

## **ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТР М2**

### **РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

ПШИЖ 01.00.00.00.010 РЭ

**БЕЛАРУСЬ**

220101, г. Минск, ул. Плеханова 105а,

т./ф. (017) 378-09-05, 379-86-56

[www.bemn.by](http://www.bemn.by), [upr@bemn.by](mailto:upr@bemn.by)

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1 НАЗНАЧЕНИЕ .....	3
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	3
3 СОСТАВ ПРИБОРА.....	5
4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА.....	6
4.1 Конструкция.....	6
4.2 Принцип работы .....	6
5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	7
5.1 Подготовка к работе .....	7
5.2 Режим вольтметра.....	7
5.3 Режим фазометра .....	8
5.3.1 Измерение угла сдвига фаз .....	10
5.3.2 Определение чередования фаз в трехфазной системе .....	11
5.4 Дополнительная информация.....	12
5.5 Режим калибровки .....	12
5.6 Особенности при работе с прибором.....	13
5.7 Меры безопасности .....	14
6 МАРКИРОВАНИЕ .....	14
7 УКАЗАНИЯ ПО ХРАНЕНИЮ И ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.....	14
8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	14
9 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА.....	14
10 МЕТОДИКА И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	15
10.1 Операции и средства поверки.....	15
10.2 Требования безопасности .....	18
10.3 Условия поверки и подготовка к ней.....	18
10.4 Проведение поверки .....	18
10.5 Оформление результатов поверки .....	29
11 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ .....	30
12 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ .....	31
13 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	32

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (в дальнейшем – РЭ) распространяется на «Вольт-амперфазометр М2» (в дальнейшем – прибор) и предназначено для ознакомления пользователей с принципом работы, конструкцией и характеристиками прибора, а также содержит указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации, транспортирования и хранения. В РЭ включены также гарантии изготовителя и сведения о приёмке.

## 1 НАЗНАЧЕНИЕ

**1.1** Прибор предназначен для измерения величины постоянной составляющей напряжения, переменного тока и напряжения с одновременным вычислением активной и реактивной мощностей, для измерения частоты сигнала на опорном канале, а также для определения угла сдвига фаз между током и напряжением, двумя напряжениями либо двумя токами и определения чередования фаз в трехфазной системе напряжений. Прибор применяется для комплексных испытаний защит генераторов, трансформаторов, линий в цепях трансформаторов тока и напряжения, проверки и наладки фазочувствительных схем, фазировки и контроля правильности включения электроустановок сети трёхфазного переменного тока.

**1.2** Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от минус 10 до +40 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при +35 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

**2.1** Прибор обеспечивает измерение среднеквадратического значения напряжения переменного тока до 600 В с частотой от 40 до 100 Гц. Диапазон показаний среднеквадратического значения напряжения переменного тока с частотой от 20 до 100 Гц – от 0 до 600 В.

**2.2** Входное активное сопротивление прибора при измерении переменного и постоянного напряжения не менее 1000 кОм.

**2.3** Прибор с помощью клещевой приставки обеспечивает измерение среднеквадратического значения переменного тока синусоидальной формы от 0 до 10 А с частотой от 40 до 100 Гц. Диапазон показаний среднеквадратического значения переменного тока синусоидальной формы с частотой от 20 до 100 Гц – от 0 до 10 А.

**2.4** Прибор обеспечивает измерение частоты сигнала на опорном канале в диапазоне от 20 до 100 Гц.

**2.5** Прибор обеспечивает измерение угла сдвига фаз между синусоидальным током и синусоидальным напряжением (или напряжением и током, двумя напряжениями, двумя токами) с коэффициентом нелинейных искажений не более 5 % в диапазоне частот от 20 до 70 Гц, относительно сигнала на опорном канале в диапазоне от минус 180° до +180°. Диапазон входных токов от 0,01 до 10 А, диапазон входных напряжений от 2 до 600 В.

**2.6** Прибор позволяет определить направление чередования фаз трехфазной симметричной системы напряжений.

**2.7** Прибор обеспечивает следующую математическую обработку результатов измерений:

- определение активной мощности;
- определение реактивной мощности;
- определение действующих значений первой гармоники переменного тока и напряжения;
- определение значения постоянной составляющей напряжения.

**2.8** Допускаемая основная погрешность прибора для всех режимов работы приведена с учётом требований п. 2.9 в таблице 1 для следующих значений влияющих величин:

- относительная влажность – до 95 % при 35 °С;
- температура окружающего воздуха – от минус 10 до +40 °С.

Таблица 1

Режим работы	Диапазон (поддиапазоны) измеряемых величин	Предел допускаемого значения погрешности
Измерение напряжения переменного тока	(0 – 14) В; (14 – 140) В; (140 – 600) В;	$\pm 1 \%$ (Основная приведенная)
Измерение переменного тока	(0 – 0,14) А; (0,14 – 1,40) А	$\pm 2,5 \%$ (Основная приведенная)
	(1,4 – 10,0) А	$\pm 2 \%$ (Основная приведенная)
Измерение угла сдвига фаз между синусоидальными током и напряжением (напряжением и током, двумя напряжениями или двумя токами) на частоте от 20 до 70 Гц	от минус $180^\circ$ до $+180^\circ$	$\pm 5^\circ$ для уровней сигналов (Основная приведенная) от 10 до 600 В и от 0,2 до 10 А (Абсолютная приведенная);  $\pm 7^\circ$ для уровней сигналов (Основная приведенная) от 2 до 10 В и от 0,01 до 0,2 А (Абсолютная приведенная)
Измерение частоты	(20 – 100) Гц	$\pm 0,2$ Гц (Абсолютная приведенная)
Определение (путём математической обработки) значений постоянной составляющей напряжения	(0 – 20) В; (20 – 200) В; (200 – 600) В	$\pm 1,5 \%$ (Основная приведенная)
Определение (путём математической обработки) значений активной и реактивной мощности	(0,001 – 6,000) кВт; (0,001 – 6,000) квар	–
Определение (путём математической обработки) действующих значений первой гармоники переменного тока и напряжения	(0 – 14) В; (14 – 140) В; (140 – 600) В	–
	(0 – 0,14) А; (0,14 – 1,40) А; (1,4 – 10,0) А	–

**Примечание** – Указанные значения основной погрешности (таблица 1) в режиме измерения величины тока и разности фаз гарантируются при использовании клещевой приставки, поставляемой в комплекте прибора.

**2.9** Дополнительная погрешность, обусловленная изменением температуры окружающей среды на каждые  $10^\circ\text{C}$  в диапазоне рабочих температур, не превышает значения основной погрешности для каждой измеренной величины.

Дополнительная погрешность, обусловленная повышенной влажностью в пределах рабочих условий эксплуатации, не превышает удвоенного значения основной погрешности для каждой измеренной величины.

#### **2.10** Требования к надёжности

**2.10.1** Средняя наработка на отказ не менее 5000 ч.

**2.10.2** Среднее время восстановления не более 8 ч.

**2.10.3** Средний срок службы не менее 8 лет.

**2.11** Прибор соответствует СТБ ГОСТ Р 51522-2001 в части требований по устойчивости к воздействию электростатических разрядов и радиочастотного электромагнитного поля.

**2.12** Прибор питается от батареи из двух гальванических «пальчиковых» элементов 1,5 В R6 (AAA) (возможно использование аккумуляторов) и сохраняет метрологические параметры в диапазоне напряжения питания от 2,6 до 3,3 В.

**2.13** Электрическая изоляция выходных цепей выдерживает в течении 1 минуты без пробоя и поверхностного перекрытия испытательное напряжение 3700 В практически синусоидального переменного тока частотой 50 Гц.

**2.14** Потребляемый ток входа напряжения опорного канала не более 150 мкА.

**2.15** Справочные технические характеристики:

- зазор в магнитопроводе при полном раскрытии клещевой приставки не менее 7 мм;
- габаритные размеры прибора не более 30×78×172 мм;
- масса не более 200 г (без клещевой приставки);
- масса не более 2 кг в комплекте с клещевыми приставками, измерительными щупами и сумкой.

### 3 СОСТАВ ПРИБОРА

Прибор поставляется в комплекте:

- Вольтамперфазометр М2 ..... 1 шт.
- Клещевая приставка ..... 1 шт. <sup>1)</sup>
- Щупы ..... 2 комплекта
- Зажим ..... 4 шт.
- Перемычка соединительная ..... 1 шт.
- Сумка ПШИЖ 01.40.00.00.010 ..... 1 шт.
- Элемент питания «AAA» ..... 2 шт.
- Коробка 210x165x95 ..... 1 шт.
- Вкладыш ..... 2 шт.
- Шильд упаковки ВАФ-М2 ..... 1 шт.
- Руководство по эксплуатации ПШИЖ 01.00.00.00.010 РЭ ..... 1 экз.

Внешний вид прибора, упакованного в сумку с принадлежностями, приведен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид прибора

1) 2 шт. – по требованию заказчика.

## 4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА

### 4.1 Конструкция

Прибор выполнен в корпусе из ударопрочной пластмассы, является носимым и помещен в мягкую сумку с ремнем, служащую также для хранения аксессуаров. Корпус состоит из двух частей, соединенных четырьмя винтами. Печатная плата с элементами крепится при помощи входных клемм к верхней крышке прибора. На нижней крышке корпуса закреплён батарейный отсек.

Внешний вид передней панели прибора приведен на рисунке 2.

Кнопка «ВЫБОР» (8) осуществляет включение прибора и переключение режимов отображения на жидкокристаллическом индикаторе (7). Гнезда 2, 5 предназначены для подключения клещевой приставки, клеммы 1, 3, 4, 6 – для подачи входных сигналов напряжения.

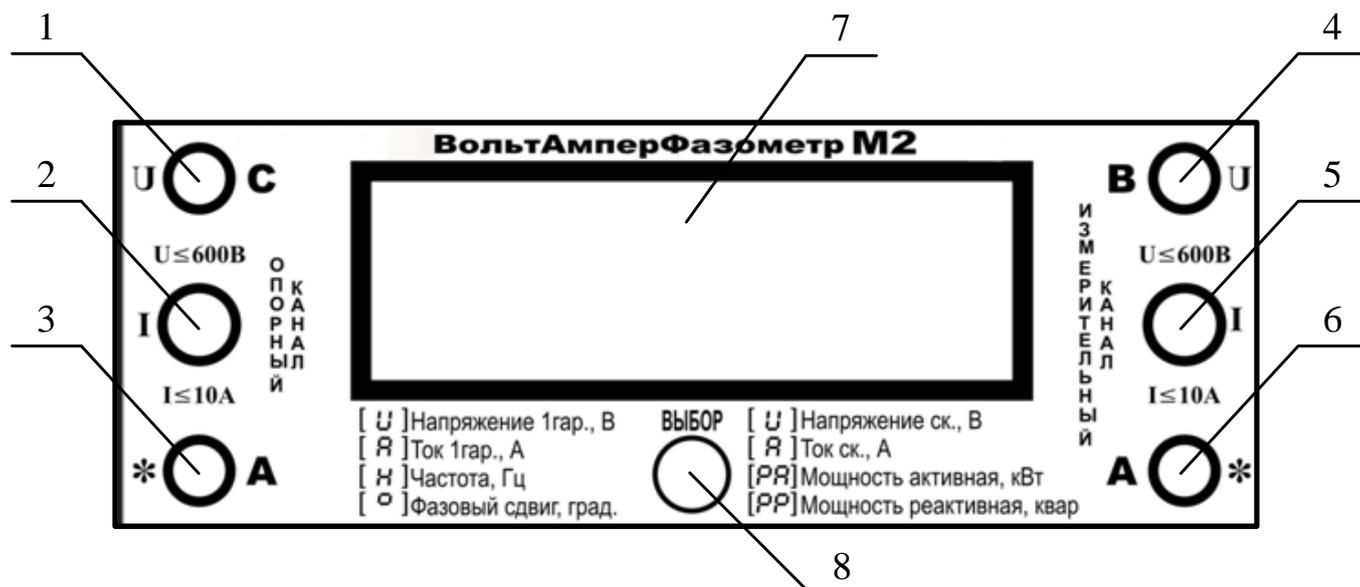


Рисунок 2 – Внешний вид передней панели

### 4.2 Принцип работы

Вольтамперфазометр М2 представляет собой многофункциональный измерительный прибор, основной частью которого является высокопроизводительный микропотребляющий 16-разрядный микроконтроллер, обеспечивающий функционирование и калибровку измерительного тракта, математическую обработку результатов измерений и обслуживание буквенно-цифрового дисплея.

Структурная схема прибора приведена на рисунке 3.

Вольтамперфазометр содержит два канала: опорный и измерительный. Опорный канал служит для формирования сигналов, необходимых для измерения углов сдвига фаз. Аналоговая часть опорного канала включает в себя компараторы, обеспечивающие преобразование синусоидальных входных сигналов в прямоугольные цифровые импульсы. Вход напряжения опорного канала ( $U_{оп}$ ) гальванически изолирован от основной схемы при помощи оптрона. Гальваническая изоляция токового входа опорного канала ( $I_{оп}$ ) осуществляется за счет клещевой приставки.

Измерительный канал служит для масштабирования входных сигналов и содержит усилитель и делитель, управление которыми осуществляется от микроконтроллера.

Из опорного и измерительного каналов сигналы подаются на входы микроконтроллера через встроенный в него аналого-цифровой преобразователь. Шестнадцатиразрядный микроконтроллер, обеспечивает функционирование и калибровку измерительного тракта, математическую обработку результатов измерений и выводит конечную информацию непосредственно на экран дисплея.

Вся обработка полученной информации осуществляется на основании алгоритмов цифровой обработки сигналов. Калибровочные коэффициенты, полученные в процессе калибровки прибора, хранятся в энергонезависимой памяти.

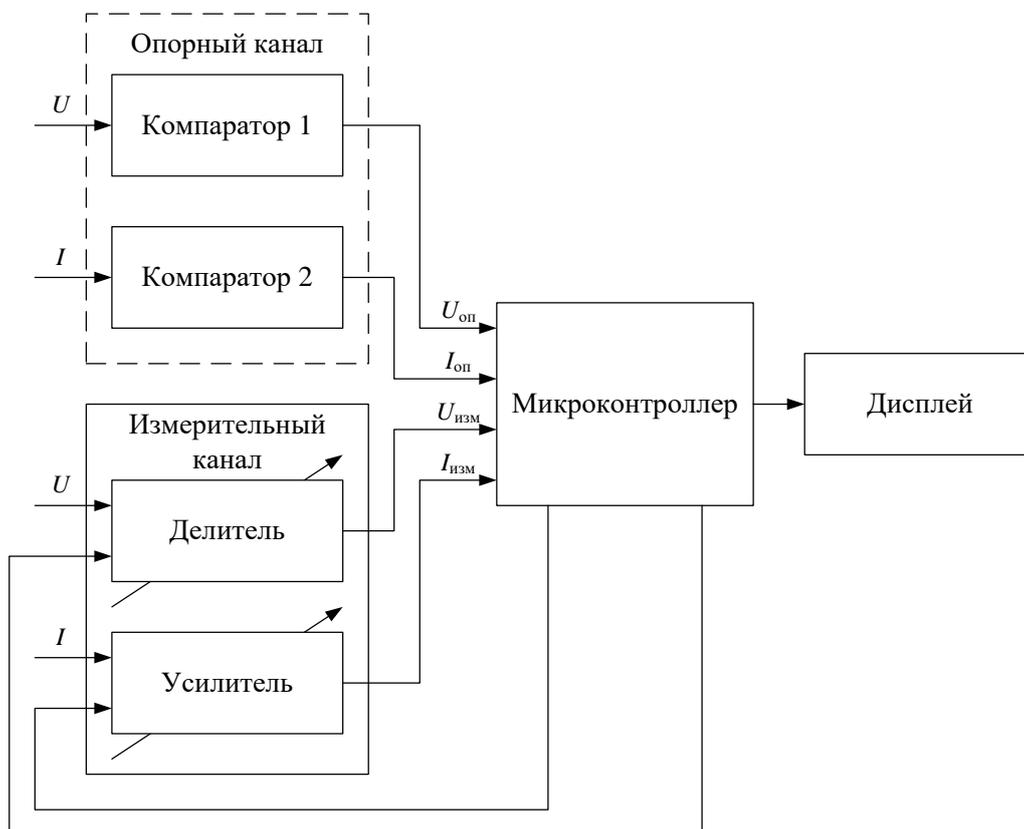


Рисунок 3 – Структурная схема прибора

## 5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 5.1 Подготовка к работе

Прибор имеет два основных рабочих режима: вольтметр и фазометр. Переключение режимов и пределов измерений происходит автоматически. В дополнительный режим – режим калибровки прибор переводится вручную.

Текущий предел измерений определяется положением десятичной точки на дисплее.

### 5.2 Режим вольтметра

При отсутствии сигнала на опорном канале прибор переключается в режим вольтметра.

В данном режиме производится измерение напряжения переменного тока, постоянной составляющей напряжения, силы переменного тока и вычисление активной и реактивной мощности.

Для измерения величины напряжения измеряемое напряжение подаётся на клеммы «\*», «U» (ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ) прибора. Среднеквадратическое значение напряжения переменного тока и значение постоянной составляющей напряжения отображается в вольтах.

Для измерения величины переменного тока необходимо подключить клещевую приставку к разъему «I» (ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ) прибора, охватить ей токопровод. Среднеквадратическое значение силы тока отображается в амперах.

Если к прибору подключены и напряжение, и ток (ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ) прибор автоматически вычисляет значение активной и реактивной мощностей (кВт и квар).

Отображаемые величины на дисплее в режиме вольтметра:

1.8.8.8 U

– среднеквадратическое значение напряжения переменного тока (В)

1.8.8.8 = U

– значение постоянной составляющей напряжения (В)

1.8.8.8 A

– среднеквадратическое значение силы переменного тока (А)

1.8.8.8 P A

– значение активной мощности (кВт)

1.8.8.8 P P

– значение реактивной мощности (квар)

Пример измерений в режиме вольтметра:

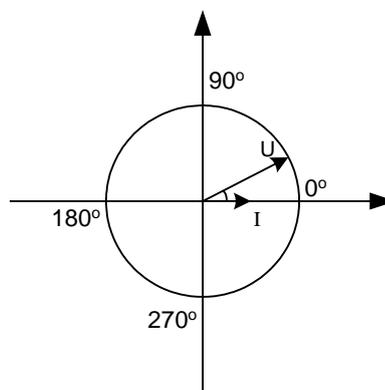
1.00.3 U

-00.2 = U

1.000 A

.087 P A

.047 P P



### 5.3 Режим фазометра

Прибор автоматически переключается в режим фазометра при подаче входного сигнала на опорный канал ( $U_{оп}$  или  $I_{оп}$ ). При одновременном подключении и напряжения, и тока в качестве опорного выбирается напряжение.

Отображаемые величины на дисплее в режиме фазометра:

1.8.8.8 U

– действующее значение первой гармоники напряжения переменного тока на измерительном канале (В)

1.8.8.8 A

– действующее значение первой гармоники переменного тока на измерительном канале (А)

1.8.8.8 Hz

– частота сигнала на опорном канале (Гц)

1.8.8.8 C°

– угол сдвига фаз (п. 5.3.1) (L или C – характер нагрузки)

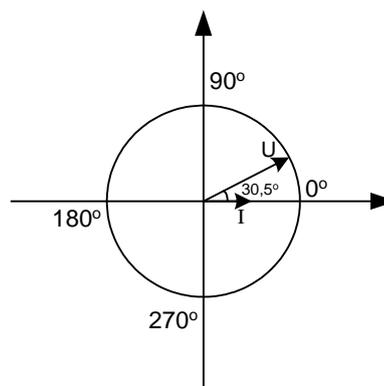
Пример измерений в режиме фазометра:

100.4 U

00.0 A

50.0 Hz

30.5 L°



### 5.3.1 Измерение угла сдвига фаз

Угол сдвига фаз определяется относительно сигнала на опорном канале. Сигнал базового вектора подается на опорный канал, а второй сигнал, чей угол сдвига фаз необходимо измерить подключается к соответствующим клеммам измерительного канала.

На дисплее отображается величина угла сдвига фаз ( $\varphi$ ) и характер нагрузки L или C (таблица 2).

Таблица 2

$L^\circ$	$I_{оп} \leftrightarrow U_{изм}$ $0 < \varphi < +180$
	$U_{оп} \leftrightarrow I_{изм}$ $0 < \varphi < -180$
$C^\circ$	$I_{оп} \leftrightarrow U_{изм}$ $0 < \varphi < -180$
	$U_{оп} \leftrightarrow I_{изм}$ $0 < \varphi < +180$

#### Измерение угла сдвига фаз между двумя напряжениями

Для измерения угла сдвига фаз  $\varphi$  ( $U_{оп} \leftrightarrow U_{изм}$ ) между двумя напряжениями подайте на клеммы 1, 3, 4, 6 (рисунок 2) входные напряжения.

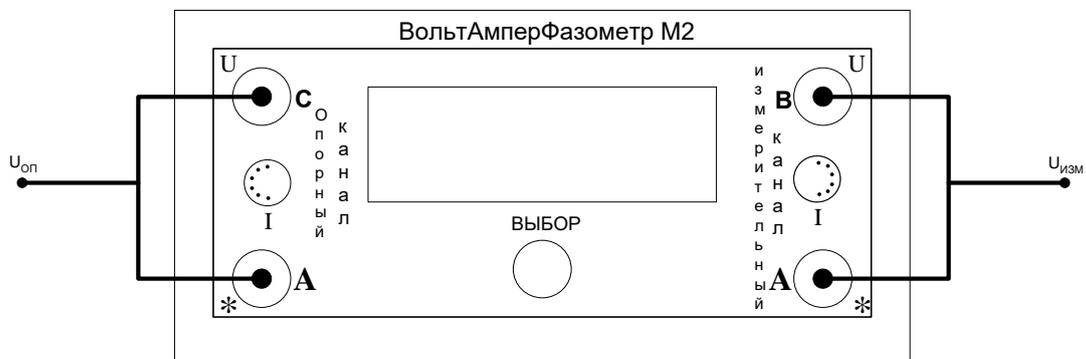


Рисунок 4

#### Измерение угла сдвига фаз между напряжением и током

Для измерения угла сдвига фаз  $\varphi$  ( $U_{оп} \leftrightarrow I_{изм}$ ) между напряжением и током необходимо подключить клещевую приставку в гнездо 5, на клеммы 1 и 3 (рисунок 2) подать напряжение.

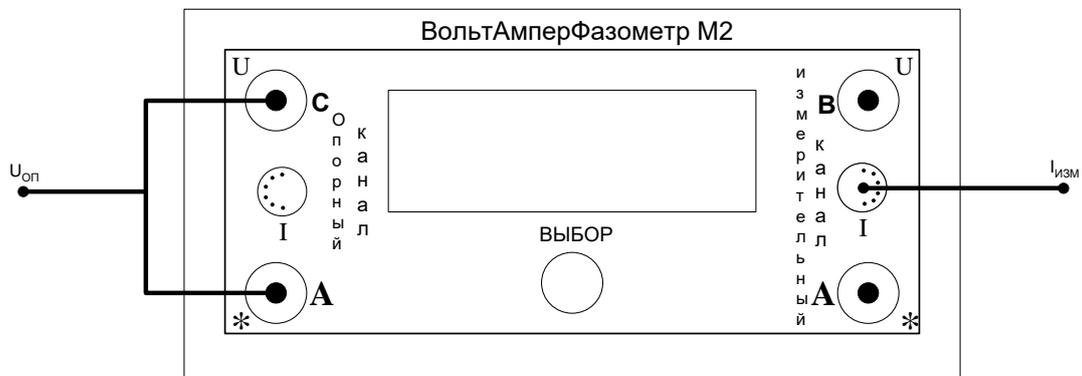


Рисунок 5

### Измерение угла сдвига фаз между двумя токами

Для измерения угла сдвига фаз  $\varphi$  ( $I_{оп} \leftrightarrow I_{изм}$ ) между двумя токами необходимо подключить опорную клещевую приставку в гнездо 2 (рисунок 2), а измерительную клещевую приставку в гнездо 5.

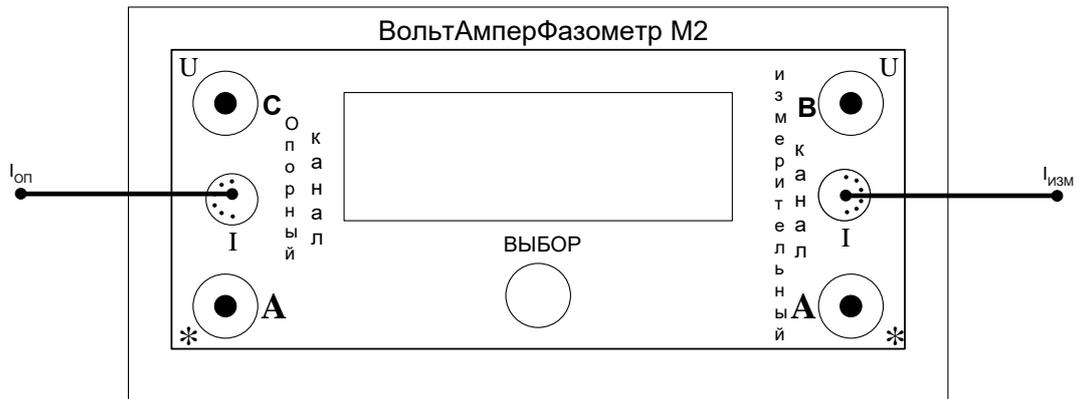


Рисунок 6

### Измерение угла сдвига фаз между током и напряжением

Для измерения угла сдвига фаз  $\varphi$  ( $I_{оп} \leftrightarrow U_{изм}$ ) между током и напряжением необходимо подключить опорную клещевую приставку к разъёму 2 (рисунок 2), на клеммы 4 и 6 подать напряжение.

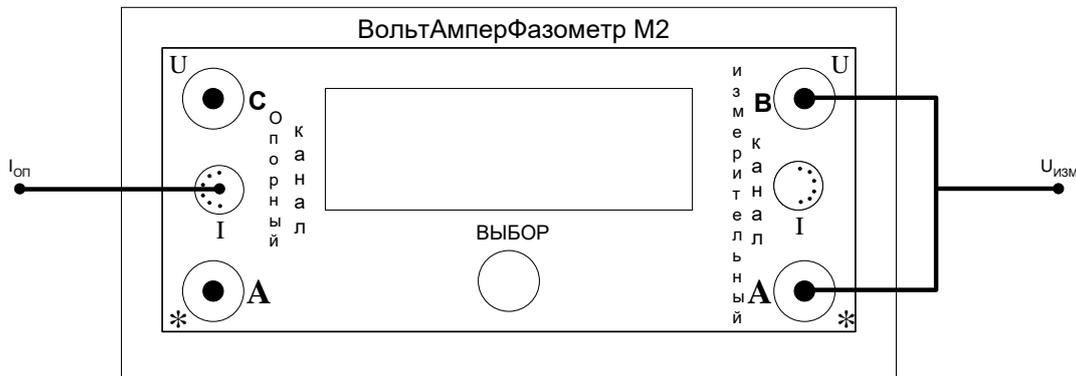


Рисунок 7

Примечание – В случае, когда на опорном канале ток (т.е.  $I_{оп} \leftrightarrow I_{изм}$  и  $I_{оп} \leftrightarrow U_{изм}$ ), при измерении угла сдвига фаз допускается нестабильность показаний прибора на частоте 20 Гц при токе 10 мА.

### 5.3.2 Определение чередования фаз в трехфазной системе

Для определения направления чередования фаз в трехфазной системе напряжений необходимо подать на клеммы А, В и С прибора напряжения в соответствии с их обозначениями. При прямом чередовании фаз должны быть показания прибора « $+60^\circ$ », если система симметрична. При обратном чередовании фаз прибор отображает « $-60^\circ$ ».

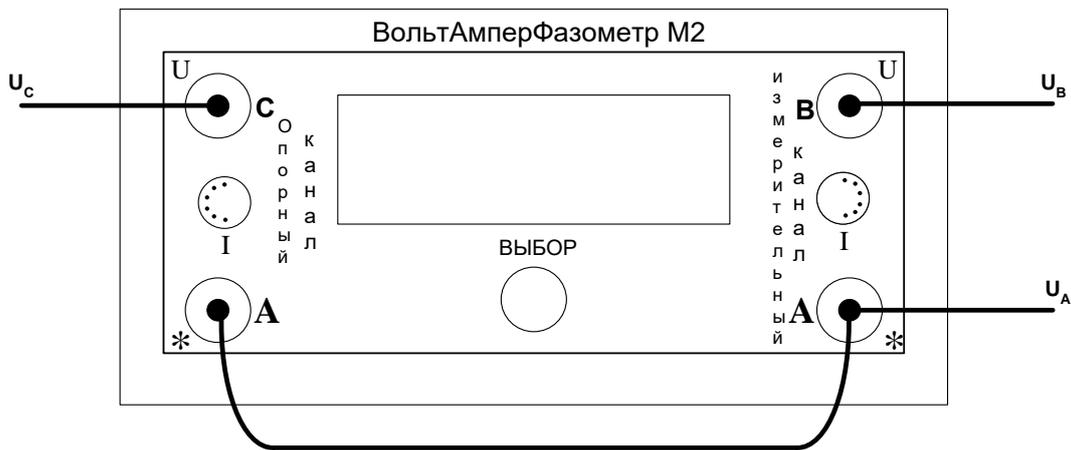


Рисунок 8

#### 5.4 Дополнительная информация

При работе в двух основных, описанных выше, режимах на дисплей выводится также дополнительная информация: индикатор заряда батареи и температура (показания чередуются через 2 с).

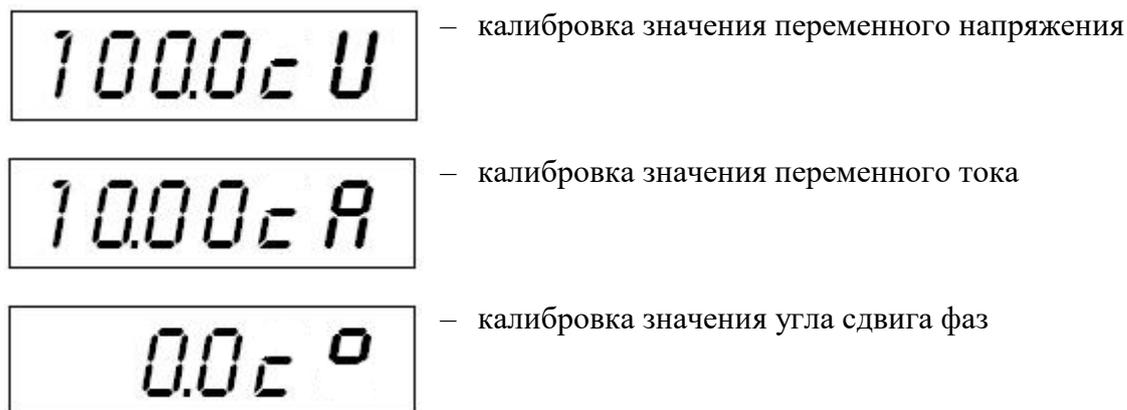


#### 5.5 Режим калибровки

Режим калибровки служит для устранения влияния значительной части источников погрешности внутри прибора.

Переход в режим калибровки производится вручную. Необходимо войти в меню с калибруемой величиной и после длительного нажатия (не менее 2 с) на кнопку прибор перейдет в режим калибровки. На дисплее справа от калибруемой величины отображается буква «С». Из режима вольтметра калибруются значения переменного напряжения и переменного тока, из режима фазометра – значение угла сдвига фаз. Калибровка напряжения и тока производится автоматически только при установленных образцовых значениях входных сигналов (таблица 3) с частотой 50 Гц, калибровка значения угла сдвига фаз – только при нулевом фазовом сдвиге и образцовых значениях входных сигналов (таблица 4). При неправильно заданных образцовых значениях на экране ЖКИ появляется мигающая буква «С».

Отображаемые величины на дисплее в режиме калибровки:



Возврат в рабочий режим производится также после длительного нажатия (2 с) на кнопку. По выходу из режима калибровочные коэффициенты, полученные в процессе калибровки прибора, записываются в энергонезависимую память (флэш-память). При ошибке записи коэффициентов на дисплее отображается надпись «FLASH» и затем прибор возвращается в рабочий режим. Ошибка записи во флэш-память может возникнуть при напряжении батареи ниже 2,7 В.

В режиме вольтметра калибруются значения нуля и все поддиапазоны переменного напряжения и переменного тока. Подайте на вход измерительного канала значение образцового сигнала (таблица 3) и выполните процедуру калибровки.

Таблица 3

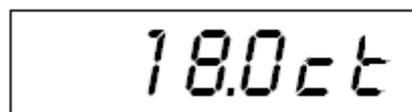
Калибруемая функция	Поддиапазон	Значение образцового сигнала
переменное напряжение U	(0,001 – 19,99) В	0 В
	(0,001 – 199,9) В (1 – 600) В	10 В
		100 В
		500 В
переменный ток I	(0,001 – 0,199) А	0 А
	(0,01 – 1,999) А (0,1 – 10) А	0,1 А
		1,0 А
		10 А

В режиме фазометра калибруется значение угла сдвига фаз. В соответствии с таблицей 4 подайте значения образцовых сигналов с частотой 50 Гц на входы опорного и измерительного каналов.

Таблица 4

Калибруемая функция	Значение образцового сигнала на опорном канале	Значение образцового сигнала на измерительном канале
$\varphi$ (I <sub>оп</sub> ↔ U <sub>изм</sub> )	1,0 А	100 В
	1,0 А	300 В
$\varphi$ (I <sub>оп</sub> ↔ I <sub>изм</sub> )	1,0 А	0,1 А
	1,0 А	1,0 А
$\varphi$ (U <sub>оп</sub> ↔ U <sub>изм</sub> )	100 В	100 В
	100 В	300 В
	5 В	100 В
	5 В	300 В
$\varphi$ (U <sub>оп</sub> ↔ I <sub>изм</sub> )	100 В	0,1 А
	100 В	1,0 А
	5 В	0,1 А
	5 В	1,0 А

Примечание – Режим калибровки функционирует при напряжении питания не менее 2,6 В.



– калибровка значения температуры

В диапазоне от +18,0 °С до +26,0 °С корректируется значение температуры. Нажатием кнопки устанавливается значение температуры по образцовому термометру, с каждым нажатием температура изменяется на 0,2 °С. После длительного нажатия (2 с) на кнопку происходит возврат в рабочий режим, корректировка записывается во флэш-память.

## 5.6 Особенности при работе с прибором

**5.6.1** При проведении измерения клещевую приставку необходимо располагать перпендикулярно токопроводу, при этом токопровод должен прилегать к губкам клещевой приставки.

**5.6.2** При измерении угла сдвига фаз необходимо учитывать расположение гнезда «\*» на клещевой приставке относительно общей точки измерительной цепи.

**5.6.3** Точность измерения тока и угла сдвига фаз зависит от чистоты губок клещевой приставки.

**5.6.4** Прибор автоматически отключается через 30 минут после последнего нажатия кнопки. Прибор включается по нажатию на кнопку «ВЫБОР» в том же окне, в котором был выключен.

**5.6.5** Для замены элементов питания необходимо вскрыть прибор, отвинтив четыре крепежных винта. На нижней крышке корпуса закреплён батарейный отсек. После установки двух гальванических «пальчиковых» элементов соберите прибор.

## **5.7 Меры безопасности**

**5.7.1** К работе с прибором и его обслуживанию допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с измерительными приборами и ознакомившиеся с данным РЭ.

**5.7.2** При подключении к исследуемым цепям операции проводить одной рукой.

**5.7.3** Запрещается подключать прибор непосредственно в токовые цепи. При измерении тока и угла сдвига фаз следует использовать клещевую приставку, входящую в комплект прибора.

## **6 МАРКИРОВАНИЕ**

**6.1** На передней панели маркируется наименование прибора.

**6.2** На задней крышке прибора указаны порядковый номер прибора, наименование прибора, год выпуска и изготовитель.

## **7 УКАЗАНИЯ ПО ХРАНЕНИЮ И ВВОДУ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

**7.1** На всех стадиях эксплуатации (применение по назначению, ремонт, техническое обслуживание, хранение, транспортирование) необходимо руководствоваться правилами и указаниями, помещёнными в соответствующих разделах данного РЭ.

**7.2** Прибор может храниться в упаковке изготовителя в неотапливаемом помещении при отсутствии пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию, в течение 12 месяцев при следующих условиях:

- температура воздуха от минус 10 °С до + 40 °С;
- относительная влажность до 95 % при 35 °С.

**7.3** При приемке прибора необходимо его распаковать и убедиться в отсутствии поломок и деформаций. После этого необходимо провести проверку прибора на работоспособность. Недопустимо пользоваться прибором с истекшим сроком поверки.

**7.4** При длительном хранении необходимо из прибора вынуть батарейки.

**7.5** Работать с прибором допускается при отсутствии быстрых изменений окружающей среды, в противном случае прибор должен быть выдержан в рабочем помещении в течение 30 минут.

**7.6** Периодичность поверки – не реже 1 раза в год.

## **8 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

**8.1** Транспортирование прибора допускается только в упаковке и может производиться любым видом крытого транспорта.

**8.2** Прибор в упаковке и транспортной таре выдерживает предельные условия транспортирования в части климатических воздействий по группе 7 ГОСТ 22261-94 (условия хранения 3 по ГОСТ 15150-69) и транспортную тряску, соответствующую предельным условиям транспортирования, установленным для средств измерений группы 7 по ГОСТ 22261-94.

## **9 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА**

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие прибора требованиям технических условий ТУ ВУ 100101011.001-2005 при соблюдении правил транспортирования, хранения и эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации – пять лет с момента ввода в эксплуатацию.

Гарантийные обязательства изготовителя прекращаются в случае:

- возникновения дефектов вследствие нарушения потребителем условий транспортирования, хранения и эксплуатации;
- истечения гарантийного срока эксплуатации;
- если ввод изделия в эксплуатацию произведен персоналом, не прошедшим обучение и не имеющим сертификата, выданного предприятием-изготовителем (ОАО «Белэлектромонтажналадка»).

Предприятие-изготовитель выполняет гарантийный ремонт при наличии паспорта на устройство, рекламационного акта и отметки о вводе в эксплуатацию.

Послегарантийный ремонт осуществляет предприятие-изготовитель в течение всего срока службы изделия. Потребитель осуществляет транспортирование вольтамперфазометра М2 за свой счет, либо оплачивает расходы на командирование специалистов предприятия-изготовителя для выполнения ремонта.

## 10 МЕТОДИКА И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки распространяется на вольтамперфазометр М2 (в дальнейшем – ВАФ) по ТУ ВУ 100101011.001-2005 и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки. Рекомендуемый межповерочный интервал 12 месяцев.

### 10.1 Операции и средства поверки

**10.1.1** При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства измерений с характеристиками, указанными в таблице 5 настоящей методики.

Таблица 5

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Средства поверки и их основные метрологические и (или) технические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	эксплуатации и хранении
1	2	3	4	5
1 Внешний осмотр	10.4.1	—	Да	Да
2 Опробование	10.4.2	—	Да	Да
3 Проверка электрического сопротивления изоляции	10.4.3	Мегаомметр, обеспечивающий: - максимальное напряжение на зажимах прибора 500 В; - диапазон измерения сопротивления изоляции от 0 до 100 Мом. Рекомендуемый тип, – мегаомметр М4100/3 (диапазон измерения от 0 до 100 МОм, класс точности 1,0).	Да	Нет

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
4 Проверка пределов измерения и определение основной приведённой погрешности при измерении напряжения переменного тока	10.4.4	<p>Эталонный прибор, обеспечивающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- измерение напряжения переменного тока в диапазоне от 0 до 600 В (на частотах от 40 до 100 Гц);</li> <li>- основную относительную погрешность измерений, не превышающую 0,3 %.</li> </ul> <p>Рекомендуемый тип:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- универсальная испытательная система для релейной защиты РЕЛЕ-ТОМОГРАФ-61 (в дальнейшем – РЕТОМ-61) с трансформатором напряжения РЕТ-ТН (диапазон изменения напряжения переменного тока на выходе РЕТ-ТН – от 0 до 600 В);</li> <li>- вольтметр универсальный В7-54/3 (диапазон измерения напряжения переменного тока от 0,001 до 700 В, основная относительная погрешность измерения напряжения переменного тока не превышает <math>\pm 0,05</math> %).</li> </ul>	Да	Да
5 Проверка пределов измерения и определение основной приведённой погрешности при измерении переменного тока	10.4.5	<p>Эталонный прибор обеспечивающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диапазон изменения тока от 0,02 до 10,0 А (на частоте от 40 до 100 Гц);</li> <li>- основную относительную погрешность измерений, не превышающую 0,5 %.</li> </ul> <p>Рекомендуемый тип:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- РЕТОМ-61 (диапазон изменения переменного тока – от 0,01 до 20,0 А на частоте от 20 до 500 Гц, основная относительная погрешность по II каналу источника тока в диапазоне от 1,0 до 20,0 А не превышает <math>\pm 0,5</math> %);</li> <li>- вольтметр универсальный В7-65 (диапазон измерения переменного тока от 0 до 2 А на частоте от 20 Гц до 5 кГц, основная относительная погрешность измерения переменного тока на частоте от 40 Гц до 5 кГц не превышает <math>\pm 0,5</math> %).</li> </ul>	Да	Да
6 Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока	10.4.6	<p>Эталонный прибор, обеспечивающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основную абсолютную погрешность частоты источников тока и напряжения в диапазоне от 20 до 70 Гц, не превышающую <math>\pm 0,06</math> Гц;</li> <li>- основную абсолютную погрешность измерения частоты сигнала синусоидальной формы, не превышающую <math>\pm 0,06</math> Гц в диапазоне от 70 до 100 Гц.</li> </ul> <p>Рекомендуемый тип:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- РЕТОМ-61 (диапазон изменения частоты – от 0,2 до 500 Гц, основная абсолютная погрешность частоты источников тока и напряжения не превышает <math>\pm 0,01</math> Гц в диапазоне от 20 до 70 Гц);</li> <li>- вольтметр универсальный В7-65 (диапазон измеряемых частот – от 20 Гц до 100 кГц, основная относительная погрешность измерения частоты не превышает <math>\pm 0,02</math> %).</li> </ul>	Да	Да

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
<p>7 Проверка диапазона измерения и определение основной абсолютной погрешности измерения углов фазового сдвига между:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- синусоидальным током и синусоидальным напряжением;</li> </ul>	<p>10.4.7</p>	<p>Эталонный прибор:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- имеющий не менее двух источников сигналов переменного тока (по напряжению и по току), изолированных друг от друга;</li> <li>- обеспечивающий возможность регулировки углов фазового сдвига на выходе прибора от 0 до 359° с основной погрешностью, не превышающей ±1,0°.</li> </ul> <p>Характеристики источников сигналов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диапазон выходного напряжения переменного тока от 0 до 600 В;</li> <li>- диапазон выходного переменного тока от 0 до 10 А;</li> <li>- коэффициент нелинейных искажений не более 5 %;</li> <li>- частота выходных сигналов должна регулироваться в диапазоне от 20 до 70 Гц.</li> </ul>	<p>Да</p>	<p>Да</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- синусоидальным напряжением и синусоидальным током;</li> <li>- двумя синусоидальными напряжениями;</li> <li>- двумя синусоидальными токами</li> </ul>		<p>Рекомендуемый тип – РЕТОМ-61 (диапазон изменения фазы в каналах тока и напряжения от 0 до 359°, основная абсолютная погрешность установки фазы каналов тока и напряжения не превышает ±1,0°).</p>		
<p>8 Проверка диапазона и основной приведённой погрешности определения постоянной составляющей напряжения</p>	<p>10.4.8</p>	<p>Эталонный прибор, обеспечивающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диапазон выходных напряжений постоянного тока от 0 до 600 В;</li> <li>- коэффициент пульсаций не более 0,5 %;</li> <li>- основную относительную погрешность измерений, не превышающую 0,3 %.</li> </ul> <p>Рекомендуемый тип:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прибор для поверки вольтметров В1-12 (диапазон выходных напряжений постоянного тока от 0 до 1000 В, основная абсолютная погрешность установки выходного сигнала по напряжению постоянного тока не превышает <math>\pm 10^{-5} \cdot U_K</math>, где <math>U_K = 0,1; 1,0; 10,0; 100,0; 1000,0</math> В)</li> </ul>	<p>Да</p>	<p>Да</p>
		<p>Средства измерений параметров окружающей среды (для всех операций поверки):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гигрометр психрометрический ВИТ-1 (диапазон измерения влажности от 10 до 100 %, погрешность измерения влажности ±3 %; диапазон измерения температуры от 0 до 40 °С, погрешность измерения ±1 °С);</li> <li>- барометр-анероид БАММ-1 (диапазон измерения от 84 до 107 кПа, погрешность измерения атмосферного давления ±0,13 кПа.)</li> </ul>		

### **Примечания:**

**1** Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих соотношение 1:3 между пределом допускаемой погрешности эталонного средства измерений и пределом допускаемой погрешности измеряемого параметра.

**2** Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между двумя синусоидальными токами проводится только при наличии в комплекте поставки ВАФ двух клещевых приставок

Средства измерений, применяемые для поверки, должны быть поверены и иметь действующие поверительные клейма и (или) свидетельство о поверке.

Работа со средствами измерений и вольтамперфазометром должна проводиться в соответствии с их эксплуатационной документацией. Условия эксплуатации средств измерений должны соответствовать требованиям, установленным в документации на них.

## **10.2 Требования безопасности**

**10.2.1** При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80, руководством по эксплуатации ВАФ ПШИЖ 01.00.00.00.010 РЭ и инструкциями предприятия, осуществляющего поверку.

## **10.3 Условия поверки и подготовка к ней**

**10.3.1** При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |                                                  |                |
|--------------------------------------------------|----------------|
| – температура окружающего воздуха                | 20±5) °С;      |
| – относительная влажность воздуха                | от 30 до 80 %; |
| – атмосферное давление<br>кПа;                   | т 84 до 106,7  |
| – напряжение питания                             | 230±23) В;     |
| – частота питающего напряжения                   | (50±0,5) Гц;   |
| – коэффициент нелинейных искажений питающей сети | не более 5 %.  |

Внешние магнитные поля кроме магнитного поля Земли должны практически отсутствовать.

**10.3.2** Перед проведением поверки необходимо изучить комплект эксплуатационных документов и принцип действия применяемых средств измерений и испытательного оборудования (СИ и ИО).

**10.3.3** Все СИ и ИО, требующие заземления, должны быть заземлены.

**10.3.4** ВАФ подготавливают к работе в соответствии с руководством по эксплуатации ПШИЖ 01.00.00.00.010 РЭ, а все СИ и ИО – в соответствии с их эксплуатационными документами.

## **10.4 Проведение поверки**

### **10.4.1 Внешний осмотр**

**10.4.1.1** При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие внешних механических повреждений (трещин, выбоин и т.д.), влияющих на работоспособность и безопасность ВАФ;

- наличие и чёткость маркировки;

- чистота гнёзд прибора.

**10.4.1.2** Результаты проверки занести в протокол. Форма протокола указана в приложении А.

**10.4.2** Опробование проводится в режиме измерения напряжения переменного тока.

Собрать схему в соответствии с рисунком 9.

Установить на входе проверяемого прибора значение напряжения 32,88 В. При этом на индикаторе ВАФ должна быть индикация всех сегментов во всех разрядах ЖКИ.

Результаты опробования отразить в разделе 2 протокола поверки (приложение А).

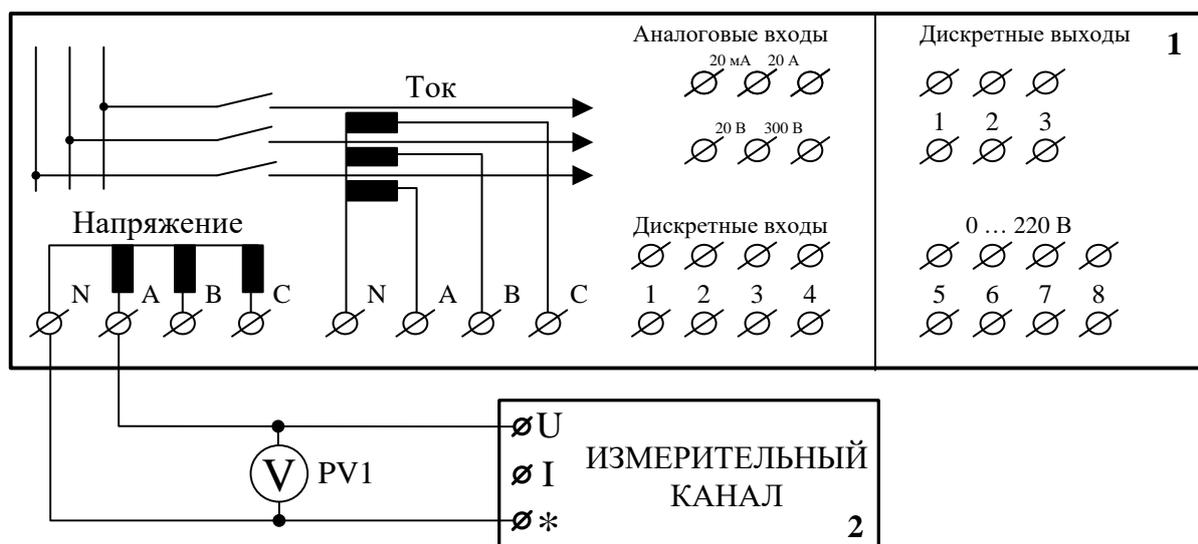
### 10.4.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

Электрическое сопротивление изоляции измеряется при помощи мегаомметра постоянным напряжением 500 В между соединёнными гнёздами «U», «\*» и металлическими губками клещевой приставки с одной стороны и частью корпуса, покрытой металлической фольгой (за исключением областей вокруг гнёзд прибора).

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

Отсчёт результата измерения проводят после достижения установившегося показания не менее чем через 5 с и не позднее чем через 1 мин.

Результаты испытания считают удовлетворительными, если измеренные значения электрического сопротивления изоляции равны или превышают 20 МОм.



1 – установка реле-томограф РЕТОМ-61; 2 – проверяемый прибор; PV1 – вольтметр В7-54/3.

Рисунок 9 – Схема проверки диапазона и основной приведённой погрешности измерения напряжения переменного тока ( $U \leq 200$  В)

### 10.4.4 Проверка пределов и определение основной приведённой погрешности при измерении напряжения переменного тока

**10.4.4.1** Проверка пределов измерения напряжения переменного тока проводится совместно с определением основной приведённой погрешности.

**10.4.4.2** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 9.

**10.4.4.3** Установить последовательно при помощи РЕТОМ-61 на входе проверяемого прибора значения напряжения равными 1; 13; 75; 130 и 200 В частотой 50 Гц. Фиксировать величину напряжения, измеренную проверяемым прибором. Определить основную приведённую погрешность измерения напряжения  $\gamma_1$ , %, по формуле (1)

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

где  $U_b$  – значение напряжения, измеренное проверяемым прибором, В;

$U_q$  – действительное значение измеряемого напряжения, установленное с помощью эталонного средства измерений, В;

$X_N$  – нормирующее значение, равное диапазону измерений (на поддиапазоне от 0 до 14 В  $X_N = 14$  В; на поддиапазоне от 14 до 140 В  $X_N = 126$  В; на поддиапазоне от 140 до 600 В  $X_N = 460$  В).

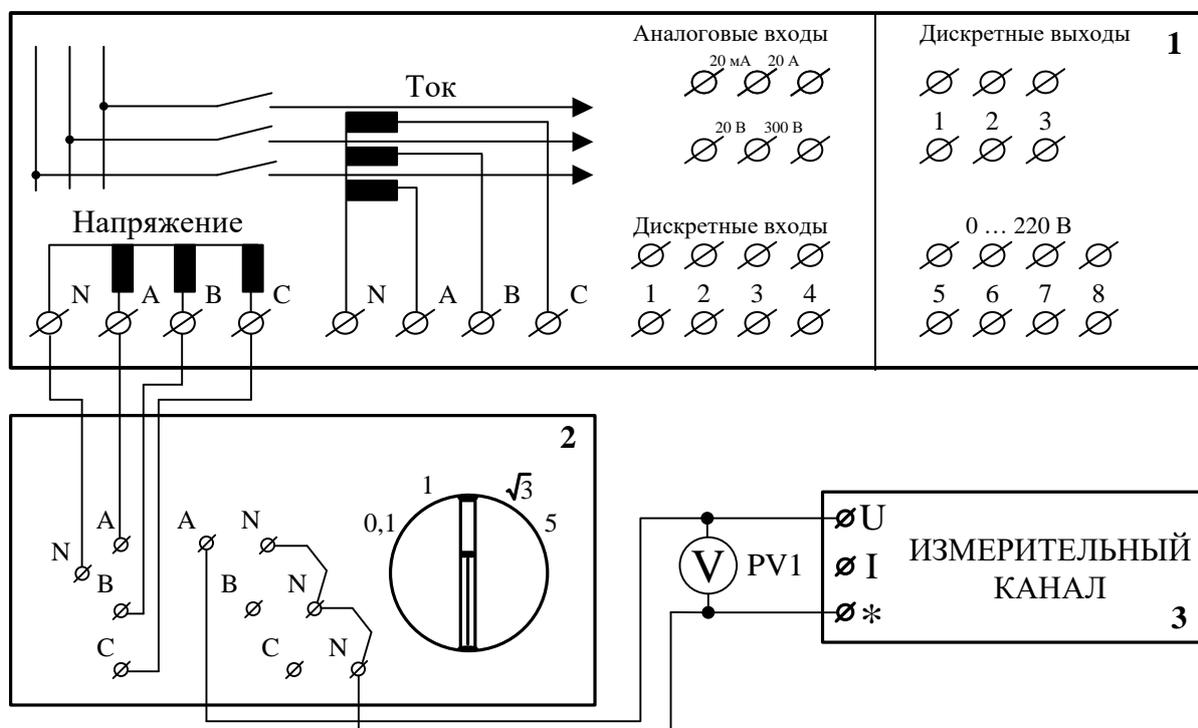
**10.4.4.4** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 10.

**10.4.4.5** Повторить проверку по методике п. 10.4.4.3 в точках 300 и 600 В.

**10.4.4.6** Повторить проверки по методике п.п. 10.4.4.3 и 10.4.4.5 при подаче от РЕТОМ-61 напряжения переменного тока частотой 45, 75 и 100 Гц, в точках 13, 130 и 600 В.

**10.4.4.7** Результаты проверки заносятся в протокол.

**10.4.4.8** Результаты проверки считаются удовлетворительными, если для всех проверенных точек значения основной приведённой погрешности измерения напряжения переменного тока не превышают  $\pm 1,0\%$ .



1 – установка реле-томограф РЕТОМ-61; 2 – блок трёхфазного преобразователя напряжения РЕТ-ТН;  
3 – проверяемый прибор; PV1 – вольтметр В7-54/3

Рисунок 10 – Схема проверки диапазона и основной приведённой погрешности измерения напряжения переменного тока ( $U > 200$  В)

**10.4.5** Проверка пределов измерения и определение основной приведённой погрешности при измерении переменного тока

**10.4.5.1** Проверка пределов измерения переменного тока проводится совместно с определением основной приведённой погрешности.

**10.4.5.2** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 11.

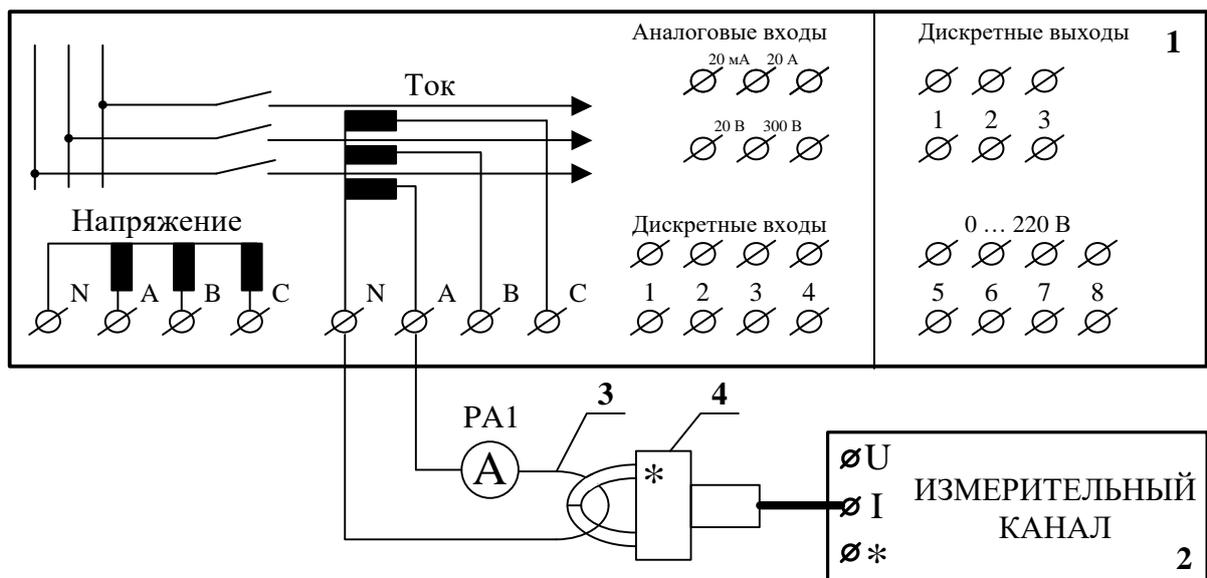
**10.4.5.3** Установить на входе проверяемого прибора значения тока равными 0,02; 0,13; 0,4 и 1,3 А, частотой 50 Гц. Фиксировать величину тока, измеренную проверяемым прибором. Определить основную приведённую погрешность измерения переменного тока  $\gamma_2$ , %, по формуле (2)

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

где  $I_b$  – значение переменного тока, измеренное проверяемым прибором, А;

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

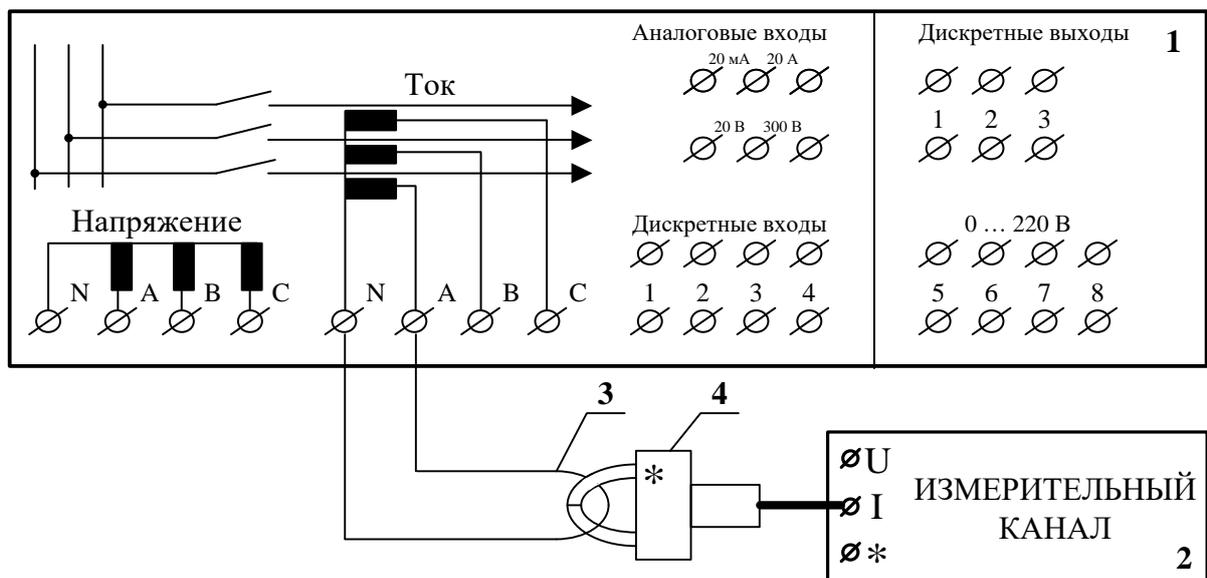
$X_N$  – нормирующее значение, равное диапазону измерений (на поддиапазоне измерений от 0 до 0,14 А  $X_N = 0,14$  А; на поддиапазоне измерений от 0,14 до 1,40 А  $X_N = 1,26$  А; на поддиапазоне измерений от 1,4 до 10,0 А  $X_N = 8,6$  А).



1 – РЕТОМ-61; 2 – проверяемый прибор; 3 – токопровод; 4 – клещевая приставка; PA1 – вольтметр В7-65

Рисунок 11 – Схема проверки диапазона и основной приведённой погрешности измерения переменного тока ( $I \leq 2$  А)

10.4.5.4 Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 12.



1 – РЕТОМ-61; 2 – проверяемый прибор; 3 – токопровод; 4 – клещевая приставка

Рисунок 12 – Схема проверки диапазона и основной приведённой погрешности измерения переменного тока ( $I > 2$  А)

10.4.5.5 Повторить проверку по методике п. 10.4.5.3 в точках 5 и 10 А.

10.4.5.6 Повторить проверки по методике п.п. 10.4.5.3 и 10.4.5.5 при подаче от РЕТОМ-61 переменного тока частотой 45, 75 и 100 Гц в точках 0,13, 1,3 и 10 А.

10.4.5.7 Результаты поверки заносятся в протокол.

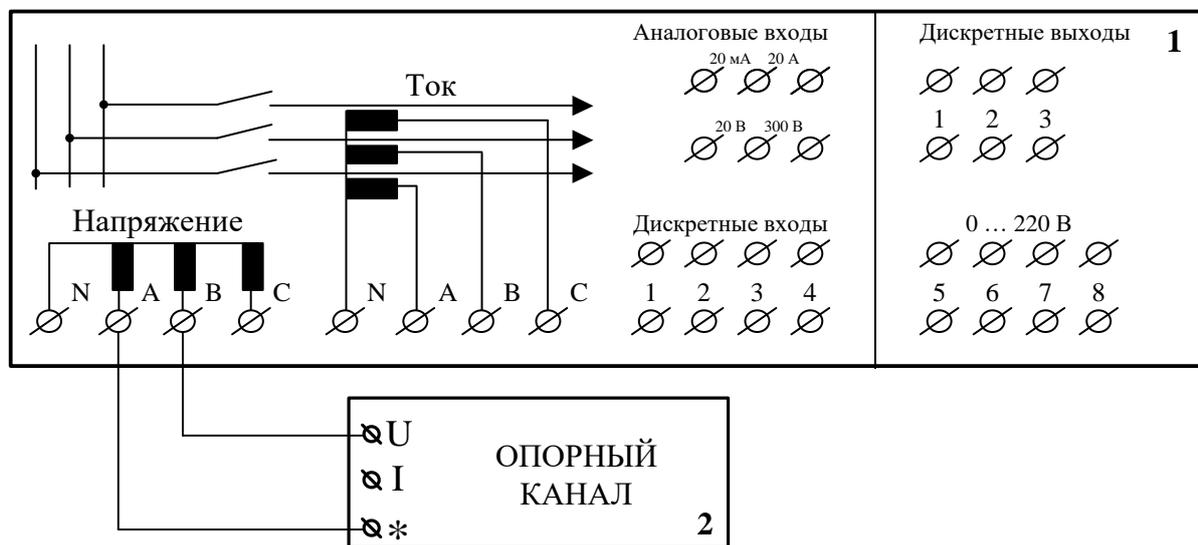
10.4.5.8 Результаты проверки считаются удовлетворительными, если для всех проверенных точек значения основной приведённой погрешности измерения переменного тока не превышают

$\pm 2,5\%$  на поддиапазонах от 0 до 0,14 А и от 0,14 до 1,40 А и  $\pm 2,0\%$  на поддиапазоне от 1,4 до 10,0 А.

**10.4.6** Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока и напряжения

**10.4.6.1** Проверка диапазона измерения частоты переменного тока и напряжения проводится совместно с определением основной абсолютной погрешности.

**10.4.6.2** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 13.



1 – РЕТОМ-61; 2 – проверяемый прибор

Рисунок 13 – Схема проверки диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты напряжения переменного тока (по опорному каналу напряжения), при  $F < 70$  Гц

**10.4.6.3** Установить при помощи РЕТОМ-61 на входе проверяемого прибора значение напряжения переменного тока 100 В с частотой 50 Гц. Фиксировать значение частоты, измеренное проверяемым прибором.

Повторить данную проверку при последовательной подаче на вход проверяемого прибора значения напряжения переменного тока 100 В с частотой 20; 40 и 60 Гц.

Определить основную абсолютную погрешность измерения частоты напряжения переменного тока  $\Delta_1$ , Гц, по формуле (3)

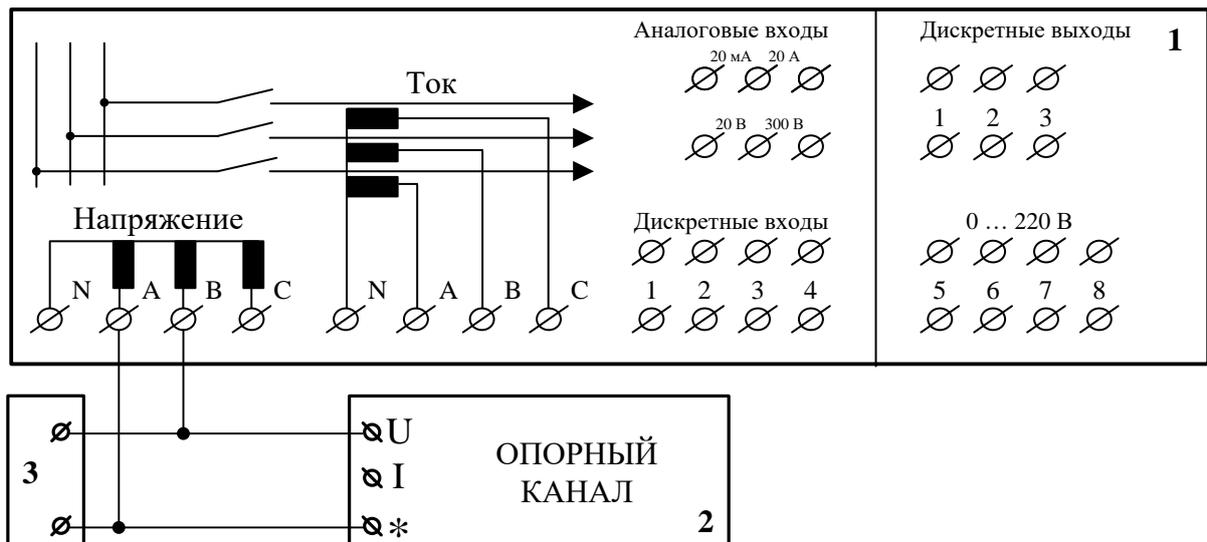
$$\Delta_1 = F_b - F_q, \quad (3)$$

где  $F_b$  – значение частоты напряжения переменного тока, измеренное проверяемым прибором, Гц;

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

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если для всех проверенных точек, значения основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока и напряжения не превышают  $\pm 0,2$  Гц.

**10.4.6.4** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 14.

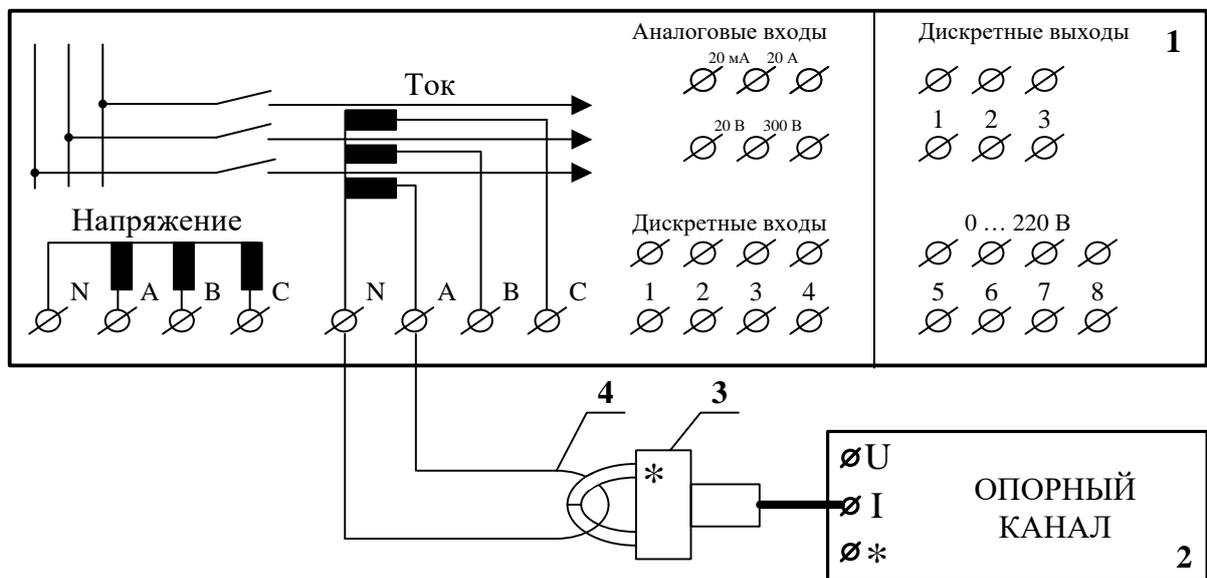


1 – РЕТОМ-61; 2 – проверяемый прибор; 3 – вольтметр универсальный В7-65

Рисунок 14 – Схема проверки диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты напряжения переменного тока (по опорному каналу напряжения) при  $F > 70$  Гц

**10.4.6.5** Повторить проверку по методике п. 10.4.6.3 при подаче на вход проверяемого прибора напряжения переменного тока 100 В частотой 80 и 100 Гц.

**10.4.6.6** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 15.



1 – РЕТОМ-61; 2 – проверяемый прибор; 3 – клещевая приставка; 4 – токопровод

Рисунок 15 – Схема проверки диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока (по опорному каналу тока) при  $F < 70$  Гц

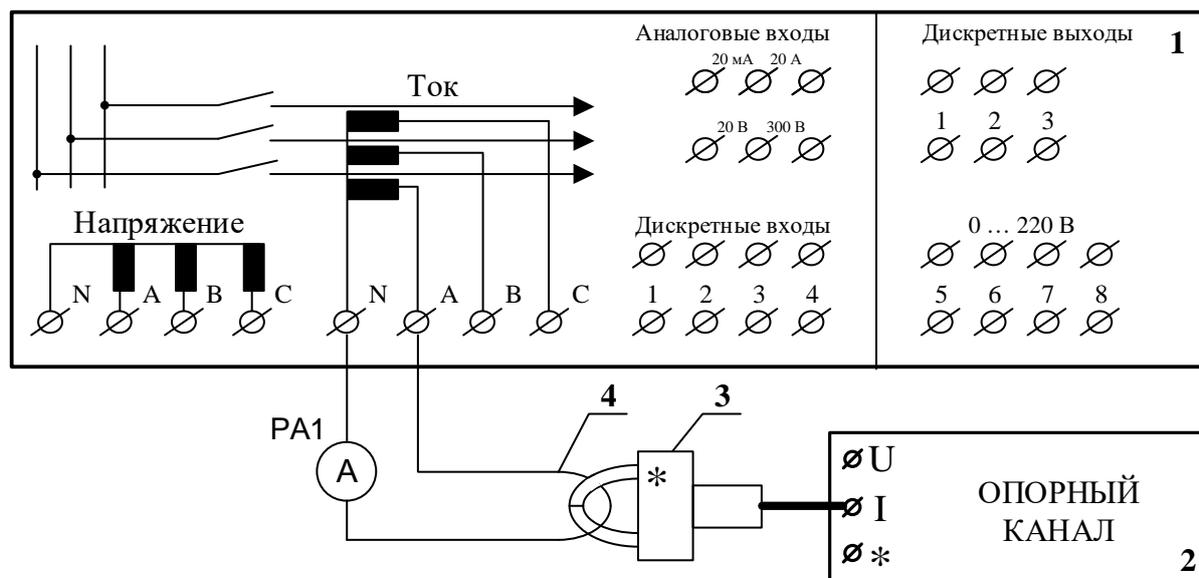
**10.4.6.7** Установить на входе проверяемого прибора значение переменного тока 1 А с частотой 50 Гц.

Фиксировать значение частоты, измеренное проверяемым прибором.

Определить основную абсолютную погрешность измерения частоты переменного тока по формуле (3).

Повторить данную проверку при последовательной подаче на вход проверяемого прибора значения переменного тока 1 А с частотой 20; 40 и 60 Гц.

#### 10.4.6.8 Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 16



1 – РЕТОМ-61; 2 – проверяемый прибор; 3 – клещевая приставка; 4 – токопровод; PA1 – вольтметр универсальный В7-65

Рисунок 16 – Схема проверки диапазона и основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока (по опорному каналу тока) при  $F > 70$  Гц

**10.4.6.9** Повторить проверку по методике п. 10.4.6.7 при подаче на вход проверяемого прибора переменного тока 1 А с частотой 80 и 100 Гц.

**10.4.6.10** Результаты проверки заносятся в протокол.

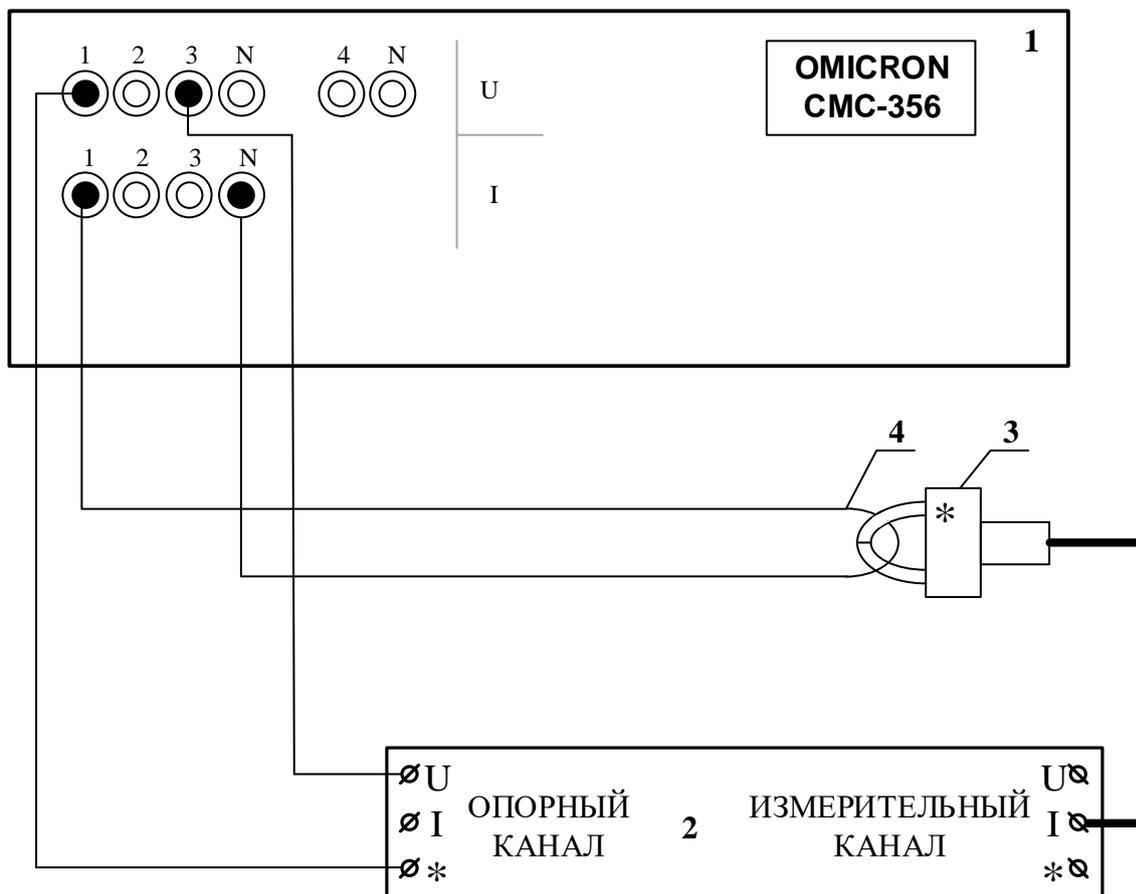
**10.4.7** Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз

**10.4.7.1** Проверка диапазона измерения угла сдвига фаз проводится совместно с определением основной абсолютной погрешности.

**10.4.7.2** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 17.

**Примечание** – Обратить внимание на правильность фазирования и положение токоизмерительных клещей. Угол сдвига фаз электрических цепей образцового и проверяемого средств измерений установлен правильно, если показаниям  $30^\circ$  (С) проверяемого прибора соответствуют  $30^\circ$  образцового прибора и  $-30^\circ$  (L) проверяемого соответствуют  $-30^\circ$  образцового при установке на измерительном канале тока, на опорном канале напряжения.

**10.4.7.3** Установить на входе проверяемого средства измерения значение угла разности фаз между синусоидальными напряжением и током равным  $0^\circ$ , а информативные параметры входного сигнала в соответствии с таблицей б.



1 – OMICRON-356; 2 – проверяемый прибор; 3 – клещевая приставка; 4 – токопровод

Рисунок 17 – Схема проверки пределов измерения и определения основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между напряжением и током

Таблица 6 – Информативные параметры входного сигнала при измерении угла фазового сдвига между синусоидальным напряжением и током на частоте 50 Гц

Информативные параметры входного сигнала		
Напряжение (на опорном канале), В	Ток (на измерительном канале), А	Частота, Гц
1	2	3
2	0,01	50
	1,0	
	10,0	
50	0,1	
	1,0	
	10,0	
600	0,1	
	1,0	
	10,0	

**10.4.7.4** Определить основную абсолютную погрешность измерения угла фазового сдвига  $\Delta_2$  в градусах по формуле (4)

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

где  $A_b$  – значение угла сдвига фаз, измеренное проверяемым средством измерения, градус;

$A_q$  – действительное значение угла сдвига фаз, установленное с помощью эталонного средства измерений, градус.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках основная абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз не превышает  $\pm 5^\circ$  для уровней сигналов от 10 до 600 В и от 0,2 до 10 А и  $\pm 7^\circ$  для уровней сигналов менее 10 В или менее 0,2 А.

**10.4.7.5** Установить на входе проверяемого средства измерений значение угла разности фаз между синусоидальным напряжением и током равным  $0^\circ$ , а информативные параметры входного сигнала в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 – Информативные параметры входного сигнала при измерении угла фазового сдвига между синусоидальным напряжением и током на частотах 20, 50 и 70 Гц

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

**10.4.7.6** Определить по формуле (4) основную абсолютную погрешность угла сдвига фаз.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если во всех проверяемых точках основная абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз не превышает  $\pm 5^\circ$ .

**10.4.7.7** Установить на входе проверяемого средства измерений информативные параметры входного сигнала и значения угла сдвига фаз между синусоидальным напряжением и синусоидальным током в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 – Информативные параметры входного сигнала при измерении угла фазового сдвига 90, 180 и 270°

Информативные параметры входного сигнала			Значение угла разности фаз, град
Напряжение (на опорном канале), В	Ток (на измерительном канале), А	Частота, Гц	
50	1	50	90
			180
			270

**10.4.7.8** Определить основную погрешность измерения угла фазового сдвига в градусах по формуле (4) в диапазоне измерения углов фазового сдвига от 0 до 180°. В диапазоне измерения углов фазового сдвига от 180 до 360° основная абсолютная погрешность  $\Delta_2$  в градусах определяется по формуле (5)

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

Основная абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз не должна превышать  $\pm 5^\circ$ .

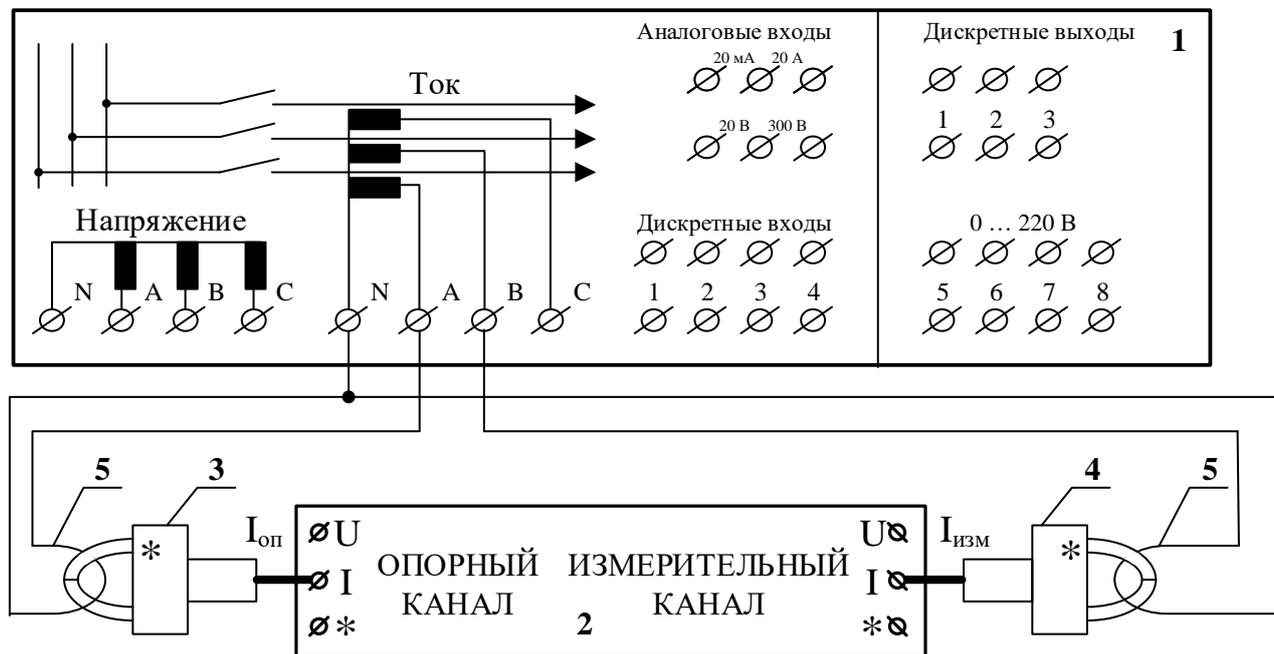
**10.4.7.9** Поменять сигналы измерительного и опорного каналов, т.е. на измерительном канале установить напряжение, а на опорном канале – ток. Установить на входе проверяемого средства измерений информативные параметры входного сигнала и значения угла разности фаз между синусоидальным током и синусоидальным напряжением в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9 – Информативные параметры входного сигнала при измерении угла фазового сдвига между синусоидальным током и напряжением

Информативные параметры входного сигнала			Значение угла разности фаз, град
Ток на опорном канале, А	Напряжение на измерительном канале, В	Частота, Гц	
1	50	50	0
			90
			180
			270

**10.4.7.10** Определить основную погрешность измерения угла фазового сдвига по формулам (4) и (5). Основная абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз не должна превышать  $\pm 5^\circ$ .

**10.4.7.11** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 18.



1 – РЕТОМ-61; 2 – проверяемый прибор; 3 – опорная клещевая приставка; 4 – измерительная клещевая приставка; 5 – токопровод

Рисунок 18 – Схема проверки пределов измерения и определения основной абсолютной погрешности угла сдвига фаз между двумя синусоидальными токами

**10.4.7.12** Установить на входе проверяемого средства измерений информативные параметры входного сигнала и значения угла разности фаз между двумя синусоидальными токами в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10 – Информативные параметры входного сигнала при измерении угла фазового сдвига между двумя синусоидальными токами

Информативные параметры входного сигнала			Значение угла разности фаз, град
Ток (на опорном канале), А	Ток (на измерительном канале), А	Частота, Гц	
1,0	2,0	50	0
			90
			180
			270

**10.4.7.13** Определить основную абсолютную погрешность угла фазового сдвига в градусах по формулам (4) и (5). Основная абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз не должна превышать  $\pm 5^\circ$ .

**10.4.7.14** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 19.

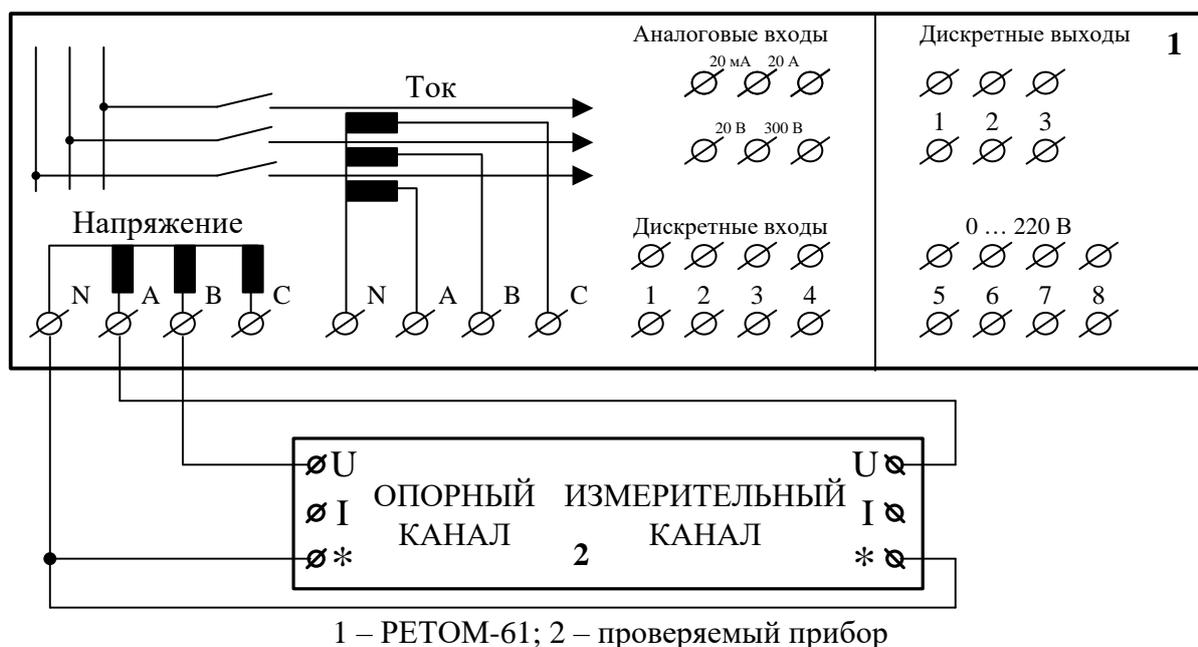


Рисунок 19 – Схема проверки пределов измерения и определения основной абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между двумя синусоидальными напряжениями

**10.4.7.15** Установить на опорном и измерительном каналах проверяемого средства измерений информативные параметры входного сигнала и значения угла разности фаз между двумя синусоидальными напряжениями в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 – Информативные параметры входного сигнала при измерении угла фазового сдвига между двумя синусоидальными напряжениями

Информативные параметры входного сигнала			Значение угла разности фаз, град
Напряжение (на опорном канале), В	Напряжение (на измерительном канале), В	Частота, Гц	
50	100	50	0
			90
			180
			270

**10.4.7.16** Определить основную абсолютную погрешность угла фазового сдвига в градусах по формулам (4) и (5). Основная абсолютная погрешность измерения угла сдвига фаз не должна превышать  $\pm 5^\circ$ .

**10.4.7.17** Результаты проверки заносятся в протокол.

**10.4.8** Проверка диапазона и основной приведённой погрешности определения постоянной составляющей напряжения

**10.4.8.1** Проверка диапазона измерения постоянной составляющей напряжения проводится совместно с определением основной приведённой погрешности.

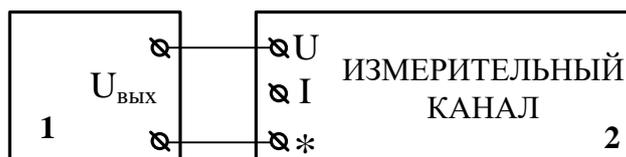
**10.4.8.2** Собрать схему проверки в соответствии с рисунком 20.

**10.4.8.3** Установить последовательно при помощи прибора для поверки вольтметров В1-12 на входе проверяемого прибора значение постоянного напряжения равным 1; 19; 50; 190; 300 и 600 В. Фиксировать величину напряжения, измеренную проверяемым прибором.

Рассчитать основную приведённую погрешность определения постоянной составляющей напряжения по формуле (1), при этом учесть, что на поддиапазоне от 0 до 20 В  $X_N = 20$  В, на поддиапазоне от 20 до 200 В  $X_N = 180$  В, на поддиапазоне от 200 до 600 В  $X_N = 400$  В.

Основная приведённая погрешность определения постоянной составляющей напряжения не должна превышать  $\pm 1,5\%$ .

10.4.8.4 Результаты проверки заносятся в протокол.



1 – прибор для проверки вольтметров В1-12; 2 – проверяемый прибор

Рисунок 20 – Схема проверки диапазона и основной приведённой погрешности определения постоянной составляющей напряжения

## 10.5 Оформление результатов поверки

10.5.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А.

10.5.2 На каждый ВАФ, признанный годным, оформляется свидетельство о поверке в соответствии с приложением Г ТКП 8.003-2011.

10.5.3 Запрещается эксплуатация средств измерений, прошедших поверку с отрицательным результатом. В этом случае производится аннулирование свидетельства о поверке и оформляется извещение о непригодности в соответствии с приложением Д ТКП 8.003-2011, а неисправный вольтамперфазометр направляется в ремонт.

## 11 СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЕМКЕ

**11.1** Вольтамперфазометр М2 заводской номер (рисунок 21) соответствует техническим условиям ТУ ВУ 100101011.001-2005 и признан годным для эксплуатации.

Серийный № _____
Дата изготовления _____

Рисунок 21

Представитель ОТК \_\_\_\_\_

М.П.

**11.2** Результаты первичной государственной поверки положительные.

Дата приемки \_\_\_\_\_ М.П.

\_\_\_\_\_ Подпись

**Предприятие оставляет за собой право вносить схемные и конструктивные изменения, не ухудшающие технические характеристики прибора.**

По всем вопросам обращаться по адресу:

220101, г. Минск,

ул. Плеханова 105А,

ОАО «Белэлектромонтажналадка»

Приемная: (017) 378-09-05

Маркетинг: (017) 379-86-56

СКБ: (017) 348-88-57

[www.bemn.by](http://www.bemn.by), [upr@bemn.by](mailto:upr@bemn.by)

## **12 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ**

**12.1** Суммарная масса драгоценных металлов в приборе:

Золото – 0,0013722 г;

Серебро – 0,1150899.

## **13 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ**

Декларация ЕАЭС №ВУ/112 11.01. ТР004 003 41818 о соответствии требованиям ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», и ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

Сертификат об утверждении типа средств измерений №11545 от 30.01.2018 г.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(рекомендуемое)**

Протокол поверки вольтамперфазометра М2 № \_\_\_\_\_

Дата поверки \_\_\_\_\_

Температура \_\_\_\_\_ Влажность \_\_\_\_\_ Атмосферное давление \_\_\_\_\_

Образцовые СИ \_\_\_\_\_

**1 Внешний осмотр** \_\_\_\_\_

(соответствует, не соответствует)

**2 Опробование** \_\_\_\_\_

(соответствует, не соответствует)

**3 Проверка электрического сопротивления изоляции** \_\_\_\_\_

**4 Проверка диапазона и определение основной приведённой погрешности измерения напряжения переменного тока**

Измеряемое значение, В	Частота, Гц	Фактическое значение, В	Допустимая основная приведенная погрешность, %	Допустимый интервал, 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			

**5 Проверка диапазона и определение основной приведённой погрешности измерения переменного тока**

Измеряемое значение, А	Частота, Гц	Фактическое значение, А	Допустимая основная приведенная погрешность, %	Допустимый интервал, А
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
1,3	45			1,265 – 1,335
	50			
	75			
	100			
5,0	50		2,0	4,80 – 5,20
10,0	45			9,80 – 10,20
	50			
	75			
	100			

**6 Проверка диапазона и определение основной абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока**

Напряжение на опорном канале, В	Ток на опорном канале, А	Измеряемое значение частоты, Гц	Фактическое (измеренное) значение частоты, Гц	Допустимая основная абсолютная погрешность, Гц	Допустимый интервал, 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

**7 Проверка диапазона и определение основной абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига между синусоидальными напряжением и током**

Напряжение на опорном канале, В	Ток на измерительном канале, А	Частота, Гц	Измеряемое значение угла разности фаз, град	Фактическое (измеренное) значение угла разности фаз, град	Допустимая основная абсолютная погрешность, град	Допустимый интервал, град
1	2	3	4	5	6	7
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±5
	1,0					0±5
	10,0					0±5
50	1,0	20	±5	0±5		
		50		0±5		
		70		0±5		
50	1,0	90	±5	±(85 – 95 C)		
		180		±(175 – 185 L/C)		
		270		±(85 – 95 L)		

**8 Проверка диапазона и определение основной погрешности измерения углов фазового сдвига между синусоидальным током и напряжением**

Ток на опорном канале, А	Напряжение на измерительном канале, В	Частота, Гц	Измеряемое значение угла разности фаз, град	Фактическое (измеренное) значение угла разности фаз, град	Допустимая основная абсолютная погрешность, град	Допустимый интервал, град
1,0	50	50	0		±5	0±5 L/C
			90			±(85 – 95 L)
			180			±(175 – 185 L/C)
			270			±(85 – 95 L/C)

**9 Проверка диапазона и определение основной погрешности измерения углов фазового сдвига между двумя синусоидальными токами (при наличии двух клещевых приставок)**

Ток на опорном канале, А	Ток на измерительном канале, А	Частота, Гц	Измеряемое значение угла разности фаз, град	Фактическое (измеренное) значение угла разности фаз, град	Допустимая основная абсолютная погрешность, град	Допустимый интервал, град
1,0	2,0	50	0		±5	0±5
			90			85 – 95
			180			175 – 185
			270			265 – 275

