

Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

2012 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

МП 49568-12

ВОЛЬТАМПЕРФАЗОМЕТРЫ
MI 2230

Методика поверки

ГРСЦ 49568-12

г. Москва
2012

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок вольтамперфазометров MI 2230, изготавливаемых фирмой «METREL d.d.», Словения.

Вольтамперфазометры MI 2230 предназначены для измерения:

- напряжения постоянного и переменного тока;
- силы переменного тока;
- частоты переменного тока;
- электрического сопротивления;
- угла сдвига фаз;
- активной, реактивной, полной мощностей;
- коэффициента мощности;
- суммарного коэффициента нелинейных искажений напряжения и тока (THD).

Приборы также определяют последовательность чередования фаз в трехфазных электрических сетях.

Межповерочный интервал – 2 года.

Погрешности вычисляемых величин определению не подлежат.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.3	Да	Да
2. Проверка сопротивления изоляции	7.4	Да	Да
3. Опробование	7.5	Да	Да
4. Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.6	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока	7.7	Да	Да
6. Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения силы переменного тока	7.8	Да	Да
7. Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения частоты переменного тока	7.9	Да	Да
8. Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения электрического сопротивления	7.10	Да	Да
9. Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения угла сдвига фаз	7.11	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Эталонные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.3	Визуально
7.4	Мегаомметр М4100/3. Выходное напряжение 500 В. Диапазон измерений сопротивления изоляции от 0 до 100 МОм. Кл. т. 1,0.
7.5; 7.6	Визуально
7.7	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,004$ %. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 1050 В. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,025$ %.
7.8	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведения силы переменного тока от 0 до 20 А (до 1000 А с токовой катушкой). Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,045$ %. Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5. Номинальные значения первичного тока от 5 до 5000 А. Номинальный вторичный ток 5 А. Класс точности 0,05. Амперметр Д5017. Диапазон измерений от 0,1 до 20 А. Класс точности 0,2. Регулируемый источник тока РИТ-5000. Диапазон выходного тока от 0 до 5000 А.
7.9	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведение частоты от 0,5 Гц до 10 МГц. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,0025$ %.
7.10	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведение электрического сопротивления от 0 до 400 МОм. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,01$ %.
7.11	Калибратор универсальный Fluke 9100. Диапазон воспроизведение угла сдвига фаз от -180° до $+180^\circ$. Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,23^\circ$.

Примечание. Калибратор универсальный Fluke 9100 должен быть оснащен опцией «PWR» для поверки измерителей мощности.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

№ п/п	Изменяемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
1	Температура	от 0 до 50 °С	± 1 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
2	Давление	от 80 до 106 кПа	± 200 Па	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
3	Влажность	от 10 до 100 %	± 1 %	Психрометр аспирационный М-34-М

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и аттестованные в качестве поверителей согласно ПР 50.2.012-94.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.
- напряжение питания переменного тока ($220,0 \pm 2,2$) В; частота ($50,0 \pm 0,5$) Гц;
- форма кривой напряжения и тока – синусоидальная, коэффициент искажения не более 5 %.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики вольтамперфазометров в режиме измерения напряжения постоянного и переменного тока

Диапазон измерений	Частота	Разрешение	Погрешность измерения
от 10,0 до 600,0 В	Постоянный ток	0,1 В	$\pm (0,005X_{\text{изм.}} + 3 \text{ е.м.р.})$
	От 45 до 66 Гц		

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины;
е.м.р. – единица младшего разряда.

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики вольтамперфазометров в режиме измерения силы переменного тока

Тип	Токовые клещи		Погрешность измерения
	Диапазон измерений	Разрешение	
А 1398	От 50,0 до 99,9 мА	0,1 мА	$\pm (0,05X_{\text{изм.}} + 2 \text{ е.м.р.})$
	От 100, 0 до 999,9 мА	0,1 мА	$\pm (0,015X_{\text{изм.}} + 2 \text{ е.м.р.})$

Токовые клещи			Погрешность измерения
Тип	Диапазон измерений	Разрешение	
А 1395	От 1,000 до 9,999 А	1 мА	± (0,015Хизм.+ 2 е.м.р.)
	От 10,00 до 19,99 А	10 мА	
	От 3,0 до 29,9 А	0,1 А	± (0,03Хизм.+ 2 е.м.р.)
	От 30,0 до 299,9 мА	0,1 А	
	От 300,0 до 999,9 А	0,1 А	
От 1000 до 6000 А	1 А		

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины;
е.м.р. – единица младшего разряда.

Таблица 6 – Основные метрологические характеристики вольтамперфазометров в режиме измерения частоты переменного тока

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
от 45,00 до 66,00 Гц	0,01 Гц	± 0,02 Гц

Таблица 7 – Основные метрологические характеристики вольтамперфазометров в режиме измерения электрического сопротивления (измерительный ток 200 мА)

Диапазоны измерений	Разрешение	Погрешность измерения
от 0,00 до 19,99 Ом	0,01 Ом	± (0,03Хизм.+ 3 е.м.р.)
от 20,0 до 199,9 Ом	0,1 Ом	± 0,05Хизм.
от 200 до 1999 Ом	1 Ом	

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины;
е.м.р. – единица младшего разряда.

Таблица 8 – Основные метрологические характеристики вольтамперфазометров в режиме измерения электрического сопротивления (измерительный ток 7 мА)

Диапазоны измерений	Разрешение	Погрешность измерения
от 0,0 до 19,9 Ом	0,1 Ом	± (0,05Хизм.+ 3 е.м.р.)
от 20 до 1999 Ом	1 Ом	

Примечание: Хизм. – измеренное значение величины;
е.м.р. – единица младшего разряда.

Таблица 9 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

Тип прибора	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
MI 2230	Встроенное	Отсутствует	1.193

7.2 Расчет погрешностей

Значения абсолютной погрешности Δ по результатам измерений (п.п. 7.7 – 7.11) рассчитывают по формуле:

$$\Delta = X - X_0; \quad (1)$$

где

X – показание поверяемого прибора;

X₀ – показание эталонного прибора.

7.3 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие прибора следующим требованиям:

- наличие эксплуатационной документации;

- маркировка и комплектность должны соответствовать эксплуатационной документации;
- на приборе не должно быть механических повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид и влияющих на работоспособность.

7.4 Проверка сопротивления изоляции

Электрическое сопротивление изоляции определять с помощью мегаомметра М4100/3.

Электрическое сопротивление изоляции между измерительными входами и корпусом прибора должно быть не менее 20 МОм при напряжении 500 В. Корпус прибора помещается в заземленную металлическую фольгу. Батареи питания при испытании должны быть извлечены из прибора.

При пониженном сопротивлении изоляции прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.5 Опробование

Проверить работоспособность ЖКИ и функциональных клавиш. Режимы, отображаемые на ЖКИ, при переключении режимов измерений и нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.6 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Включить прибор.
2. Зафиксировать версию встроенного ПО, установленного в приборе, отображаемую в стартовом экране внизу. Она должна быть не ниже указанной в таблице 9.

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

7.7 Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока проводить методом прямого измерения поверяемым прибором напряжения, воспроизводимого эталонной мерой – калибратором Fluke 9100.

Определение погрешности при измерении напряжения переменного тока производить в следующем порядке:

1. Подключить к входам поверяемого прибора калибратор Fluke 9100 в соответствии со схемами, приведенными в РЭ прибора. Схема подключения – 2-х фазная.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения и силы переменного тока частотой 50 Гц. Угол сдвига фаз между напряжением и током 0 градусов.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения «U,I,f».
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 10.
5. Рассчитать погрешности измерений в соответствии с п. 7.2.
6. Результат поверки прибора считается удовлетворительным, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 10

Напряжение канала 1 (U1), В	Напряжение канала 2 (U2), В	Сила тока канала 1 (I1), А	Сила тока канала 2 (I2), А
11	11	1000	1000
57	57	1000	1000
100	100	1000	1000
220	220	1000	1000
500	500	1000	1000

Примечание. Значение силы тока в таблице 10 указано для клещей модели А1395.

Определение погрешности при измерении напряжения постоянного тока производить в следующем порядке:

1. Подключить к входам поверяемого прибора калибратор Fluke 9100 в соответствии со схемами, приведенными в РЭ прибора. Схема подключения – 2-х фазная.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения и силы постоянного тока.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения «U,I,f».
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 10.
5. Рассчитать погрешности измерений в соответствии с п. 7.2.
6. Результат поверки прибора считается удовлетворительным, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.8 Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения силы переменного тока для токоизмерительных клещей с диапазоном измерений до 1000 А проводить методом прямого измерения поверяемым прибором силы тока, воспроизводимой эталонной мерой – калибратором Fluke 9100 с 10 и 50 витковой токовой катушкой.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к входу поверяемого прибора токоизмерительные клещи.
2. Подключить к входам поверяемого прибора калибратор Fluke 9100 в соответствии со схемами, приведенными в РЭ прибора. Схема подключения – 2-х фазная. Охватить токоизмерительными клещами из комплекта прибора выводы токовой катушки калибратора.
3. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения и силы переменного тока частотой 50 Гц. Угол сдвига фаз между напряжением и током 0 градусов.
4. Перевести поверяемый прибор в режим измерения «U,I,f».
5. Провести измерения в точках, указанных в таблице 11 (для клещей модели А1395) и таблице 12 (для клещей модели А1398).
6. Рассчитать погрешности измерений в соответствии с п. 7.2.
7. Результат поверки прибора считается удовлетворительным, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 11 – Поверяемые отметки для клещей типа А1395

Напряжение канала 1 (U1), В	Напряжение канала 2 (U2), В	Сила тока канала 1 (I1), А	Сила тока канала 2 (I2), А
220	220	50	50
220	220	100	100
220	220	300	300
220	220	600	600
220	220	750	750

Таблица 12 – Поверяемые отметки для клещей типа А1398

Напряжение канала 1 (U1), В	Напряжение канала 2 (U2), В	Сила тока канала 1 (I1), А	Сила тока канала 2 (I2), А
220	220	0,050	0,050
220	220	0,5	0,5
220	220	5	5
220	220	12,5	12,5

Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения силы переменного тока для токоизмерительных клещей с диапазоном измерений свыше 1000 А проводить методом непосредственного сличения с показаниями эталонного прибора – амперметра Д5017,

включенного через трансформатор тока ТТИ-5000.5. В качестве источника тока использовать регулируемый источник тока РИТ-5000. Для питания цепей напряжения поверяемого прибора использовать калибратор Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к входу поверяемого прибора токоизмерительные клещи.
2. Подключить к входам напряжения поверяемого прибора калибратор Fluke 9100 в соответствии со схемами, приведенными в РЭ прибора. Схема подключения – 2-х фазная.
3. Перевести калибратор Fluke 9100 в режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 50 Гц.
4. Питающий кабель из комплекта источника РИТ-5000 пропустить через центральное отверстие трансформатора тока ТТИ-5000.5 (число витков согласно указаниям на табличке трансформатора). К вторичной обмотке трансформатора подключить амперметр Д5017, предел измерений – 5 А.
5. Охватить токоизмерительными клещами из комплекта прибора питающий кабель из комплекта источника РИТ-5000.
6. Перевести поверяемый прибор в режим измерения «U,I,f».
7. Провести измерения в точках, указанных в таблице 13 (для клещей модели А1395).
8. Рассчитать погрешности измерений в соответствии с п. 7.2. За показания эталонного прибора принимается значение, определенное по формуле:

$$X_0 = I_A \times K; \quad (2)$$

где: I_A – величина силы тока, измеренная эталонным амперметром Д5017, А;
 K – коэффициент трансформации трансформатора ТТИ-5000.5.

9. Результат поверки прибора считается удовлетворительным, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 13 – Поверяемые отметки для клещей типа А1395

Напряжение канала 1 (U1), В	Напряжение канала 2 (U2), В	Сила тока канала 1 (I1), А	Сила тока канала 2 (I2), А
220	220	1000	1000
220	220	1500	1500
220	220	3000	3000

7.9 Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения частоты проводить методом прямого измерения поверяемым прибором частоты, воспроизводимой эталонной мерой – калибратором Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к входам поверяемого прибора калибратор Fluke 9100 в соответствии со схемами, приведенными в РЭ прибора. Схема подключения – 2-х фазная.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения и силы переменного тока частотой 50 Гц. Угол сдвига фаз между напряжением и током 0 градусов.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения «U,I,f».
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 14.
5. Рассчитать погрешности измерений в соответствии с п. 7.2.
6. Результат поверки прибора считается удовлетворительным, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 14

Частота, Гц	Напряжение канала 1 (U1), В	Напряжение канала 2 (U2), В	Сила тока канала 1 (I1), А	Сила тока канала 2 (I2), А
50	57	57	0	0
60	0	0	100	100

7.10 Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения электрического сопротивления проводить методом прямого измерения поверяемым прибором электрического сопротивления, воспроизводимой эталонной мерой – калибратором Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к входам поверяемого прибора калибратор Fluke 9100 в соответствии со схемами, приведенными в РЭ прибора.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения электрического сопротивления.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения «R 200 мА».
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 15.
5. Перевести поверяемый прибор в режим измерения «R 7 мА».
6. Провести измерения в точках, указанных в таблице 16.
7. Рассчитать погрешности измерений в соответствии с п. 7.2.
8. Результат поверки прибора считается удовлетворительным, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 15

Режим измерения	Значение сопротивления, Ом
«R 200 мА»	1
	19
	190
	1900

Таблица 16

Режим измерения	Значение сопротивления, Ом
«R 7 мА»	1
	19
	190
	1900

7.11 Определение пределов допускаемой основной погрешности измерения угла сдвига фаз проводить методом прямого измерения поверяемым прибором угла сдвига фаз, воспроизводимой эталонной мерой – калибратором Fluke 9100.

Определение погрешности производить в следующем порядке:

1. Подключить к входам поверяемого прибора калибратор Fluke 9100 в соответствии со схемами, приведенными в РЭ прибора. Схема подключения – 2-х фазная.
2. Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения и силы переменного тока частотой 50 Гц. Угол сдвига фаз между напряжением и током 0 градусов.
3. Перевести поверяемый прибор в режим измерения «U,I,f».
4. Провести измерения в точках, указанных в таблице 17.
5. Рассчитать погрешности измерений в соответствии с п. 7.2.
6. Результат поверки прибора считается удовлетворительным, если во всех поверяемых точках погрешность измерения соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 17

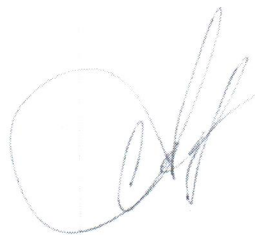
Угол сдвига фаз между напряжением и током, градусов	Напряжение канала 1 (U1), В	Напряжение канала 2 (U2), В	Сила тока канала 1 (I1), А	Сила тока канала 2 (I2), А
0	220	220	10	10
60	220	220	10	10
120	220	220	10	10
180	220	220	10	10
- 120	220	220	10	10
- 60	220	220	10	10

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки на корпус прибора наносится поверительная наклейка, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



А.Ю. Терещенко