

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор ООО «ИЦРМ»



М.С. Казаков

М.П. «30» 2020 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ПРИБОРЫ
ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
УНИВЕРСАЛЬНЫЕ
СЕРИИ М4М**

Методика поверки

ИЦРМ-МП-075-20

**г. Москва
2020**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика предусматривает методы и средства проведения первичной и периодической поверок приборов цифровых измерительных универсальных серии М4М, изготавливаемых фирмой «ABB S.P.A.», Италия.

Приборы цифровые измерительные универсальные серии М4М (далее по тексту – приборы) предназначены для измерений, регистрации, отображения, анализа и передачи по цифровым интерфейсам связи параметров электрических величин в сетях переменного тока промышленной частоты: напряжения и силы переменного тока; частоты переменного тока; коэффициента мощности; активной, реактивной, полной мощности; показателей качества электрической энергии (ПКЭ).

Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 4 года.

Допускается проведение первичной поверки средств измерений при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию на основании выборки по ГОСТ Р ИСО 2859-10-2008.

Периодическая поверка средств измерений в случае их использования для измерений меньшего числа величин, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа, допускается на основании письменного заявления их владельца, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке средства измерений.

1 ОПЕРАЦИИ 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	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2. Опробование	7.3	Да	Да
3. Определение метрологических характеристик	7.4	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 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2; 7.3	Визуально

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.4	<p>Калибраторы переменного тока «Ресурс-К2» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 31319-12). Конкретно использовать модификацию «Ресурс-К2М». Диапазон воспроизведения напряжения от $0,01 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ В при $U_{\text{НОМ}}$ фазном (междуфазном) равном 220 ($220 \cdot \sqrt{3}$), $100/\sqrt{3}$ (100) В. Относительная погрешность $\pm(0,03+0,01 \cdot (U_{\text{НОМ}}/U-1))$ %. Диапазон воспроизведения силы тока от $0,001 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ А при $I_{\text{НОМ}}$ равном 1 и 5 А. Относительная погрешность $\pm(0,03+0,01 \cdot (I_{\text{НОМ}}/I-1))$ %. Диапазон воспроизведения частоты от 42,5 до 69 Гц. Абсолютная погрешность $\pm 0,003$ Гц. Диапазон воспроизведения угла фазового сдвига между напряжением и током основной частоты от минус 180° до 180°. Абсолютная погрешность $\pm 0,03^\circ$. Диапазон воспроизведения фиктивной мощности от $0,01 \cdot S_{\text{НОМ}}$ до $2,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ при $S_{\text{НОМ}}=3 \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot I_{\text{НОМ}}$ для трехфазной и $S_{\text{НОМ}}=U_{\text{НОМ}} \cdot I_{\text{НОМ}}$ для однофазной мощности. Относительная погрешность активной мощности $\pm(0,05+0,01 \cdot (S_{\text{НОМ}}/P-1))$ %. Относительная погрешность реактивной и полной мощности $\pm(0,1+0,01 \cdot (S_{\text{НОМ}}/P-1))$ %.</p> <p>Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 57346-14). Конкретно использовать модификацию УППУ-МЭ 3.1КМ в составе: источник испытательных сигналов (ИИС) и прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ».</p> <p>Параметры источника испытательных сигналов: Номинальные токи 0,5; 2, 10, 100 А. Диапазон выходного напряжения от 6 до 264 В. Частота первой гармоники от 42,5 до 70 Гц. Угол фазового сдвига от -180 до $+180$ градусов.</p> <p>Параметры прибора электроизмерительного эталонного многофункционального «Энергомонитор-3.1КМ»: Диапазон измерений силы переменного тока от 0,05 до 120 А. Класс точности 0,02/0,005. Диапазон измерений напряжения переменного тока от 48 до 816 В. Класс точности 0,02/0,005. Диапазон измерений частоты переменного тока от 40 до 70 Гц. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,003$ Гц. Диапазон измерений активной мощности от $0,01 \cdot P_n$ до $1,44 \cdot P_n$, где $P_n = I_n \cdot U_n$. $I_n = 0,5; 2, 10, 100$ А. $U_n =$ от 2 до 480 В. Класс точности 0,05/0,01. Диапазон измерений угла фазового сдвига от 0 до 360 градусов. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,03$ градуса.</p> <p>Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5. Номинальный первичный ток от 5 до 5000 А. Номинальный вторичный ток 5 А. Класс точности 0,05.</p> <p>Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-100. Диапазон первичного тока от 0,02 до 18 кА. Номинальный коэффициент трансформации 100. Класс точности 0,01.</p> <p>Радиочасы РЧ-011/2 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 35682-07).</p> <p>Регулируемый источник тока РИТ-5000. Диапазон выходного тока от 0 до 6000 А</p>

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура окружающего воздуха	от 0 до 55 °С	±0,3 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Относительная влажность воздуха	от 10 до 100 %	±(2–6) %	Психрометр аспирационный М-34-М
Атмосферное давление	от 80 до 106 кПа	±0,2 кПа	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Напряжение питающей сети переменного тока	от 5 до 462 В	±0,1 %	Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрический LPW-305-1
Частота питающей сети	от 42,5 до 57,5 Гц	±0,01 Гц	

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемое средство измерений и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

Все средства измерений, участвующие в поверке должны быть надежно заземлены.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23±2) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.;

При проведении поверки необходимо руководствоваться схемами подключения, приведенными в Руководстве по эксплуатации поверяемого прибора.

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 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.
4. С помощью органов управления прибора установить значения коэффициентов трансформации внешних трансформаторов напряжения и тока равным единице.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения переменного тока (фазное/линейное), В	от 50 до 400 / от 87 до 690
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, %	±0,2
Диапазон измерений силы переменного тока, А: - при подключении к сети через трансформатор тока с номинальным вторичным током 1 А - при подключении к сети через трансформатор тока с номинальным вторичным током 5 А - при подключении к сети через датчик тока Роговского	от 0,05 до 1,2 от 0,05 до 6 от 100 до 12000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы переменного тока, %: - при подключении к сети через трансформатор тока с номинальным вторичным током 1 А - при подключении к сети через трансформатор тока с номинальным вторичным током 5 А - при подключении к сети через датчик тока Роговского	±1 ±0,2 ±0,2
Диапазон измерений частоты, Гц	от 45 до 66
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений частоты, %	±0,1
Диапазон измерений активной (реактивной, полной) мощности, Вт (вар, В·А)	от $U_{\min} \cdot I_{\min}$ до $U_{\max} \cdot I_{\max}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений, %: - активной мощности - реактивной мощности - полной мощности	±0,5 ±2 (±1) ¹⁾ ±0,5
Диапазон измерений времени, ч ¹⁾	от 0 до 24
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений хода внутренних часов, с/сутки ¹⁾	±0,4
Примечания ¹⁾ – для модификаций М4М 30; U_{\min} – минимальное значение напряжения, В; I_{\min} – минимальное значение силы тока, А; U_{\max} – максимальное значение напряжения, В; I_{\max} – максимальное значение силы тока, А	

7.2 Внешний осмотр

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

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, дисплея, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать.

Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.

4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Опробование

Подключить поверяемый прибор к источнику входного сигнала в соответствии со схемой, приведенной на шильдике прибора. Подать питание на прибор.

Проверить работоспособность дисплея и функциональных клавиш. Режимы, отображаемые на дисплее, при нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать требованиям Руководства по эксплуатации.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

Подтверждение соответствия программного обеспечения.

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Включить прибор.
2. Выбрать последовательно следующие пункты меню:



3. В открывшемся окне в строке Firmware зафиксировать номер версии встроенного ПО. Он должен быть не ниже указанного в таблице 11.

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже 1.3.9.0
Цифровой идентификатор ПО	–

7.4 Определение метрологических характеристик

При определении метрологических характеристик определять:

- относительную погрешность измерений напряжения переменного тока;
- относительную погрешность измерений силы переменного тока;
- относительную погрешность измерений частоты;
- относительную погрешность измерений активной, реактивной, полной мощности;
- абсолютную погрешность хода внутренних часов.

7.4.1 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока, силы переменного тока, активной, реактивной, полной мощности для всех модификаций приборов (кроме модификаций M4M 20 ROGOWSKI и M4M 30 ROGOWSKI) проводить методом прямых измерений поверяемым прибором физических величин, воспроизводимых эталонной мерой – калибратором переменного тока Ресурс-К2М.

Подключение поверяемого прибора к калибратору осуществлять в соответствии со схемой подключения, указанной в РЭ.

Определение погрешности прибора проводить при видах входных испытательных сигналов, характеристики которых приведены в таблице 5.

Для напряжения переменного тока: сигналы 1 – 5.

Для силы переменного тока: сигналы 6 – 10.

Для частоты: сигналы 11 – 15.

Для активной, реактивной, полной мощности: сигналы 16 – 20.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

- во всех поверяемых точках относительная погрешность, определенная по формуле:

$$\delta = \frac{X - X_0}{X_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

где: X – показания поверяемого прибора;

X₀ – показания калибратора,

не превышает значений, указанных в п. 7.1.

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

Таблица 5 – Характеристики входных сигналов

Номер испытатель- ного сигнала	Значение физической величины						
	Напряжение переменного тока (фазное), В	Сила переменного тока (фазный ток), А	Частота, Гц	Угол фазового сдвига, градусов	Активная мощность (фазная), Вт	Реактивная мощность (фазная), вар	Полная мощность (фазная), В·А
1	50	5	50	0	–	–	–
2	57,7	5	50	0	–	–	–
3	100	5	50	0	–	–	–
4	230	5	50	0	–	–	–
5	276	5	50	0	–	–	–
6	230	0,05	50	0	–	–	–
7	230	0,25	50	0	–	–	–
8	230	1	50	0	–	–	–
9	230	5	50	0	–	–	–
10	230	6	50	0	–	–	–
11	230	5	45	0	–	–	–
12	230	5	50	0	–	–	–
13	230	5	55	0	–	–	–
14	230	5	60	0	–	–	–
15	230	5	65	0	–	–	–
16	50	5	50	-37	199,658	-150,453	250
17	57,7	5	50	60	144,250	249,848	288,5
18	100	5	50	-37	399,317	-300,907	500
19	230	5	50	60	575,000	995,929	1150
20	276	5	50	-37	1102,117	-830,504	1380

7.4.2 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока, активной, реактивной, полной мощности для модификаций M4M 20 ROGOWSKI и M4M 30 ROGOWSKI с подключением к сети через датчики тока Роговского R4M-80 или R4M-200, проводить методом прямых измерений поверяемым прибором физических величин, воспроизводимых эталонной мерой – установкой поверочной универсальной УППУ-МЭ 3.1К.

Подключение поверяемого прибора к установке осуществлять в соответствии со схемой подключения, указанной в РЭ.

Определение погрешности прибора проводить при видах входных испытательных сигналов, характеристики которых приведены в таблице 6.

Для напряжения переменного тока: сигналы 1 – 5.

Для силы переменного тока: сигналы 6 – 8.

Для частоты: сигналы 9 – 13.

Для активной, реактивной, полной мощности: сигналы 14 – 18.

Таблица 6 – Характеристики входных сигналов для модификаций М4М 20 ROGOWSKI и М4М 30 ROGOWSKI

Номер испытательного сигнала	Значение физической величины						
	Напряжение переменного тока (фазное), В	Сила переменного тока (фазный ток), А	Частота, Гц	Угол фазового сдвига, градусов	Активная мощность (фазная), Вт	Реактивная мощность (фазная), вар	Полная мощность (фазная), В·А
1	50	100	50	0	–	–	–
2	57,7	100	50	0	–	–	–
3	100	100	50	0	–	–	–
4	230	100	50	0	–	–	–
5	276	100	50	0	–	–	–
6	230	100	50	0	–	–	–
7	230	5000	50	0	–	–	–
8	230	10000	50	0	–	–	–
9	230	100	45	0	–	–	–
10	230	100	50	0	–	–	–
11	230	100	55	0	–	–	–
12	230	100	60	0	–	–	–
13	230	100	65	0	–	–	–
14	50	100	50	-37	3993,177	-3009,075	5000
15	57,7	100	50	60	2885,000	4996,966	5770
16	100	100	50	-37	7986,355	-6018,15	10000
17	230	100	50	60	11500,000	19918,584	23000
18	276	100	50	-37	22042,340	-16610,094	27600

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках относительная погрешность, определенная по формуле (1) не превышает значений, указанных в п. 7.1.

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

7.4.3 Определение погрешности измерений силы переменного тока для модификаций приборов М4М 20 ROGOWSKI и М4М 30 ROGOWSKI с подключением к сети через датчики тока Роговского R4М-80 или R4М-200, проводить методом непосредственного сличения показаний поверяемого прибора с показаниями эталонного прибора – прибора электроизмерительного эталонного многофункционального «Энергомонитор-3.1КМ», включенного через трансформатор тока ТТИ-5000.5 или трансформатор тока ТТИ-100. В качестве источника тока использовать регулируемый источник тока РИТ-5000.

Допускается проведение поверки в однофазном режиме (пофазно).

Определение погрешности приборов проводить на частоте 50 Гц в точках 100, 5000 и 10000 А.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. При измерениях в точках 100 и 5000 А питающий кабель из комплекта источника тока подключить к клеммам или пропустить через центральное отверстие трансформатора тока ТТИ-5000.5 (схема и число витков согласно таблице подключения на табличке трансформатора) и центр петли датчика тока Роговского. При измерениях в точке 10000 А питающий кабель из комплекта источника тока пропустить через центральное отверстие трансформатора тока ТТИ-100 и центр петли датчика тока Роговского. К вторичной обмотке трансформатора тока ТТИ-5000.5 (или ТТИ-100) подключить прибор «Энергомонитор-3.1КМ» в режиме измерений силы переменного тока.
2. Включить источник РИТ-5000 и установить выходное значение тока 100 А.

3. Снять показания поверяемого прибора и прибора «Энергомонитор-3.1КМ».
4. Провести измерения для остальных значений силы тока. При этом для получения более высоких значений тока в питающем контуре можно увеличивать количество витков, проходящих через трансформатор питания источника РИТ-5000.
5. Рассчитать погрешности измерений по формуле

$$\delta = \frac{I - I_0}{I_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

где: I – показания поверяемого прибора, А;
 I_0 – показания эталонного прибора, А.

За показания эталонного прибора I_0 принимается значение, определенное по формуле:

$$I_0 = I_A \cdot K; \quad (3)$$

где: I_A – показания прибора «Энергомонитор-3.1КМ», А;
 K – коэффициент трансформации трансформатора ТТИ-5000.5 (ТТИ-100).

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность измерений соответствует требованиям п. 7.1.

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

7.4.4 Определение погрешности измерений частоты проводить в точках 45, 50, 55, 60, 65 Гц.

Измерения проводить, подавая напряжение с калибратора переменного тока Ресурс-К2М или установки поверочной универсальной УППУ-МЭ 3.1К.

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:

- во всех поверяемых точках относительная погрешность, определенная по формуле:

$$\delta = \frac{F - F_0}{F_0} \cdot 100\% \quad (4)$$

где: F – показания поверяемого прибора, Гц;
 F_0 – показания калибратора, Гц;

не превышают значений, указанных в п. 7.1.

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

7.4.5 Определение абсолютной погрешности хода внутренних часов проводить с использованием радиочасов РЧ-011/2.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Включить радиочасы РЧ-011/2.
2. Дождаться вхождения радиочасов в стационарный режим работы (через 20 минут с момента подключения питания и антенны при условии удовлетворительного приема радиосигнала):
 - светодиод «АВАРИЯ» должен быть погашен;
 - светодиоды «СЕКУНДА» и «МИНУТА» должны иметь прерывистое свечение;
 - на цифровом табло должен высвечиваться символ ∇ .
3. Одновременно зафиксировать время на поверяемом приборе t_1 , с, и на индикаторе радиочасов $t_{рч}$, с.
4. Через 24 ч, в момент появления на индикаторе радиочасов времени $t_{рч}$, зафиксировать время на поверяемом приборе t_2 , с.
5. Рассчитать погрешность измерений по формуле:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (5)$$

Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если погрешность измерений соответствует требованиям п. 7.1 настоящей Методики.

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

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Оформление результатов поверки производится в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

При положительных результатах поверки в паспорт прибора наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, знак предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Ведущий инженер
ООО «ИЦРМ»



Л.А. Филимонова