

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ОАО «Белэлектромонтажналадка»



С.Н. Алехнович
«22» 08 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора БелГИМ


Ю.В. Козак
«24» 08 2023 г.

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТР M2
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	$\pm(0,004 \cdot U + 0,00004 \cdot U_k)$ В
		В однофазном режиме	
	Воспроизведение напряжения постоянного тока	0,09 – 380 В	$\pm(0,004 \cdot U + 0,00004 \cdot U_k)$ В
	Воспроизведение силы постоянного тока	0,01 – 30 А	$\pm(0,005 \cdot I + 0,0001 \cdot I_k)$ А
	Погрешность воспроизведения силы переменного тока	В трехфазном режиме	$\pm(0,005 \cdot I + 0,0001 \cdot I_k)$ А
		В однофазном режиме	
	Воспроизведение угла фазового сдвига	0 – 359,9°	$\pm 1,0^\circ$
	Генерирование частоты напряжения	1 – 600 Гц	$\pm 0,01$ Гц
		600 – 800 Гц, 800 – 1000 Гц	$\pm 0,03$ Гц
	Измерение напряжения постоянного и переменного тока	0,5 – 500 В	$\pm(0,014 \cdot U + 0,001 \cdot U_k)$ В
8.3.1, 8.3.4	Блок трёхфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН. Коэффициент трансформации $1,0/\sqrt{3}$; 1,0; $\sqrt{3}$; 5,0. Добавочный коэффициент трансформации 1,00; 1,05. Диапазон частот от 45 до 185 Гц.		

Продолжение таблицы 2

1	2
8.3.1	Вольтметр универсальный В7-54/3. Пределы допускаемой основной погрешности в диапазоне частот при измерении среднеквадратического напряжения переменного тока: - 20 – 60 Гц - $\pm(0,4\% \text{ от } U + 700 \text{ мВ})$; - 60 – 400 Гц - $\pm(0,3\% \text{ от } U + 700 \text{ мВ})$. Диапазон измерения напряжения переменного тока от 1 мкВ до 700 В. Диапазон частот от 10 Гц до 1 МГц.
8.3.2	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. 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.
8.3.5	Прибор для поверки вольтметров, дифференциальный вольтметр В1-12. Диапазон установки выходных напряжений постоянного тока от 0,1 мкВ до 1000 В. 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) $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 1 \text{ мкВ})$. 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 $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_k + 10 \text{ мкВ})$. 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 $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 200 \text{ мкВ})$. 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 $\pm(2,5 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 2 \text{ мВ})$.

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 (калибровке).

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 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- 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.

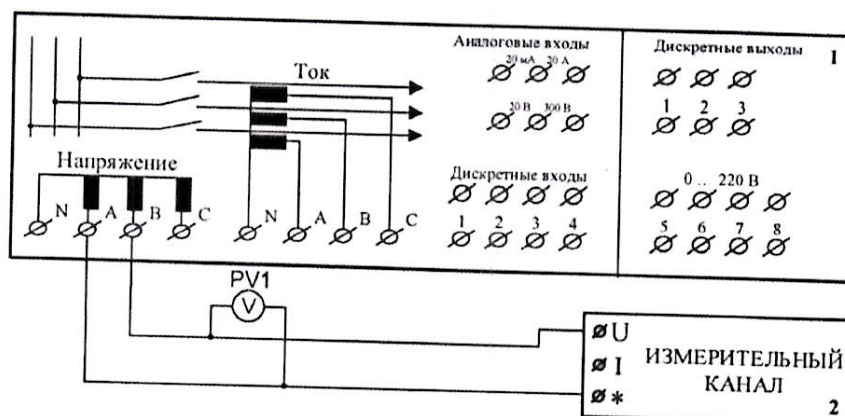
8.2.2.4 Результаты опробования заносят в протокол поверки (приложение Б).

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.

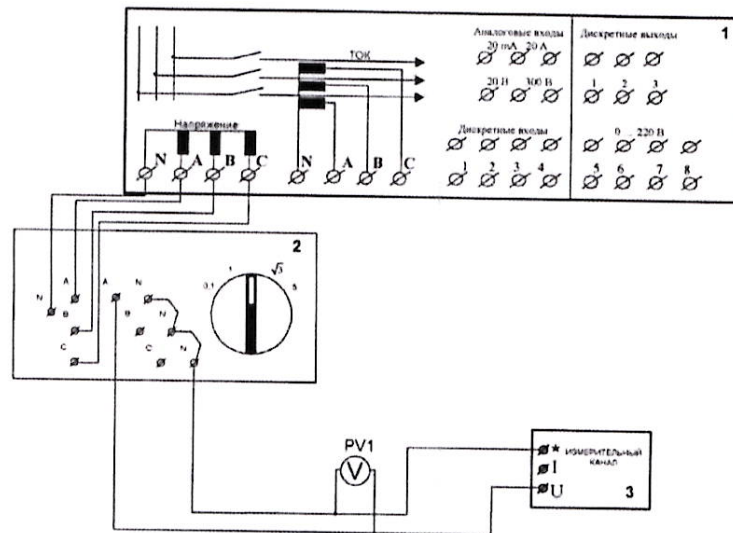
8.3.1.8 Повторяют операции по п.п. 8.3.1.3 и 8.3.1.4 при подаче от РЕТОМ-61 напряжения переменного тока частотой 45; 75 и 100 Гц в точках 13; 130 и 600 В.

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;

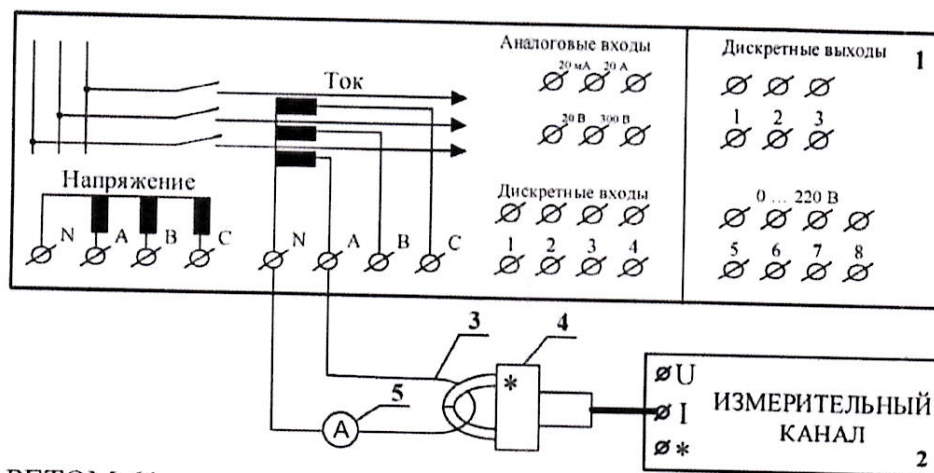
PV1 – вольтметр В7-54/3

Рисунок 2 – Схема проверки диапазона измерений и определение 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).

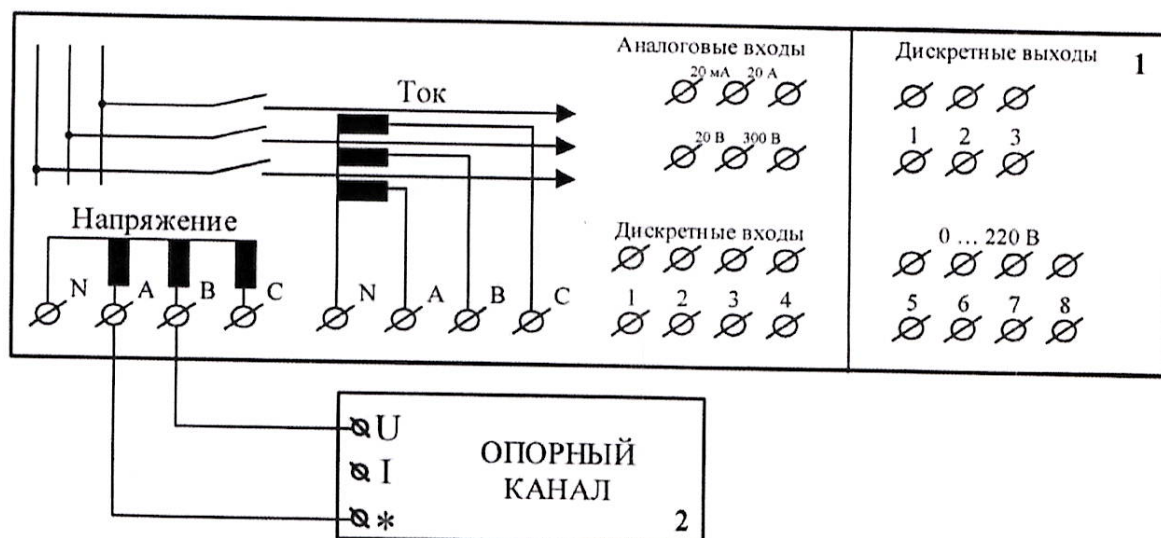
8.3.2.8 Результаты поверки считаются положительными:

- 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.

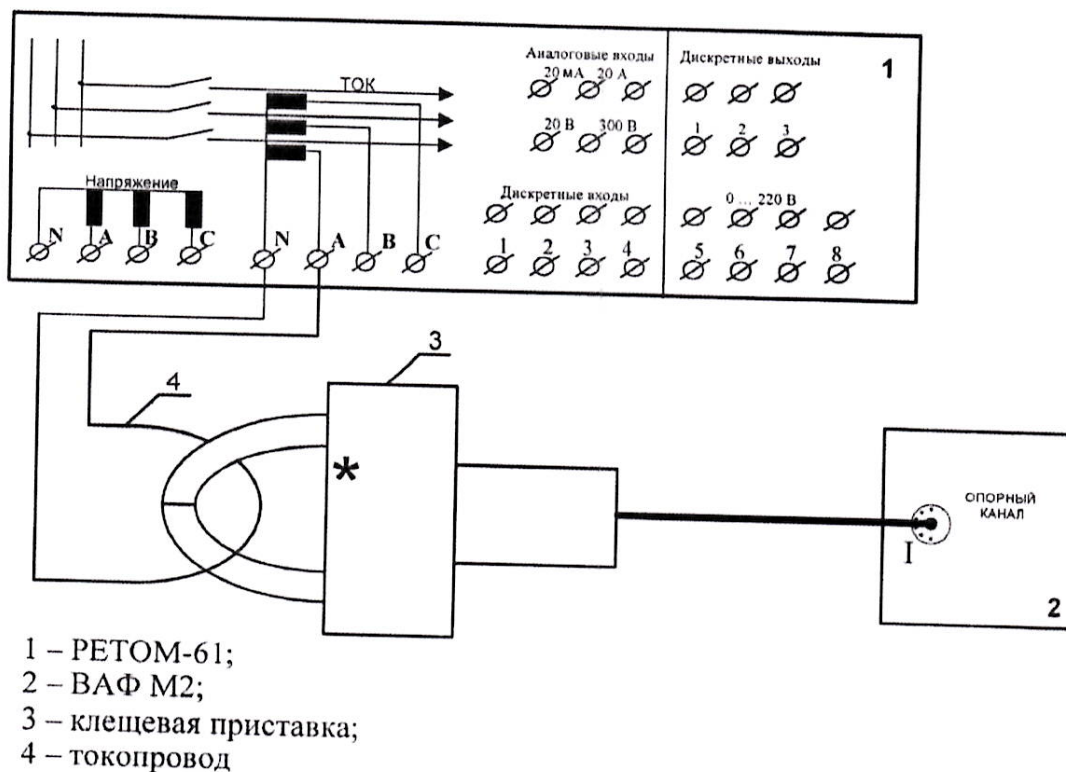


Рисунок 5 – Схема проверки диапазона измерений и определения основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока по опорному каналу тока ($F < 70$ Гц); ($F > 70$ Гц)

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:

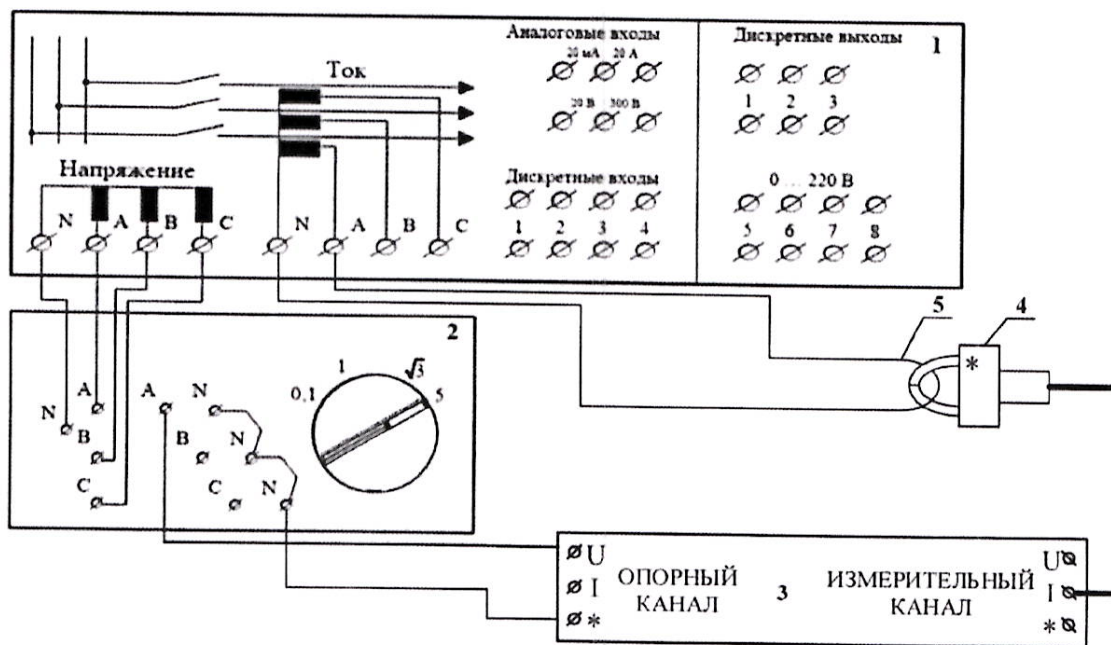
- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;
- если диапазон измерений частоты переменного тока находится в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А.

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 $\Delta_2, ^\circ$, вычисляют по формуле

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

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

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).

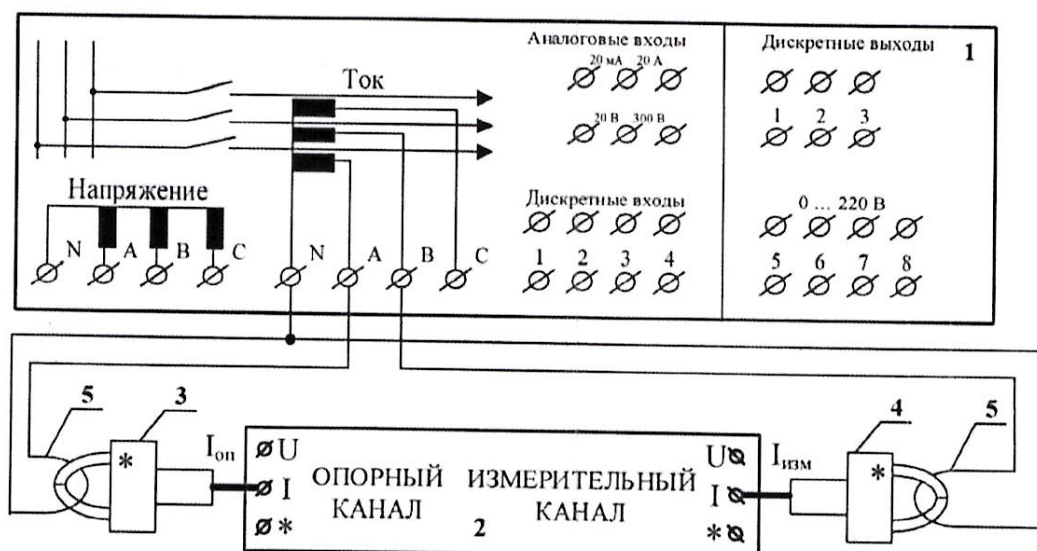
8.3.4.1.2.5 Результаты поверки считаются положительными:

- 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).

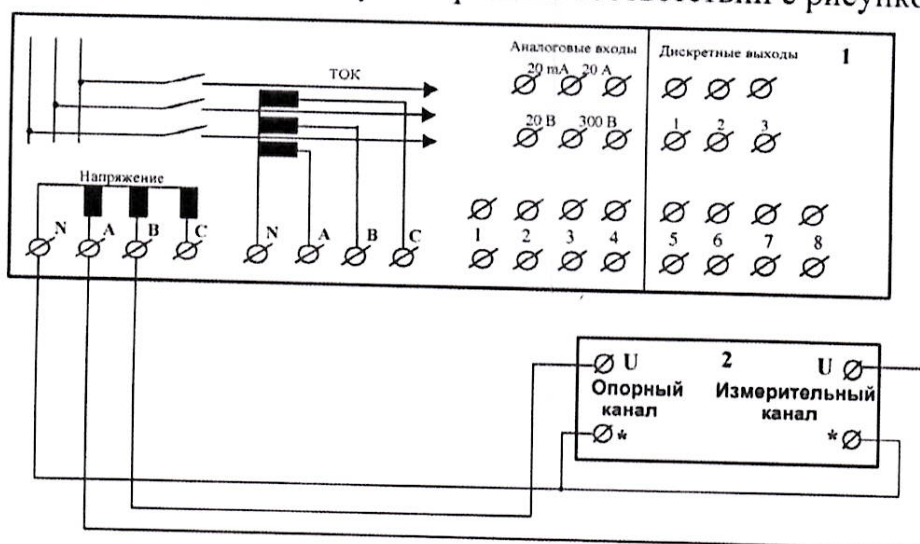
8.3.4.2.4 Основную абсолютную погрешность при измерении углов фазового сдвига в градусах вычисляют по формулам (4) и (5).

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:

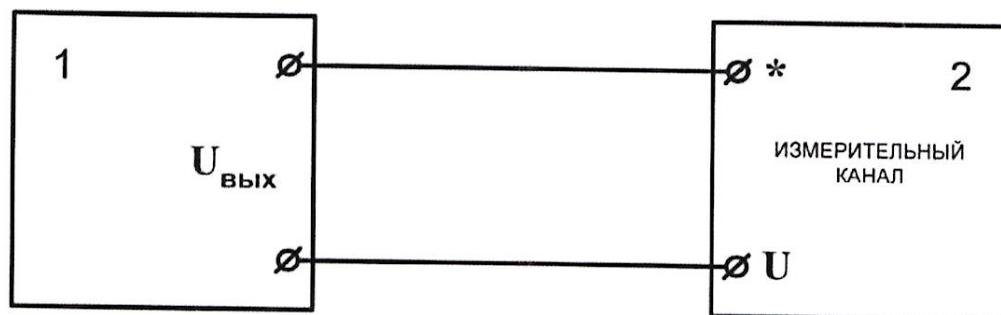
- если во всех точках поверки значения основной абсолютной погрешности при измерении углов фазового сдвига находятся в пределах значений, приведенных в таблице А.1 приложения А;

- 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.	$\pm 1,0$
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	$\pm 2,5$ $\pm 2,5$ $\pm 2,0$
Диапазон измерений частоты переменного тока, Гц	от 20 до 100
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении частоты переменного тока, Гц	$\pm 0,2$
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	$\pm 5,0^\circ$ $\pm 7,0^\circ$
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 600
Пределы допускаемой 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.	$\pm 1,5$
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		$\pm 2,5$	1,265 – 1,335
	50			
	75			
	100			
5,0	50		$\pm 2,0$	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		$\pm 0,2$	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°±7°
	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 приведенной погрешности при измерении напряжения постоянного тока

Таблица Б.9

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное значение напряжения постоянного тока, В	Пределы допускаемой основной приведенной 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

[illegible]