

СОГЛАСОВАНО:

УТВЕРЖДАЮ:



Директор ООО «НПП «ДИНАМИКА» Руководитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Димитриев

В.Н. Яншин



**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

ИНСТРУКЦИЯ

ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТРЫ ЦИФРОВЫЕ

РЕТОМЕТР-М2

Методика поверки
БРГА.411259.006 МП

2011

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Операции поверки	6
2 Средства поверки	7
3 Требования к квалификации персонала для поверки	9
4 Требования безопасности	9
5 Условия поверки	10
6 Подготовка к поверке	11
7 Проведение поверки	11
7.1 Внешний осмотр	11
7.2 Проверка технического состояния	12
7.2.1 Проверка электрической прочности изоляции	12
7.2.2 Проверка сопротивления изоляции	13
7.2.3 Опробование прибора	13
7.3 Определение метрологических характеристик	15
7.3.1 Общие указания	15
7.3.2 Проверка диапазонов измерений и определение погрешностей измерения напряжения переменного тока и частоты	16
7.3.3 Проверка диапазона измерений и определение погрешностей измерения напряжения постоянного тока	17

7.3.4 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерения силы переменного тока..	18
7.3.5 Проверка диапазонов измерений и определение погрешности измерения угла сдвига фаз.....	21
8 Обработка результатов измерений	25
9 Оформление результатов поверки.....	28
Приложение А. Метрологические характеристики прибора	29
Приложение Б. Форма протокола проверки метрологических характеристик.....	31

Введение

Настоящая инструкция распространяется на вольтамперфазометры цифровые **РЕТОМЕТР-М2** (далее - приборы), изготавливаемые НПП «Динамика» г. Чебоксары, и устанавливает требования к методике их первичной и периодической поверки и (или) калибровки.

Вольтамперфазометр цифровой **РЕТОМЕТР-М2** предназначен для:

- измерения величины напряжения постоянного и переменного тока частоты от 40 до 80 Гц;
- измерения силы переменного тока частоты от 45 до 65 Гц;
- измерения частоты напряжения и силы переменного тока в диапазоне от 40 до 80 Гц;
- измерения угла сдвига фаз между напряжением и током, током и напряжением в диапазоне от минус 180 до плюс 180 °.

Вольтамперфазометр цифровой **РЕТОМЕТР-М2** является портативным прибором для измерений параметров режима и параметров компонентов электрических цепей с рабочей частотой 50 Гц в лабораторных, а также полевых условиях.

Метрологические характеристики прибора, подлежащие поверке, приведены в приложении А. Перечень рекомендуемых образцовых средств измерений и вспомогательного оборудования приведен в разделе 2. Форма протокола поверки прибора приведена в приложении Б. Далее в тексте применяется только термин «поверка», под которым подразумевается поверка или калибровка.

Межповерочный интервал – 2 года.

1 Операции поверки

1.1 Поверка прибора должна проводиться в объеме и последовательности, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций при первичных и периодических поверках прибора

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Номера пунктов методов поверки
	первичная*	периодическая	
1. Внешний осмотр	+	+	7.1
2. Проверка технического состояния:			7.2
- проверка электрической прочности изоляции;	+	-	7.2.1
- проверка сопротивления изоляции;	+	+	7.2.2
- опробование.	+	+	7.2.3
3. Определение метрологических характеристик:			7.3
- проверка диапазонов измерений и определение погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока;	+	+	7.3.2, 7.3.3
- проверка диапазона измерений и определение погрешности измерения переменного тока;	+	+	7.3.4
- проверка диапазона измерений и определение погрешности измерения частоты напряжения переменного тока;	+	+	7.3.2
- проверка диапазонов измерений и определение погрешности измерения угла сдвига фаз	+	+	7.3.5
<i>* При изготовлении и после ремонта.</i>			

2 Средства поверки

2.1 При поверке должны использоваться образцовые средства измерений и вспомогательное оборудование, удовлетворяющие указанным ниже требованиям и имеющие действующие свидетельства о поверке или метрологической аттестации (следует проверить их свидетельства о поверке и наличие поверочных клейм с датой последующей поверки).

2.2 Абсолютная погрешность образцовых средств измерений, используемых для измерения сигналов поверяемого прибора, в каждой из проверяемых точек диапазона не должна превышать $1/5$ предела допускаемой абсолютной погрешности поверяемого прибора в соответствующем режиме измерения.

При невозможности выполнения соотношения "1/5" допускается использовать образцовые средства измерений с упомянутым соотношением до "1/3", при этом погрешность поверяемого прибора не должна выходить за границы, равные 0,8 от предела допускаемой погрешности прибора в проверяемой точке диапазона измеряемых сигналов.

2.3 Для проведения поверки преобразователей рекомендуется использовать образцовые средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование оборудования	Пределы (диапазоны) измерений	Метрологические характеристики
Вольтметр универсальный В7-54	Напряжение постоянного тока до 1000 В, Напряжение переменного тока до 700 В; Сопротивление до 20 МОм	0,0015 % + 2 е.м.р. 0,05 % + 100 е.м.р. 0,003 % + 2 е.м.р.
Амперметр переменного тока Д5017	0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,5; 5; 10; 25; 50 А	кл. т. 0,2
Частотомер электронно-счетный ЧЗ-67	до 10 МГц	$\pm 0,0001$ % ± 1 е.м.р.
Измеритель разности фаз Ф2-34	(0 – 360)°	$\pm 0,1^\circ$
Примечание: е.м.р – единица младшего разряда.		

2.4 Указанные средства являются лишь рекомендуемыми, допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной метрологической службы, или с их разрешения, с погрешностью измерения, не превышающей указанной в п 2.2.

3 Требования к квалификации персонала для поверки

3.1 К проведению поверки прибора допускается поверитель, освоивший работу с прибором и образцовыми средствами измерений, который должен быть аттестован в соответствии с Правилами по метрологии ПР 50.2.012-94 "ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений".

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 22261-94, указаниями по безопасности, изложенными в разделе 4 руководства по эксплуатации на прибор, и технической документации на применяемые образцовые средства измерений и вспомогательное оборудование.

4.2 Персонал, проводящий поверку (поверитель), должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже 3-й (до и выше 1000 В).

4.3 Внешние подключения следует проводить согласно схемам подключения прибора.

4.4 Средства проведения испытаний должны быть заземлены, если это предусмотрено их руководствами по эксплуатации.

5 Условия поверки

5.1 Поверку прибора рекомендуется проводить в нормальных условиях

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, % 30 - 80
- атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.) 84 - 106,7 (630 - 800)

- частота питающей сети, Гц 50 ± 0,5

- напряжение питающей сети переменного тока, В 220 ± 4,4

- форма кривой переменного напряжения питающей сети – синусоидальная, с коэффициентом нелинейных искажений не более 2 %;

- отсутствие вибрации, тряски, ударов, влияющих на работу прибора;

- отсутствие внешних электрических и магнитных полей, превышающих установленные нормы по электрооборудованию для измерения, управления и лабораторного применения.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед началом поверки поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора, образцовых средств измерений и других технических средств, используемых при поверке, настоящую инструкцию, правила техники безопасности и строго их соблюдать.

6.2 Средства поверки, вспомогательные технические средства перед поверкой должны быть подготовлены в соответствии с их технической документацией, при необходимости заземлены.

6.3 Перед поверкой необходимо полностью зарядить аккумулятор.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие руководства по эксплуатации и паспорта на поверяемый прибор;
- соответствие комплектности прибора эксплуатационной документации;
- отсутствие повреждений, влияющих на работу прибора;
- отсутствие внутри корпуса прибора посторонних предметов или незакреплённых деталей.

7.2 Проверка технического состояния

7.2.1 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводить по ГОСТ Р 52319-2005 на пробойной установке переменного тока мощностью не менее 0,25 кВ·А.

Проверяемые цепи и значения испытательного напряжения приведены в таблице 3.

При проведении испытаний следует закоротить между собой входы (клеммы) в каждой группе проверяемых цепей прибора (см. таблицу 3).

Таблица 3

Электрическая цепь прибора	Испытательное напряжение, В, для проверки:	
	электрической прочности изоляции	сопротивления изоляции
Входы «U1 _{измер} », «U2 _{прозвон} », «U3» - корпус	~3250	=1000
Входы «=5 В», «I1», «I2», «I3» - корпус	~500	=500
Примечание – При проверке электрической прочности и сопротивления изоляции корпус прибора необходимо обернуть металлической фольгой или мягкой токопроводящей резиной, кроме областей вокруг гнезд, индикатора, кнопок.		

Прибор считать выдержавшим испытание, если не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

7.2.2 Проверка сопротивления изоляции

Измерение сопротивления изоляции прибора произвести по ГОСТ 22261 с помощью мегомметра класса не хуже 1,5. Проверяемые цепи и значения испытательного напряжения приведены в таблице 3.

При проведении испытаний следует закоротить между собой входы (клеммы) в каждой группе проверяемых цепей прибора (см. таблицу 3).

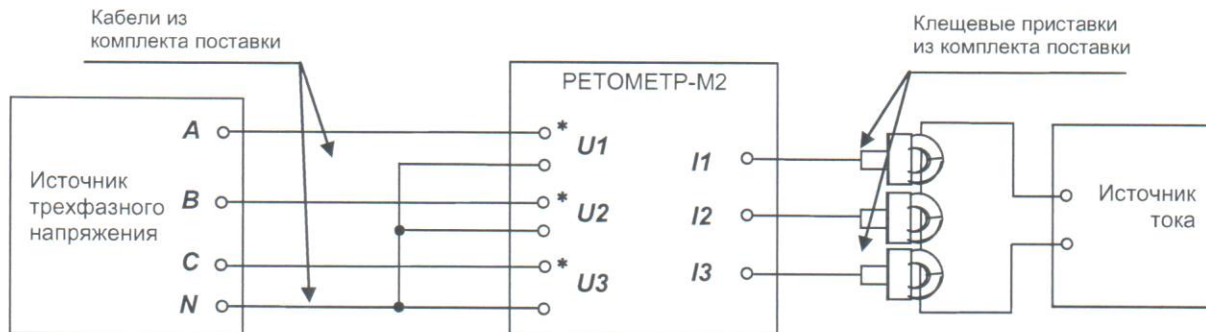
Прибор считать выдержавшим испытание, если значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

7.2.3 Опробование прибора

7.2.3.1 Подключить прибор к источнику трехфазного напряжения переменного тока по схеме, приведенной на рисунке 1.

Включить прибор. Убедиться в индикации версии ПО и отображении контрольной суммы. Выбрать в меню - «трехфазный» режим. К токовым каналам «I1», «I2», «I3» подключить клещевые приставки из комплекта поставки. Подключить источник трехфазного напряжения и источник тока к прибору согласно схеме (рис. 1). Подать трехфазное напряжение величиной фазного напряжения 58 В. Подать ток 5 А. Установить угол сдвига фаз между напряжением U1 и остальными источниками тока и напряжения 30°, частоту сигналов 50 Гц. На индикаторе должны отображаться изме-

ренные действующие значения напряжения, силы тока, частоты и угла сдвига фаз остальных сигналов относительно опорного канала «U1».



Примечание – В качестве источников напряжения и тока рекомендуется использовать устройство РЕТОМ-51. В случае отдельных источников напряжения и тока, их необходимо синхронизировать по фазе.

Рисунок 1 – Подключение прибора при опробовании

Прибор считать выдержавшим испытание, если выполняются требования методики.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Общие указания

Величину поверяемого параметра в каждой поверяемой точке устанавливают по образцовому средству измерений в случае, если последний – стрелочный прибор с аналоговой шкалой (чтобы исключить субъективную погрешность), и по поверяемому изделию в случае, если образцовое средство измерений – цифровой прибор.

Результаты измерений заносят в протокол поверки (форма протокола приведена в приложении Б). Затем рассчитывают границы допускаемых значений поверяемого параметра относительно показаний образцового средства измерений.

Необходимо учитывать, что приведенные границы допускаемых значений рассчитаны из условия, что на образцовом средстве измерений устанавливаются значения, соответствующие столбцам «Поверяемая точка» в таблицах приложения Б. В противном случае границы допускаемых значений необходимо пересчитать.

Измеренные значения поверяемых параметров должны соответствовать допускаемым значениям, приведенным в таблицах приложения Б.

При заполнении протокола поверки необходимо обязательно указывать тип, зав. №, класс точности или предел допускаемой погрешности образцового средства измерений, которым проводились измерения.

Для подключения прибора следует использовать кабели и принадлежности из комплекта поставки.

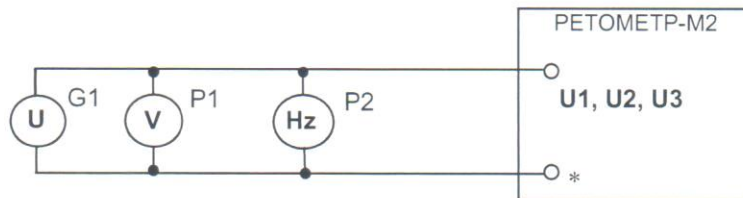
7.3.2 Проверка диапазонов измерений и определение погрешностей измерения напряжения переменного тока и частоты

Проверку измерения напряжения переменного тока проводить по схеме, приведенной на рисунке 2, согласно таблицам Б.1, Б.2 путем подачи на входы прибора U_1 , U_2 , U_3 (одновременно) фиксированных значений напряжения (50 Гц) и сопоставлением показаний образцового средства измерений с показаниями поверяемого прибора. Режим работы прибора – «трехфазный».

Проверку измерения частоты проводить только по входу «U1» при разных уровнях напряжения согласно таблице Б.5. Режим работы прибора – «трехфазный».

7.3.3 Проверка диапазона измерений и определение погрешностей измерения напряжения постоянного тока

Проверку проводить по схеме, приведенной на рисунке 2, предварительно отсоединив частотомер, согласно таблице Б.1 путем подачи на вход прибора $U1$ фиксированных значений напряжения постоянного тока и сопоставлением показаний образцового средства измерений с показаниями поверяемого прибора. Режим работы прибора – «однофазный».



G1 – источник (генератор) напряжения постоянного и переменного тока: Н4-11 (до 600 В), УППУ-1М (до 750 В);

РЕТОМ-51 с РЕТ-ТН (от 600 до 750 В); РЕТОМ-6000 (от 600 до 750 В);

P1 – вольтметр переменного тока (образцовое СИ): В7-78/1 или НР34401А;

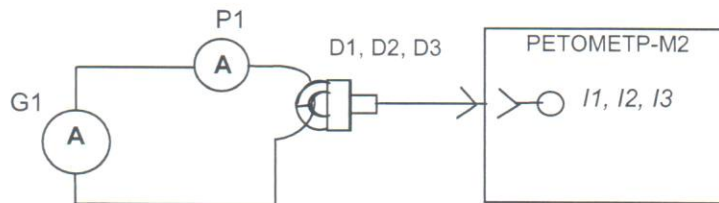
P2 – частотомер (образцовое СИ): GFC8010Н.

Рисунок 2 – Определение погрешности измерения напряжения переменного и постоянного тока и частоты сигнала переменного тока

7.3.4 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерения силы переменного тока

7.3.4.1 Измерение тока с использованием клещевых приставок

Проверку проводить по схеме, приведенной на рисунке 3, путем подачи на входы прибора *I1*, *I2*, *I3* (одновременно) фиксированных значений тока (50 Гц) согласно таблице Б.3 и сопоставлением показаний образцового средства измерений с показаниями поверяемого прибора. Режим работы прибора – «трехфазный».



G1 – источник тока: УППУ-1М (до 10 А), Н4-11 с ПНТ-50 (до 40 А), РЕТОМ-51 (РЕТОМ-61), РЕТОМ-21.

D1, D2, D3 – клещевые приставки для каналов I1, I2, I3 соответственно (из комплекта поставки),

P1 – амперметр (образцовое СИ): ЦА8500/2 (Д553), миллиамперметр ЦА8500/1

*Рисунок 3 – Определение погрешности измерения силы переменного тока
(с использованием клещевых приставок)*

7.3.4.2 Определение собственной погрешности измерительных токовых каналов

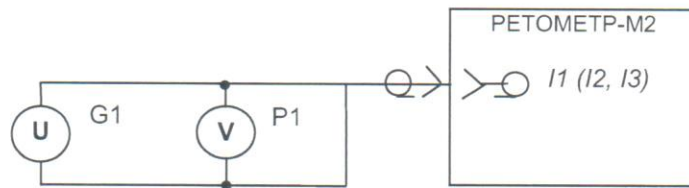
Проверку погрешности проводить по схеме, приведенной на рисунке 4а, путем подачи на входы прибора *I1*, *I2*, *I3* (поочередно) фиксированных значений напряжения (50 Гц) («Показания рабочего эталона, В») согласно таблице Б.4 и сопоставлением показаний образцового средства измерений с показаниями поверяемого прибора. Для подачи напряжения на токовые входы используется специальный кабель, выполненный по схеме, приведенной на рисунке 4б.

Режим работы прибора – «РЕТ-ДТ».

Показания образцового средства измерений в таблице Б.4 записываются в вольтах. Границы допустимых значений и показания поверяемого прибора в режиме «РЕТ-ДТ» записываются в килоамперах.

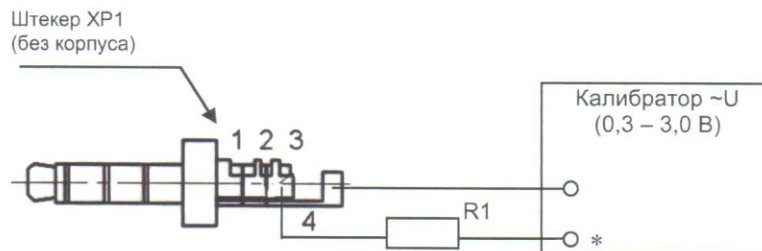
Значения напряжения в графе «Показания образцового СИ, В» ($U_{\text{ОБ}}$), прямо пропорциональны значениям входного напряжения в режиме «РЕТ-ДТ» ($U_{\text{РЕТ-ДТ}}$), которые соответствуют значениям измеряемого тока «Проверяемая точка, кА» ($I_{\text{ПР}}$).

$$U_{\text{ОБ}} = U_{\text{РЕТ-ДТ}} = I_{\text{ПР}} * k ; I_{\text{ИЗМ}} = U_{\text{ОБ}} / k ; \text{ где } k = 10 \text{ В/кА.}$$



G1 – источник напряжения (300 – 3000 мВ): калибратор Н4-11 или Н5-3;
 P1 – вольтметр (образцовое СИ): В7-78/1 или НР34401А

а) схема измерения переменного тока (в режиме ПЕТ-ДТ)



XP1 – штекер для подключения к токовым входам I1, I2, I3 (типа Jack AUD-13);
 R1 – резистор номиналом 1,25 кОм (C2-29В-0,125 Вт-1,24кОм-0,1 %; C2-29В-0,125 Вт-10Ом-0,1 %)

б) схема подключения в режиме ПЕТ-ДТ

Рисунок 4 – Определение собственной погрешности измерительных токовых каналов
 (в режиме ПЕТ-ДТ)

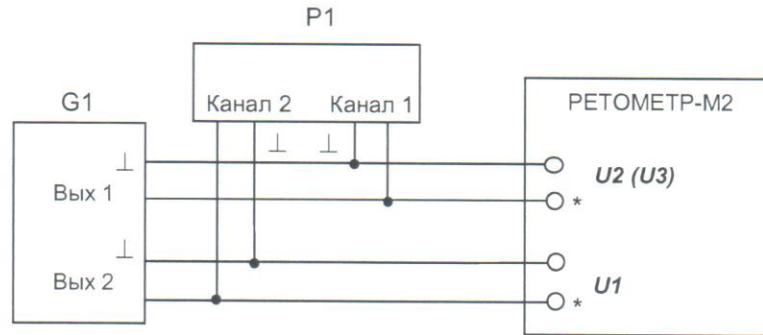
7.3.5 Проверка диапазонов измерений и определение погрешности измерения угла сдвига фаз

Определение погрешности измерения угла сдвига фаз проводить по схемам, приведенным на рисунках 5 – 7. Проводят измерения угла сдвига фаз следующих сигналов (50 Гц):

- а) U_2 , U_3 относительно U_1 при уровне сигналов согласно таблицам Б.6, Б.6.1;
- б) I_1 , I_2 , I_3 относительно U_1 при уровне сигналов согласно таблицам Б.7, Б.7.1;
- в) I_3 относительно I_1 при уровне сигналов согласно таблицам Б.8, Б.8.1, Б.8.2.

Для случаев а) и б) режим работы прибора – «трехфазный»), для в) – «однофазный»

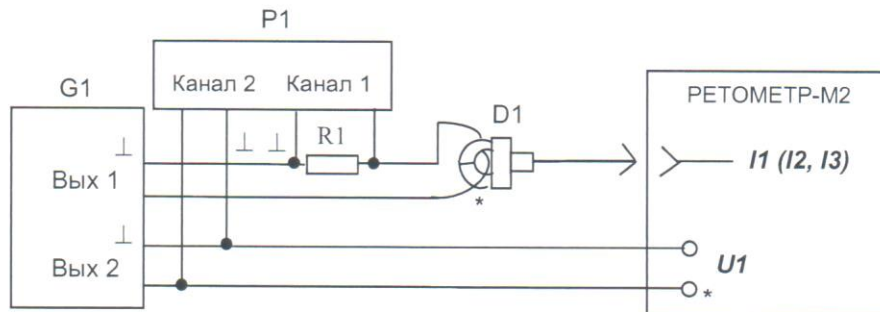
Проверку проводить путем подачи на входы прибора фиксированных значений тока и напряжения (50 Гц), задания соответствующих значений угла сдвига фаз согласно таблицам Б.6 – Б.8.2, и сопоставлением показаний образцового средства измерений с показаниями поверяемого прибора.



G1 – источник, воспроизводящий углы сдвига фаз между напряжениями: PETOM-51
 ($U_{вх} = U_1 = U_2 = U_3 = 0,5 \text{ В}; 58 \text{ В}$);

P1 – измеритель разности фаз (образцовое СИ): Ф2-34 (при $U_{вх} = 58 \text{ В}$ использовать делитель 1:100)

*Рисунок 5 – Определение погрешности измерения угла сдвига фаз U_2 , U_3 относительно U_1
 (при малых и больших уровнях сигналов)*



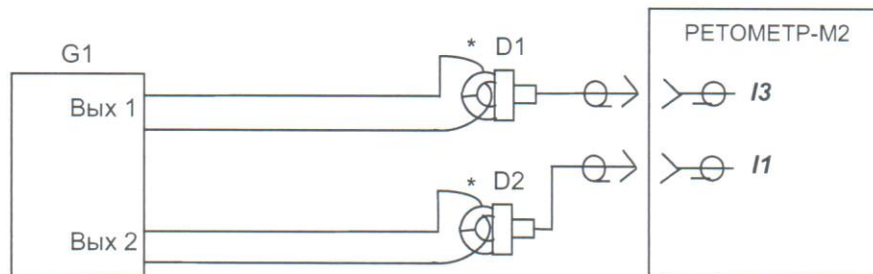
G1 – источник, воспроизводящий углы сдвига фаз между током и напряжением: РЕТОМ-51 или УППУ-1М ($U_{вх} = U1 = 0,6 \text{ В}; 100 \text{ В}; I_{вх} = I1 = I2 = I3 = 0,25 \text{ А}; 5 \text{ А}$);

D1 – клещевая приставка (из комплекта поставки прибора);

R1 – резистор: 2,5 Ом, 0,156 Вт – при 0,6 В и 0,25 А; 0,2 Ом, 5 Вт – при 100 В и 5 А;

P1 – измеритель разности фаз (образцовое СИ): Ф2-34 (при $U_{вх} = 100 \text{ В}$ использовать делитель 1:100)

Рисунок 6 – Определение погрешности измерения угла сдвига фаз I1, I2, I3 относительно U1 (при малых и больших уровнях сигналов)



G1 – источник, воспроизводящий углы сдвига фаз между токами (образцовое СИ): ПЕТОМ-51

($I_{вх} = I_1 = I_3 = 0,05 \text{ A}; 5 \text{ A}; 20 \text{ A}$);

D1, D2 – клещевые приставки (из комплекта поставки прибора)

*Рисунок 7 – Определение погрешности измерения угла сдвига фаз I_3 относительно I_1
(при малых и больших уровнях сигналов)*

8 Обработка результатов измерений

8.1 При проведении поверки прибора в нормальных условиях согласно 5.1 полученные оценки погрешности сравниваются со значением предела допускаемых значений основной погрешности и положительное либо отрицательное решение по поверке принимается по результатам этого сравнения.

8.2 Определение погрешностей

Абсолютная погрешность Δ измерений любого параметра (напряжения, тока, частоты, угла сдвига фаз) определяется по формуле:

$$\Delta = X_{\partial} - X_{изм}$$

где: X_{∂} - действительное значение задаваемой величины (показания образцового средства измерений);

$X_{изм}$ - измеренное значение задаваемой величины (показания поверяемого прибора).

8.3 Определение допускаемых показаний поверяемого прибора

Для каждой проверяемой точки вычисляют значения граничных показаний поверяемого прибора по формулам:

$$X_i^{ниж} = X_{\partial i} - \Delta_i^{допуск}; \quad X_i^{верх} = X_{\partial i} + \Delta_i^{допуск}$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = a \cdot X_{\text{изм} i} + b - \text{при измерении напряжения}$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = a \cdot X_{\text{изм} i} + b - \text{при измерении тока}$$

где: $X_i^{\text{ниже}}$, $X_i^{\text{верх}}$ – соответственно нижняя и верхняя граница допускаемых показаний значения величины параметра i -ой проверяемой точки;

$\Delta_i^{\text{допуск}}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности величины проверяемого параметра в i -ой проверяемой точке;

X_{oi} – действительное значение величины проверяемого параметра в i -ой проверяемой точке (показания образцового средства измерений);

a – мультипликативная составляющая (указана для каждой проверяемой точки в столбце «**a**» таблиц приложения Б).

b – аддитивная составляющая (указана для каждой проверяемой точки в столбце «**b**» таблиц приложения Б).

Значение величины, подаваемой на вход прибора, устанавливают равным проверяемой точке X_i (выбирают по соответствующим таблицам приложения Б).

По поверяемому прибору регистрируют максимальное $X_{i_{\max}}$ и минимальное $X_{i_{\min}}$ из пяти показаний $X_{i_{\text{изм}}}$ проверяемого значения.

Если выполняется одно (любое) из неравенств:

$$X_{i_{\min}} < X_i^{\text{ниж}} \quad \text{или} \quad X_{i_{\max}} > X_i^{\text{верх}},$$

прибор бракуют. В противном случае заносят данные в протокол по форме, приведенной в приложении Б, и переходят к следующей проверяемой точке.

Если ни в одной из проверяемых точек любого параметра не выполняются указанные выше неравенства, то прибор признают годным для дальнейшего использования.

Примечание – При использовании электронной формы протокола в формате Microsoft Excel, поставляемой дополнительно к комплекту поставки по просьбе потребителя, расчет допускаемых показаний и проверка на допуск происходит автоматически при занесении показаний поверяемого прибора и образцового средства измерений.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительные результаты поверки прибора оформляются свидетельством о поверке согласно Правилам по метрологии ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения». На нижнюю часть корпуса прибора наклеивается голографическая наклейка, в паспорте производят запись о годности к применению поверенного прибора.

9.2 При отрицательных результатах свидетельство о поверке не выдается, ранее выданное свидетельство о поверке аннулируется, запись о поверке в паспорте на прибор гасится и выдается извещение о непригодности согласно ПР 50.2.006-94.

Приложение А

Метрологические характеристики прибора

Диапазон измерений напряжения, В:

- основной канал U1 (напряжение переменного/постоянного тока) от 0,06 до 750
- вспомогательные каналы U2, U3 (напряжение переменного тока) от 0,06 до 750

Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерения напряжения, В:

- основной канал U1

- от 0,060 до 6,000 В $\pm (0,005 \cdot \text{Хизм.} + 0,003)$
- от 6,00 до 60,00 В $\pm (0,005 \cdot \text{Хизм.} + 0,03)$
- от 60,0 до 750,0 В $\pm (0,005 \cdot \text{Хизм.} + 0,3)$

- вспомогательные каналы U2, U3

- от 0,060 до 6,000 В $\pm (0,01 \cdot \text{Хизм.} + 0,005)$
- от 6,00 до 60,00 В $\pm (0,01 \cdot \text{Хизм.} + 0,05)$
- от 60,0 до 750,0 В $\pm (0,01 \cdot \text{Хизм.} + 0,5)$

Диапазон измерений силы переменного тока промышленной частоты (используется приставка клещевая), А

от 0,04 до 40

Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерения силы переменного тока, А:

- от 0,040 до 0,400 А $\pm (0,02 \cdot \text{Хизм.} + 0,003)$
- от 0,400 до 6,000 А $\pm (0,015 \cdot \text{Хизм.} + 0,003)$
- от 6,00 до 20,00 А $\pm (0,015 \cdot \text{Хизм.} + 0,03)$
- от 20,00 до 40,00 А $\pm (0,02 \cdot \text{Хизм.} + 0,03)$

Диапазон изменения входного напряжения для каналов I1, I2, I3 (в режиме «РЕТ-ДТ»), В	от 0,3 до 3
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерения по каналам I1, I2, I3 (в режиме «РЕТ-ДТ»), В:	$\pm (0,005 \cdot \text{Хизм.} + 0,009)$
Диапазон измерений угла сдвига фаз между напряжением и напряжением, током и током, напряжением и током, градусы	от – 180 до + 180
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерения угла сдвига фаз, градусы:	
- между напряжением и напряжением (между входами U1, U2, U3):	
- для поддиапазона: от 0,06 до 0,6 В	$\pm 1,8$
- для поддиапазона: от 0,6 до 750 В	$\pm 0,5$
- между напряжением и током (между входами U1 и I1, I2, I3):	
- для поддиапазона: от 0,04 до 0,2 А	$\pm 3,6$
- для поддиапазона: от 0,2 до 40 А	$\pm 1,5$
- между током и током (между входами I1 и I3):	
- для поддиапазона: от 0,04 до 0,2 А	$\pm 5,0$
- для поддиапазона: от 0,2 до 40 А	$\pm 2,5$
Диапазон измерений частоты напряжения, Гц	от 40 до 80
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерения частоты, Гц	$\pm 0,01$ Гц

Примечание – В формулах погрешности приняты следующее обозначение: *Хизм.* – измеренное значение соответствующей величины.

Приложение Б

Форма протокола проверки метрологических характеристик

Протокол поверки вольтамперфазометра цифрового РЕТОМЕТР-М2

Прибор № _____ Причина проведения поверки: первичная, периодическая, после ремонта
 Дата выпуска: _____ Условия проведения проверки: нормальные
 Дата поверки: _____ температура, град. С _____
 Измерения провел: _____ относит. влажность, % _____
 _____ атмосфер. давление, кПа _____

Основная погрешность задана в виде: $\pm [ax + b]$

Коэффициент запаса

Таблица Б.1 **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ОСНОВНОГО КАНАЛА "U1"**
 Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, В	Показания образцового СИ, В	a	b, В	Показания проверяемого прибора, В			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), В	
					~U1	=U1			
1	0,060	0,060	0,005	0,003			-	0,057	0,063
2	3,000	3,000	0,005	0,003			-	2,982	3,018
3	5,900	5,900	0,005	0,003			-	5,868	5,933
4	10,00	10,00	0,005	0,03			-	9,92	10,08
5	30,00	30,00	0,005	0,03			-	29,82	30,18
6	59,00	59,00	0,005	0,03			-	58,68	59,33
7	100,0	100,0	0,005	0,3			-	99,2	100,8
8	400,0	400,0	0,005	0,3			-	397,7	402,3
9	750,0	750,0	0,005	0,3			-	746,0	754,1

Таблица Б.2 **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА КАНАЛОВ "U2", "U3"**
 Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, В	Показания образцового СИ, В	а	b, В	Показания проверяемого прибора, В			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), В	
						~U2	~U3		
1	0,060	0,060	0,01	0,005	-			0,054	0,066
2	3,000	3,000	0,01	0,005	-			2,965	3,035
3	5,900	5,900	0,01	0,005	-			5,836	5,964
4	10,00	10,00	0,01	0,05	-			9,85	10,15
5	30,00	30,00	0,01	0,05	-			29,65	30,35
6	59,00	59,00	0,01	0,05	-			58,36	59,64
7	100,0	100,0	0,01	0,5	-			98,5	101,5
8	400,0	400,0	0,01	0,5	-			395,5	404,5
9	750,0	750,0	0,01	0,5	-			742,0	758,0

Таблица Б.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ ПЕРЕМ. ТОКА С КЛЕЩЕВОЙ ПРИСТАВКОЙ
Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, А	Показания образцового СИ, А	а	b, А	Показания проверяемого прибора, А			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), А	
					~/1	~/2	~/3		
1	0,040	0,040	0,02	0,003				0,036	0,044
2	0,100	0,100	0,02	0,003				0,095	0,105
3	0,400	0,400	0,02	0,003				0,389	0,411
4	1,000	1,000	0,015	0,003				0,982	1,018
5	3,000	3,000	0,015	0,003				2,952	3,048
6	5,900	5,900	0,015	0,003				5,809	5,992
7	10,00	10,00	0,015	0,03				9,82	10,18
8	15,00	15,00	0,015	0,03				14,75	15,26
9	20,00	20,00	0,015	0,03				19,67	20,33
10	25,00	25,00	0,02	0,03				24,47	25,53
11	30,00	30,00	0,02	0,03				29,37	30,63
12	40,00	40,00	0,02	0,03				39,17	40,83

Таблица Б.4 **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ по каналам I1, I2, I3 в режиме "РЕТ-ДТ"**

Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, кА	Показания образцового СИ, В	а	b, В	Показания проверяемого прибора, кА			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), кА	
					-I1	-I2	-I3		
1	3,000	0,300	0,005	0,009				2,895	3,105
2	10,00	1,500	0,005	0,009				14,84	15,17
3	15,00	2,000	0,005	0,009				19,81	20,19
4	25,00	2,500	0,005	0,009				24,79	25,22
5	30,00	3,000	0,005	0,009				29,76	30,24

Таблица Б.5 **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТОТЫ НАПРЯЖЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, Гц	Показания образцового СИ, Гц	а	b, Гц	Показания проверяемого прибора, Гц			Границы допустимых показаний РЭ (с учетом условий проверки), Гц	
					Канал U1, 0,6 В	Канал U1, 100 В			
1	40,00	40,000		0,01			-	39,990	40,010
2	50,00	50,000		0,01			-	49,990	50,010
3	60,00	60,000		0,01			-	59,990	60,010
4	70,00	70,000		0,01			-	69,990	70,010
5	80,00	80,000		0,01			-	79,990	80,010

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА
НАПРЯЖЕНИЙ U2,U3 ОТНОСИТЕЛЬНО U1 (ПРИ МАЛОМ УРОВНЕ СИГНАЛА 0,5 В)**

Таблица Б.6

Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, град.	Показания образцового СИ, град.	a	b, град	Показания проверяемого прибора, град			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), град.	
					0,5 В	Канал U2, град	Канал U3, град		
1	-170,00	-170,00		1,80	-			-171,80	-168,20
2	-90,00	-90,00		1,80	-			-91,80	-88,20
3	0,00	0,00		1,80	-			-1,80	1,80
4	90,00	90,00		1,80	-			88,20	91,80
5	170,00	170,00		1,80	-			168,20	171,80

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА
НАПРЯЖЕНИЙ U2,U3 ОТНОСИТЕЛЬНО U1 (ПРИ УРОВНЕ СИГНАЛА 58 В)**

Таблица Б.6.1

Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, град.	Показания образцового СИ, град.	a	b, град	Показания проверяемого прибора, град			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), град.	
					58 В	Канал U2, град	Канал U3, град		
1	-170,00	-170,00		0,50	-			-170,50	-169,50
2	-90,00	-90,00		0,50	-			-90,50	-89,50
3	0,00	0,00		0,50	-			-0,50	0,50
4	90,00	90,00		0,50	-			89,50	90,50
5	170,00	170,00		0,50	-			169,50	170,50

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА
ТОКОВ I1, I2, I3 ОТНОСИТЕЛЬНО U1 (ПРИ МАЛЫХ УРОВНЯХ СИГНАЛОВ 0,6 В и 0,25 А)**

Таблица Б.7

1

Образцовые СИ:

№	Проверяемая точка, град.	Показания образцового СИ, град.	0,6 В	b, град	Показания проверяемого прибора, град			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), град.	
					Канал I1, 0,25 А	Канал I2, 0,25 А	Канал I3, 0,25 А		
1	-170,00	-170,00		3,60				-173,60	-166,40
2	-90,00	-90,00		3,60				-93,60	-86,40
3	0,00	0,00		3,60				-3,60	3,60
4	90,00	90,00		3,60				86,40	93,60
5	170,00	170,00		3,60				166,40	173,60

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА
ТОКОВ I1, I2, I3 ОТНОСИТЕЛЬНО U1 (ПРИ УРОВНЯХ СИГНАЛОВ 100 В и 5А)**

Таблица Б.7.1

1

Образцовые СИ:

№	Проверяемая точка, град.	Показания образцового СИ, град.	100 В	b, град	Показания проверяемого прибора, град			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), град.	
					Канал I1, 5 А	Канал I2, 5 А	Канал I3, 5 А		
1	-170,00	-170,00		1,50				-171,50	-168,50
2	-90,00	-90,00		1,50				-91,50	-88,50
3	0,00	0,00		1,50				-1,50	1,50
4	90,00	90,00		1,50				88,50	91,50
5	170,00	170,00		1,50				168,50	171,50

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА
ТОКОВ I3 ОТНОСИТЕЛЬНО I1 (ПРИ ОДИНАКОВЫХ УРОВНЯХ СИГНАЛОВ 5 А)**

Таблица Б.8
Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, град.	Показания образцового СИ, град.	а	b, град	Показания проверяемого прибора, град			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), град.	
					Канал I1, град	5 А	Канал I3, град		
1	-170,00	-170,00		2,50	-	-		-172,50	-167,50
2	-90,00	-90,00		2,50	-	-		-92,50	-87,50
3	0,00	0,00		2,50	-	-		-2,50	2,50
4	90,00	90,00		2,50	-	-		87,50	92,50
5	170,00	170,00		2,50	-	-		167,50	172,50

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА
ТОКОВ I3 ОТНОСИТЕЛЬНО I1 (ПРИ МАЛЫХ УРОВНЯХ СИГНАЛОВ 0,05 А)**

Таблица Б.8.1
Образцовые СИ:

1

№	Проверяемая точка, град.	Показания образцового СИ, град.	а	b, град	Показания проверяемого прибора, град			Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), град.	
					Канал I1, град	0,05 А	Канал I3, град		
1	-170,00	-170,00		5,00	-	-		-175,00	-165,00
2	-90,00	-90,00		5,00	-	-		-95,00	-85,00
3	0,00	0,00		5,00	-	-		-5,00	5,00
4	90,00	90,00		5,00	-	-		85,00	95,00
5	170,00	170,00		5,00	-	-		165,00	175,00

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА ФАЗОВОГО СДВИГА
ТОКОВ I3 ОТНОСИТЕЛЬНО I1 (ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ СИГНАЛОВ 5 А И 20 А)**

1

Таблица Б.8.2
Образцовые СИ:

№	Проверяемая точка, град.	Показания образцового СИ, град.	а	b, град	Показания проверяемого прибора, град		Границы допустимых показаний (с учетом условий проверки), град.	
					Канал I1, 5 А	Канал I3, 20 А		
1	-170,00	-170,00		2,50	-	-	-172,50	-167,50
2	-90,00	-90,00		2,50	-	-	-82,50	-87,50
3	0,00	0,00		2,50	-	-	-2,50	2,50
4	90,00	90,00		2,50	-	-	87,50	92,50
5	170,00	170,00		2,50	-	-	167,50	172,50

Заключение о соответствии требованиям техн.документации:

соответствует, не соответствует

Измерения выполнил: _____

Поверитель: _____