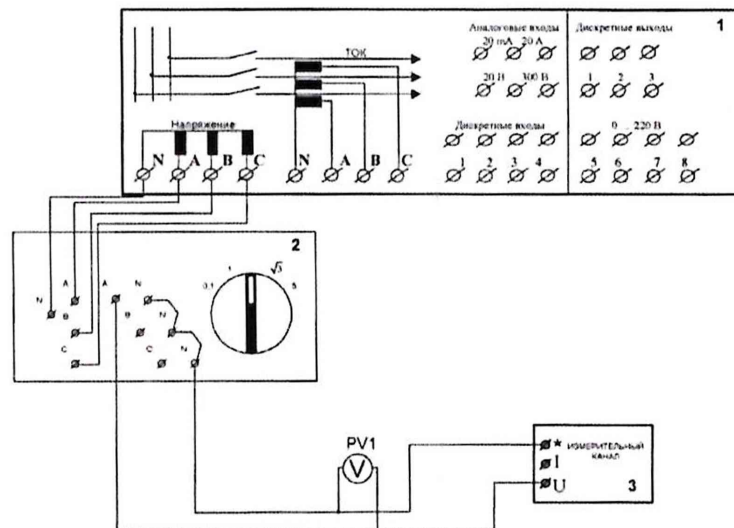
8.3.1.8 Повторяют операции по п.п. 8.3.1.3 и 8.3.1.4 при подаче от РЕТОМ-61 напряжения переменного тока частотой 45; 75 и 100 Гц в точках 13; 130 и 600 В.

8.3.1.9 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

8.3.1.10 Результаты поверки считают положительными:

- если во всех точках поверки значения основной приведённой погрешности при измерении СКЗ напряжения переменного тока находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- если диапазон измерений СКЗ напряжения переменного тока находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.



1 – РЕТОМ-61;

2 – блок трёхфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН;

3 – ВАФ М2;

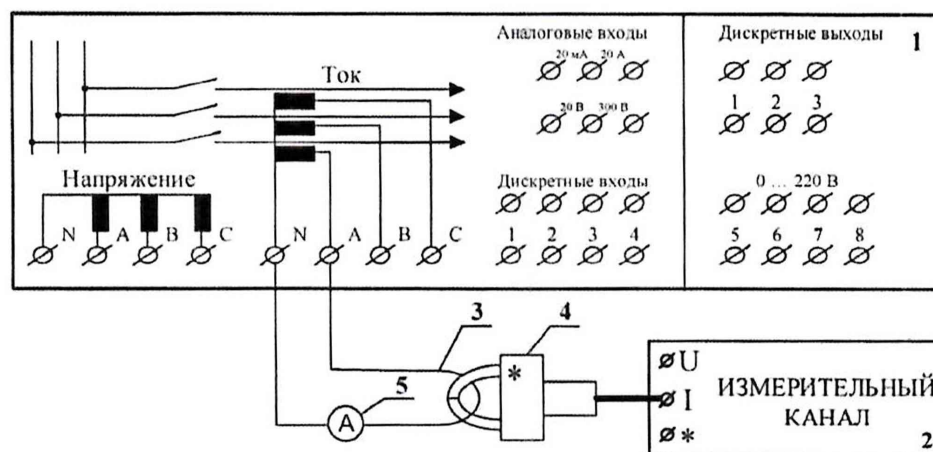
PV1 – вольтметр В7-54/3

Рисунок 2 – Схема проверки диапазона измерений и определения основной приведённой погрешности при измерении СКЗ напряжения переменного тока ($U > 200$ В)

8.3.2 Проверка диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении СКЗ силы переменного тока

8.3.2.1 Проверка диапазона измерений СКЗ силы переменного тока проводится совместно с определением основной приведённой погрешности.

8.3.2.2 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 3.



- 1 – РЕТОМ-61;
- 2 – ВАФ М2;
- 3 – токопровод;
- 4 – клещевая приставка;
- 5 – амперметры переменного тока: ЦА8500/1 (от 0,02 А до 1,3 А); ЦА8500/2 (от 5 А до 10 А)

Рисунок 3 – Схема проверки диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении СКЗ силы переменного тока на частоте от 45 до 100 Гц ($I \leq 2$ А); ($I > 2$ А)

8.3.2.3 Устанавливают на входе поверяемого прибора ВАФ М2 при помощи РЕТОМ-61 значения силы переменного тока 0,02; 0,13; 0,40; 1,30; 5,00 и 10,00 А частотой 50 Гц.

8.3.2.4 Измеренное значение силы переменного тока заносят в протокол (приложение Б).

8.3.2.5 Основную приведённую погрешность при измерении силы переменного тока γ_2 , %, вычисляют по формуле

$$\gamma_2 = \frac{I_b - I_q}{X_N} \cdot 100, \quad (2)$$

где I_b – значение силы переменного тока, измеренное поверяемым ВАФ М2, А;

I_q – действительное значение силы переменного тока, установленное с помощью эталонного средства измерений, А;

X_N – нормирующее значение, равное диапазону измерений, А, в поддиапазоне измерений от 0 до 0,14 А включ. $X_N=0,14$ А; в поддиапазоне измерений свыше 0,14 до 1,40 А включ. $X_N=1,26$ А; в поддиапазоне измерений свыше 1,4 до 10,0 А включ. $X_N=8,6$ А.

8.3.2.6 Повторяют операции по п.п. 8.3.2.2, 8.3.2.3 и 8.3.2.5 при подаче от РЕТОМ-61 силы переменного тока частотой 45; 75 и 100 Гц в точках 0,13; 1,30 и 10,00 А.

8.3.2.7 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

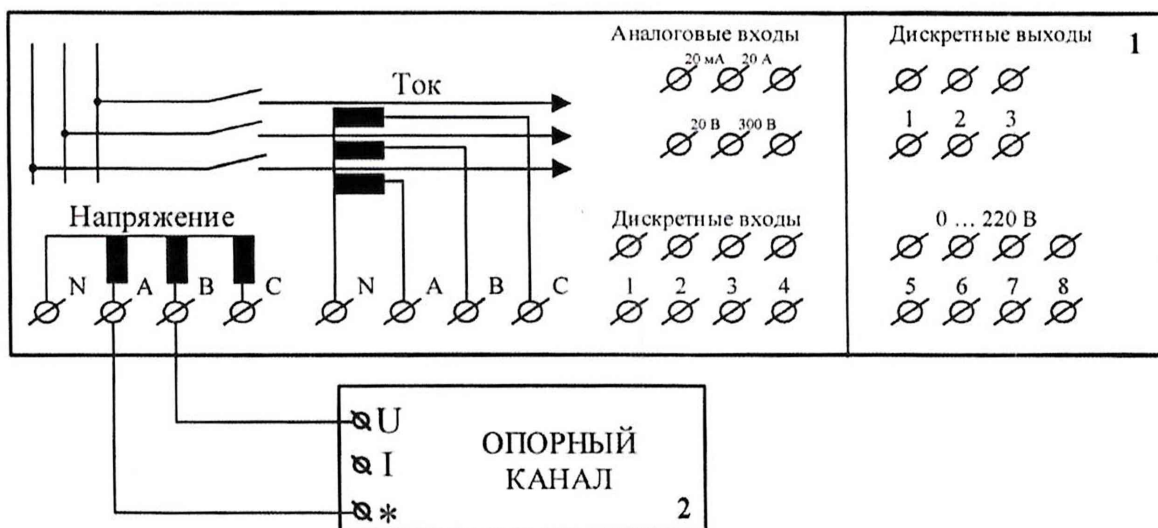
8.3.2.8 Результаты поверки считаются положительными:

- если во всех точках поверки значения основной приведённой погрешности при измерении СКЗ силы переменного тока находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;
- если диапазон измерений СКЗ силы переменного тока находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.3 Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока

8.3.3.1 Проверка диапазона измерений частоты переменного тока проводится совместно с определением основной абсолютной погрешности.

8.3.3.2 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 4.



1 – РЕТОМ-61;

2 – ВАФ М2

Рисунок 4 – Схема проверки диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока по опорному каналу напряжения ($F < 70$ Гц); ($F > 70$ Гц)

8.3.3.3 Устанавливают при помощи РЕТОМ-61 на входе поверяемого ВАФ М2 значения напряжения переменного тока 100 В с частотой 20; 40; 50; 60; 80 и 100 Гц.

8.3.3.4 Измеренное значение частоты переменного тока заносят в протокол (приложение Б).

8.3.3.5 Основную абсолютную погрешность при измерении частоты переменного тока Δ_1 , Гц, вычисляют по формуле

$$\Delta_1 = F_b - F_q, \quad (3)$$

где F_b – значение частоты переменного тока, измеренное поверяемым ВАФ М2, Гц;

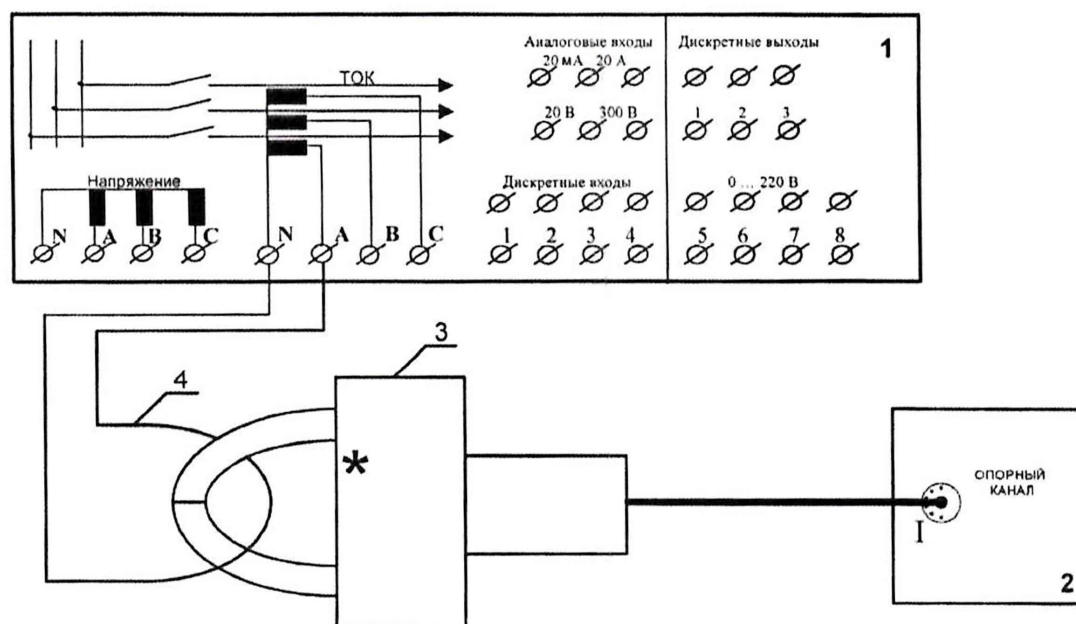
F_q – действительное значение частоты переменного тока, установленное с помощью эталонного средства измерений, Гц.

8.3.3.6 Результаты поверки считаются положительными:

- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- если диапазон измерений частоты переменного тока находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.3.7 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 5.



- 1 – РЕТОМ-61;
 2 – ВАФ М2;
 3 – клещевая приставка;
 4 – токопровод

Рисунок 5 – Схема проверки диапазона измерений и определения основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока по опорному каналу тока ($F < 70$ Гц); ($F > 70$ Гц)

8.3.3.8 Устанавливают при помощи РЕТОМ-61 на входе поверяемого ВАФ М2 значения силы переменного тока 1 А частотой 20; 40; 50; 60; 80 и 100 Гц.

8.3.3.9 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

8.3.3.10 Основную абсолютную погрешность при измерении частоты переменного тока вычисляют по формуле (3).

8.3.3.11 Результаты поверки считаются положительными:

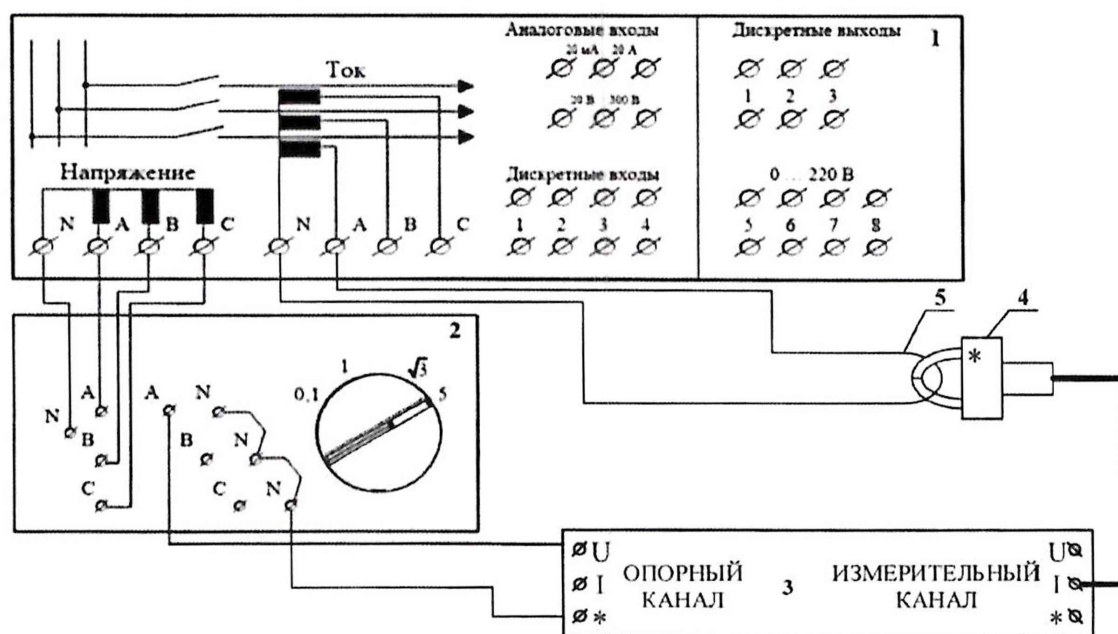
- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;
- если диапазон измерений частоты переменного тока находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.4 Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига

8.3.4.1 Проверка диапазона измерений углов фазового сдвига между синусоидальным напряжением и синусоидальным током проводится совместно с определением основной абсолютной погрешности

8.3.4.1.1 Определение углов фазового сдвига тока относительно канала опорного напряжения

8.3.4.1.1.1 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 6.



- 1 – РЕТОМ-61;
- 2 – блок трёхфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН;
- 3 – ВАФ М2;
- 4 – измерительная клещевая приставка;
- 5 – токопровод

Рисунок 6 – Схема проверки диапазонов измерений и определения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига между напряжением и током

Примечание – Обратить внимание на правильность фазирования и положение клещевых приставок. Угол фазового сдвига электрических цепей эталонного и поверяемого средств измерений установлен правильно, если показаниям 30° (С) поверяемого прибора соответствуют 30° эталонного прибора и минус 30° (L) поверяемого прибора соответствуют минус 30° эталонного при установке на измерительном канале тока, на опорном канале напряжения.

8.3.4.1.1.2 Устанавливают на входе поверяемого ВАФ М2 значение угла фазового сдвига между синусоидальными напряжением и током, равным 0°, информативные параметры входного сигнала – в соответствии с таблицей 3.

8.3.4.1.1.3 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

8.3.4.1.1.4 Основную абсолютную погрешность при измерении углов фазового сдвига Δ_2 , °, вычисляют по формуле

$$\Delta_2 = A_b - A_q, \quad (4)$$

где A_b – значение углов фазового сдвига, измеренное поверяемым ВАФ М2, °;
 A_q – действительное значение углов фазового сдвига, установленное с помощью эталонного средства измерений, °.

8.3.4.1.1.5 Результаты поверки считаются положительными:

- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- если диапазон измерений углов фазового сдвига находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

Таблица 3 – Информативные параметры входного сигнала при измерении углов фазового сдвига между синусоидальным напряжением и током на частоте 50 Гц

Информативные параметры входного сигнала		
Напряжение на опорном канале, В	Сила тока на измерительном канале, А	Частота, Гц
2	0,01	50
	1,00	
	10,0	
50	0,10	
	1,00	
	10,0	
600	0,10	
	1,00	
	10,0	

8.3.4.1.1.6 Устанавливают на входе поверяемого ВАФ М2 значение угла фазового сдвига между синусоидальным напряжением и током, равным 0°, информативные параметры входного сигнала – в соответствии с таблицей 4.

8.3.4.1.1.7 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

Таблица 4 – Информативные параметры входного сигнала при измерении углов фазового сдвига между синусоидальным напряжением и током на частотах 20 Гц; 50 Гц и 70 Гц

Информативные параметры входного сигнала		
Напряжение на опорном канале, В	Сила тока на измерительном канале, А	Частота, Гц
50	1,0	20
		50
		70

8.3.4.1.1.8 Определяют по формуле (4) основную абсолютную погрешность при измерении углов фазового сдвига.

8.3.4.1.1.9 Устанавливают на входе поверяемого ВАФ М2 информативные параметры входного сигнала и значения углов фазового сдвига между синусоидальным напряжением и синусоидальным током в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Информативные параметры входного сигнала при измерении углов фазового сдвига 90°; 180° и 270°

Информативные параметры входного сигнала			Значение угла фазового сдвига
Напряжение на опорном канале, В	Сила тока на измерительном канале, А	Частота, Гц	
50	1	50	90°
			180°
			270°

8.3.4.1.1.10 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

8.3.4.1.1.11 Основную абсолютную погрешность при измерении углов фазового сдвига вычисляют по формуле (4) в диапазоне измерения углов фазового сдвига от 0° до 180°. В диапазоне измерения углов фазового сдвига от 180° до 360° основную абсолютную погрешность Δ_2 , °, вычисляют по формуле

$$\Delta_2 = A_b - (360^\circ - A_q). \quad (5)$$

8.3.4.1.1.12 Результаты поверки считаются положительными:

- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- если диапазон измерений углов фазового сдвига находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.4.1.2 Определение углов фазового сдвига напряжения относительно канала опорного тока

8.3.4.1.2.1 Поменять местами сигналы измерительного и опорного каналов (рисунок 6), т.е. на измерительном канале установить напряжение, а на опорном канале – ток.

8.3.4.1.2.2 Устанавливают на входе поверяемого ВАФ М2 информативные параметры входного сигнала и значения углов фазового сдвига между синусоидальным током и синусоидальным напряжением в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Информативные параметры входного сигнала при измерении углов фазового сдвига между синусоидальным током и напряжением

Информативные параметры входного сигнала			Значение угла фазового сдвига
Сила тока на опорном канале, А	Напряжение на измерительном канале, В	Частота, Гц	
1	50	50	0°
			90°
			180°
			270°

8.3.4.1.2.3 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

8.3.4.1.2.4 Основную абсолютную погрешность при измерении углов фазового сдвига вычисляют по формулам (4) и (5).

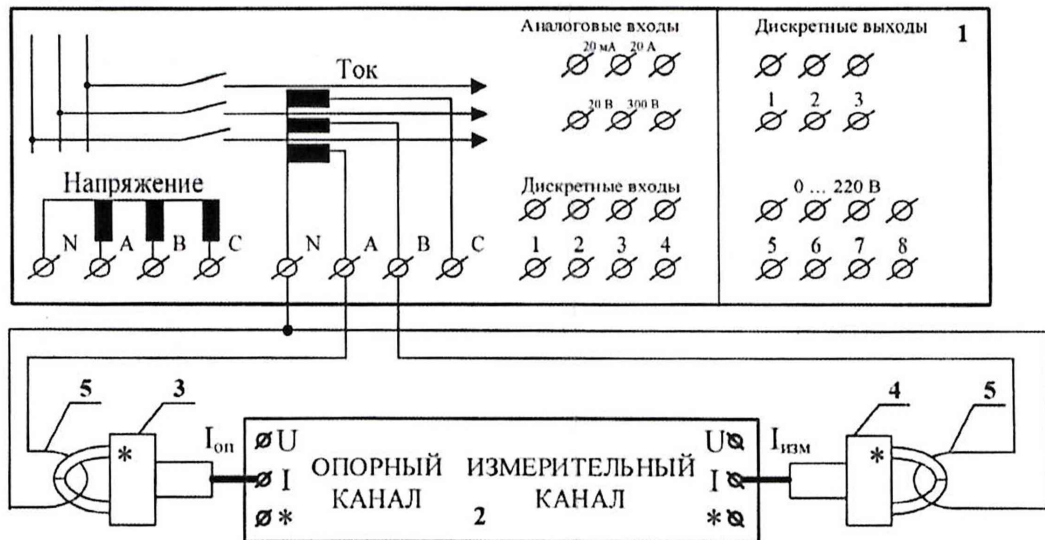
8.3.4.1.2.5 Результаты поверки считаются положительными:

- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- если диапазон измерений углов фазового сдвига находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.4.2 Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными токами

8.3.4.2.1 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 7.



- 1 – РЕТОМ-61;
- 2 – ВАФ М2;
- 3 – опорная клещевая приставка;
- 4 – измерительная клещевая приставка;
- 5 – токопровод

Рисунок 7 – Схема проверки диапазона измерений и определения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными токами

8.3.4.2.2 Устанавливают на входе поверяемого ВАФ М2 информативные параметры входного сигнала и значения углов фазового сдвига между двумя синусоидальными токами в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Информативные параметры входного сигнала при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными токами

Информативные параметры входного сигнала			Значение угла фазового сдвига
Сила тока на опорном канале, А	Сила тока на измерительном канале, А	Частота, Гц	
1,0	2,0	50	0°
			90°
			180°
			270°

8.3.4.2.3 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

8.3.4.2.4 Основную абсолютную погрешность при измерении углов фазового сдвига в градусах вычисляют по формулам (4) и (5).

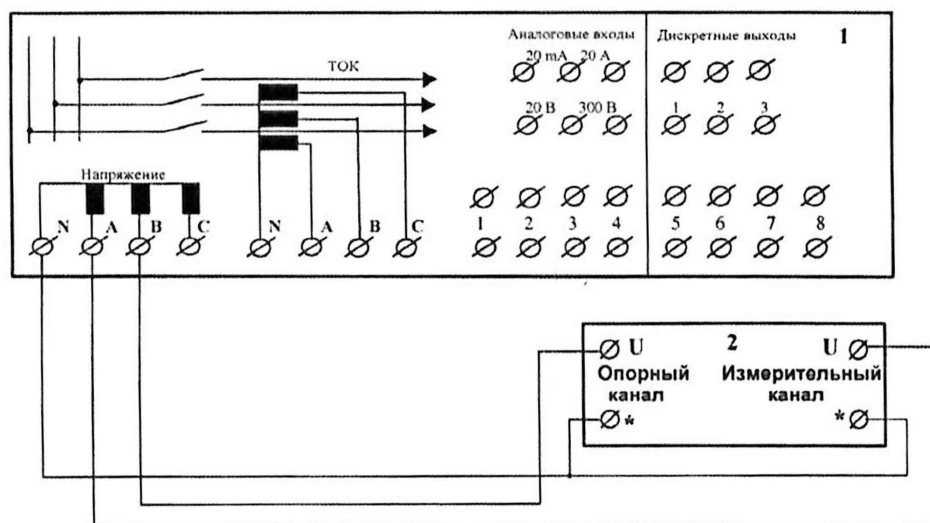
8.3.4.2.5 Результаты поверки считаются положительными:

- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- если диапазон измерений углов фазового сдвига находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.4.3 Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными напряжениями

8.3.4.3.1 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 8.



1 – РЕТОМ-61;

2 – ВАФ М2

Рисунок 8 – Схема проверки диапазона измерений и определения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными напряжениями

8.3.4.3.2 Устанавливают на опорном и измерительном каналах поверяемого ВАФ М2 информативные параметры входного сигнала и значения углов фазового сдвига между двумя синусоидальными напряжениями в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 – Информативные параметры входного сигнала при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными напряжениями

Информативные параметры входного сигнала			Значение угла фазового сдвига
Напряжение на опорном канале, В	Напряжение на измерительном канале, В	Частота, Гц	
50	100	50	0°
			90°
			180°
			270°

8.3.4.3.3 Результаты измерений занести в протокол (приложение Б).

8.3.4.3.4 Основную абсолютную погрешность при измерении углов фазового сдвига в градусах вычисляют по формулам (4) и (5).

8.3.4.3.5 Результаты поверки считаются положительными:

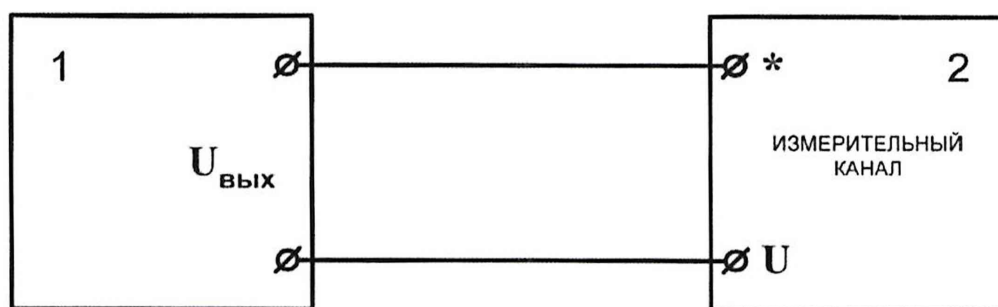
- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- если диапазон измерений углов фазового сдвига находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

8.3.5 Проверка диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении напряжения постоянного тока

8.3.5.1 Проверка диапазона измерений напряжения постоянного тока проводится совместно с определением основной приведённой погрешности.

8.3.5.2 Собирают схему измерения в соответствии с рисунком 9.



1 – прибор для поверки вольтметров В1-12;

2 – ВАФ М2

Рисунок 9 – Схема проверки диапазона измерений и определения основной приведённой погрешности при измерении напряжения постоянного тока

8.3.5.3 Последовательно устанавливают при помощи прибора для поверки вольтметров В1-12 на входе ВАФ М2 значения напряжения постоянного тока 1; 19; 50; 190; 300 и 600 В.

8.3.5.4 Результаты измерений заносят в протокол (приложение Б).

8.3.5.5 Вычисляют основную приведённую погрешность при измерении напряжения постоянного тока по формуле (1), при этом следует учесть, что в поддиапазоне от 0 до 20 В включ. $X_N=20$ В, в поддиапазоне свыше 20 до 200 В включ. $X_N=180$ В, в поддиапазоне свыше 200 до 600 В включ. $X_N=400$ В.

8.3.5.6 Результаты поверки считаются положительными:

- если во всех точках поверки значения основной приведенной погрешности при измерении напряжения постоянного тока находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- если диапазон измерений напряжения постоянного тока находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

9.2 При положительных результатах поверки на ВАФ М2 наносят знак поверки и выдают свидетельство о поверке:

- для ВАМ М2, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

- для ВАФ М2, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

9.3 При отрицательных результатах первичной поверки выдают заключение о непригодности:

- для ВАМ М2, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

- для ВАФ М2, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

Ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие.

9.4 При отрицательных результатах последующей поверки выдают заключение о непригодности:

- для ВАМ М2, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

- для ВАФ М2, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

Ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие.

Приложение А
(обязательное)
Обязательные метрологические требования

Обязательные метрологические требования, предъявляемые к ВАФ М2, приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Обязательные метрологические требования, предъявляемые к ВАФ М2

Наименование	Значение
Диапазон измерений напряжения переменного тока частотой от 40 до 100 Гц, В	от 0 до 600
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении СКЗ напряжения переменного тока, %, в поддиапазонах измерений напряжения переменного тока, В: от 0 до 14 включ. свыше 14 до 140 включ. свыше 140 до 600 включ.	±1,0
Диапазон измерений силы переменного тока частотой от 40 до 1000 Гц, А	от 0 до 10
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении СКЗ силы переменного тока, %, в поддиапазонах измерений переменного тока, А: от 0 до 0,14 включ. свыше 0,14 до 1,40 включ. свыше 1,40 до 10,0	±2,5 ±2,5 ±2,0
Диапазон измерений частоты переменного тока, Гц	от 20 до 100
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока, Гц	±0,2
Диапазон измерений углов фазового сдвига	от минус 180° до плюс 180°
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига: для уровней сигналов от 10 до 600 В и от 0,2 до 10 А для уровней сигналов менее 10 В или менее 0,2 А	±5,0° ±7,0°
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 600
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности при измерении напряжения постоянного тока, %, в поддиапазонах измерений напряжения постоянного тока, В: от 0 до 20 включ. свыше 20 до 200 включ. свыше 200 до 600 включ.	±1,5
Примечание – Пределы допускаемой основной приведенной погрешности указаны в процентах от поддиапазона измерений.	

Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

Наименование организации, проводившей поверку

ПРОТОКОЛ № _____

поверки Вольтамперфазометра М2 _____ № _____

принадлежащего _____

Наименование организации

Изготовитель _____

Наименование организации

Дата проведения поверки _____

с...по...

Поверка проводится по _____

обозначение документа, по которому проводят поверку

Средства поверки

Таблица Б.1

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха _____ °С

- относительная влажность воздуха _____ %

- атмосферное давление _____ кПа

Результаты поверки:

Б.1 Внешний осмотр _____

соответствует/не соответствует

Б.2 Опробование _____

соответствует/не соответствует

Б.3 Определение метрологических характеристик

Б.3.1 Определение диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении СКЗ напряжения переменного тока

Таблица Б.2

Установленное значение напряжения переменного тока, В	Частота, Гц	Измеренное СКЗ напряжения переменного тока, В	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	Допускаемый интервал СКЗ напряжения переменного тока, В
1	50		±1,0	0,86 – 1,14
13	45			12,86 – 13,14
	50			
	75			
	100			
75	50			73,8 – 76,2
130	45			128,8 – 131,2
	50			
	75			
	100			
200	50			196 – 204
300	50			296 – 304
600	45			596 – 604
	50			
	75			
	100			

Б.3.2 Проверка диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении СКЗ силы переменного тока

Таблица Б.3

Установленное значение силы переменного тока, А	Частота, Гц	Измеренное СКЗ силы переменного тока, А	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	Допускаемый интервал СКЗ силы переменного тока, А
1	2	3	4	5
0,02	50		±2,5	0,017 – 0,023
0,13	45			0,127 – 0,133
	50			
	75			
	100			
0,4	50		0,365 – 0,435	

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5
1,3	45		±2,5	1,265 – 1,335
	50			
	75			
	100			
5,0	50		±2,0	4,800 – 5,200
10,0	45			9,800 – 10,200
	50			
	75			
	100			

Б.3.3 Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока

Таблица Б.4

Напряжение на опорном канале, В	Сила тока на опорном канале, А	Установленное значение частоты переменного тока, Гц	Измеренное значение частоты переменного тока, Гц	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, Гц	Допускаемый интервал частоты переменного тока, Гц
100	–	20		±0,2	19,8 – 20,2
		40			39,8 – 40,2
		50			49,8 – 50,2
		60			59,8 – 60,2
		80			78,8 – 80,2
		100			99,8 – 100,2
–	1,0	20			19,8 – 20,2
		40			39,8 – 40,2
		50			49,8 – 50,2
		60			59,8 – 60,2
		80			79,8 – 80,2
		100			99,8 – 100,2

Б.3.4 Проверка диапазона измерений и определение основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига между синусоидальными напряжением и током

Таблица Б.5

Напряжение на опорном канале, В	Сила тока на измерительном канале, А	Частота, Гц	Установленное значение угла фазового сдвига	Измеренное значение угла фазового сдвига	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности	Допускаемый интервал угла фазового сдвига,	
2	0,01	50	0°		±7°	0°±7°	
	1,0					0°±7°	
	10,0					0°±7°	
50	0,1				±5°	0°±5°	
	1,0					0°±5°	
	10,0					0°±5°	
600	0,1				±7°	0°±7°	
	1,0					±5°	0°±5°
	10,0						0°±5°
50	1,0	20	±5°	0°±5°			
		50		0°±5°			
		70		0°±5°			
50	1,0	50	90°		±5°	от минус 85° до минус 95°	
			180°			±(от 175° до 179,9°)	
			270°			от минус 85° до минус 95°	

Б.3.5 Проверка диапазона измерений и определение основной погрешности при измерении углов фазового сдвига между синусоидальными током и напряжением

Таблица Б.6

Сила тока на опорном канале, А	Напряжение на измерительном канале, В	Частота, Гц	Установленное значение угла фазового сдвига	Измеренное значение угла фазового сдвига	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности	Допускаемый интервал угла фазового сдвига
1,0	50	50	0°		±5°	0°±5°
			90°			от 85° до 95°
			180°			±(от 175° до 179,9°)
			270°			от минус 85° до минус 95°

Б.3.6 Проверка диапазона измерений и определение основной погрешности при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными токами (при наличии двух клещевых приставок)

Таблица Б.7

Сила тока на опорном канале, А	Сила тока на измерительном канале, А	Частота, Гц	Установленное значение угла фазового сдвига	Измеренное значение угла фазового сдвига	Предел допускаемой основной абсолютной погрешности	Допускаемый интервал угла фазового сдвига
1,0	2,0	50	0°		±5°	0°±5°
			90°			от 85° до 95°
			180°			±(от 175° до 179,9°)
			270°			от минус 85° до минус 95°

Б.3.7 Проверка диапазона измерений и определение основной погрешности при измерении углов фазового сдвига между двумя синусоидальными напряжениями

Таблица Б.8

Напряжение на опорном канале, В	Напряжение на измерительном канале, В	Частота, Гц	Установленное значение угла фазового сдвига	Измеренное значение угла фазового сдвига	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности	Допускаемый интервал угла фазового сдвига, °
50	100	50	0°		±5°	0°±5°
			90°			от 85° до 95°
			180°			±(от 175° до 179,9°)
			270°			от минус 85° до минус 95°

Б.3.8 Проверка диапазона измерений и определение основной приведённой погрешности при измерении напряжения постоянного тока

Таблица Б.9

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное значение напряжения постоянного тока, В	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности, %	Допускаемый интервал напряжения постоянного тока, В
1		±1,5	0,70 – 1,30
19			18,70 – 19,30
50			47,30 – 52,70
190			187,30 – 192,70
300			294 – 306
600			594 – 606

Заключение _____
соответствует/не соответствует

Свидетельство (заключение о непригодности) № _____

Поверитель _____
Подпись

Расшифровка подписи

Библиография

- [1] ПШИЖ 01.00.00.010 РЭ Вольтамперфазометр М2 Руководство по эксплуатации
- [2] ТУ ВУ 100101011.001-2005 Вольтамперфазометр М2
- [3] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений, утвержденные постановлением Госстандарта от 24 апреля 2021 г. №40

