

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



[Signature] А.Н. Щипунов

[Signature] » 20 2023 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Преобразователи магнитной индукции измерительные MFS-202**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

MFS.180627 МП

р.п. Менделеево
2023 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	3
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР.....	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ	5
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	6
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	8

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи магнитной индукции измерительные MFS-202 (далее - преобразователи), изготавливаемые фирмой MIKROTREND d.o.o., Хорватия, и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на преобразователи «Преобразователи магнитной индукции измерительные MFS-202. Руководство по эксплуатации» (далее - MFS.180627 РЭ).

1.3 Передача размеров единиц величин при поверке осуществляется методом прямых измерений.

1.4 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к государственному первичному эталону единиц магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции ГЭТ 12-2021.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	Да	Да
2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.2	Да	Да
3 Опробование	8.3	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
4.1 Определение диапазона измерений магнитной индукции и пределов основной абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного поля	9.1	Да	Да
4.2 Определение рабочего диапазона частот и основной абсолютной погрешности измерений магнитной индукции переменного поля	9.2	Да	Да
4.3 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного поля от температуры	9.3	Да	Нет
5 Оформление результатов поверки	10	Да	Да

2.2 Допускается проведение поверки в ограниченном диапазоне измерений, который используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении операций по п. 9 поверка прекращается до выявления и устранения причин.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить при условиях:

- температура окружающего воздуха от +15 до +30 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- напряжение сети питания от 210 до 230 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, аттестованные на право проведения поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.6.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающего воздуха от 15 до 30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %;	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18
	Средства измерений напряжения сети питания от 198 до 242 В с относительной погрешностью не более ± 1 %; Средства измерений частоты сети питания от 49,5 до 50,5 Гц с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,02$ Гц;	Мультиметр цифровой 34401А рег. № 54848-13
п. 8 Подготовка к поверке и опробование п. 9 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон 2 разряда единицы магнитной индукции постоянного поля по ГОСТ 8.030-2013, диапазон воспроизводимых значений магнитной индукции от 0,02 до 2 Тл, доверительная граница погрешности воспроизведения магнитной индукции постоянного поля при $P=0,95$ не более $\pm 0,3\%$	Государственный рабочий эталон единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля 1 разряда в диапазоне 0,02...2,0 Тл (3.1.ZZT.0021.2013)
	Рабочий эталон 2 разряда единицы магнитной индукции постоянного поля по ГОСТ 8.030-2013, воспроизводимое значение магнитной индукции 1 мТл, доверительная граница погрешности воспроизведения магнитной индукции постоянного поля при $P=0,95$ не более ± 3 %	Мера напряженности постоянного магнитного поля М-103, рег. № 19329-00
	Рабочий эталон 2 разряда единицы магнитной индукции переменного поля по ГОСТ 8.030-2013, диапазон воспроизводимых значений магнитной индукции от 0,03 до 1 Тл (амплитудное значение), диапазон частот от 20 до 1000 Гц, доверительная граница погрешности воспроизведения магнитной индукции переменного поля при $P=0,95$ не более $\pm 1,5$ %	Государственный рабочий эталон единицы магнитной индукции переменного магнитного поля 1 разряда в диапазоне значений от 1 до 1700 мТл в диапазоне частот от 20 до 10000 Гц (3.1.ZZT.0394.2022)
	Источник питания постоянного тока, выходное напряжение от 19 до 28 В, сила выходного тока не менее 70 мА	Мера напряжения и тока Е3632А (рег. № 26950-04)
	Вольтметр постоянного напряжения, диапазон измерений от 0,002 до 10 В с погрешностью не более $\pm 0,1$ %	Мультиметр цифровой 34401А рег. № 54848-13
	Вольтметр переменного напряжения, диапазон измерений от 0,002 до 10 В в диапазоне частот от 20 до 1000 Гц с погрешностью не более $\pm 0,5$ %	Мультиметр цифровой 34401А рег. № 54848-13
	Климатическая камера, температура от минус 20 до плюс 125 °С, погрешность установки температуры ± 2 °С, рабочий объем 50×50×50 см.	Климатическая камера SE-600-3-3 (испытательное оборудование)

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

5.2 Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке.

5.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80 и требования безопасности, устанавливаемые эксплуатационной документацией на поверяемые преобразователи и используемое при поверке оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Перед распаковыванием преобразователь необходимо выдержать в течение 4 ч в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С.

7.2 Распаковать преобразователь, произвести внешний осмотр и установить выполнение следующих требований:

- соответствие комплектности и маркировки преобразователя руководству по эксплуатации MFS.180627 РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений (в том числе дефектов покрытий), при которых эксплуатация недопустима;
- отсутствие ослабления крепления элементов конструкции;
- отсутствие изломов и повреждений кабелей.

7.3 Результаты поверки считать положительными, если указанные в п. 7.2 требования выполнены, надписи и обозначения маркировки преобразователя имеют четкое видимое изображение.

7.4 В противном случае дальнейшие операции не выполняют, а преобразователь признают непригодным к применению.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемые преобразователи и используемые средства поверки.

8.1.2 Перед проведением поверки используемое при поверке оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

8.2 Произвести контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в п 3. (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

8.3 Опробование

8.3.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

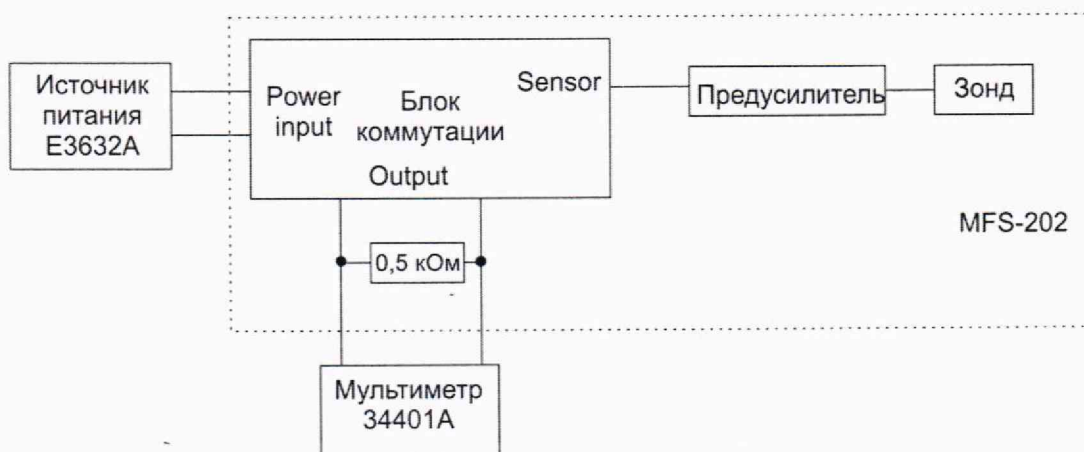


Рисунок 1

8.3.2 Мультиметр включить в режим измерения постоянного напряжения.

8.3.3 Поместить измерительный зонд в рабочий объем рабочего эталона 2 разряда единицы магнитной индукции постоянного поля по ГОСТ 8.030-2013 с диапазоном воспроизводимых значений магнитной индукции от 0,02 до 2 Тл (далее - эталон постоянного магнитного поля.)

8.3.4 Последовательно устанавливая в рабочем объеме эталона постоянного магнитного поля значения магнитной индукции, указанные в таблице 8.1, записать показания мультиметра.

Таблица 8.1

Установленное значение магнитной индукции, Тл	Показание мультиметра, В	Коэффициент преобразования, мА/Тл	Допустимое значение коэффициента преобразования, мА/Тл
-0,4			от 4,5 до 5,5
+0,4			

8.3.5 Рассчитать коэффициент преобразования K , мА/Тл по формуле (1):

$$K = \frac{U_+ - U_-}{2 \cdot R \cdot B} \quad (1)$$

где U_+ - показания мультиметра, В при установленном значении магнитной индукции + 400 мТл;

U_- - показания мультиметра, В при установленном значении магнитной индукции - 400 мТл;

B - модуль установленного значения магнитной индукции, $B = 0,4$ Тл;

R – сопротивление нагрузки, $R = 0,5$ кОм.

8.3.6 Результаты опробования считать положительными, если значение коэффициента преобразования составляет от 4,5 до 5,5 мА/Тл.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение диапазона измерений магнитной индукции и пределов основной абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного поля

9.1.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

9.1.2 Мультиметр включить в режим измерения постоянного напряжения.

9.1.3 Поместить измерительный зонд в рабочий объем рабочего эталона единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля 2 разряда с воспроизводимым значением до 1 мТл (далее – мера магнитной индукции).

9.1.4 Включить компенсацию магнитного поля Земли и записать показания мультиметра U_0 , В.

9.1.5 Последовательно устанавливая в рабочем объеме меры магнитной индукции значения магнитной индукции, указанные в таблице 9.1, записать показания мультиметра.

Таблица 9.1

Установленное значение магнитной индукции, Тл	Показание мультиметра, В	Измеренное значение магнитной индукции, Тл	Абсолютная погрешность, Тл	Допустимое значение абсолютной погрешности, Тл
+0,001				$\pm 0,00012$
-0,001				$\pm 0,00012$

9.1.6 Рассчитать измеренное значение магнитной индукции $B_{и}$, Тл по формуле (2):

$$B_{и} = \frac{U - U_0}{R \cdot K_0} \quad (2)$$

где U – показания мультиметра, В при установленном значении магнитной индукции;

U_0 – показания мультиметра, В (см. п. 9.2.4);

K_0 – коэффициент преобразования, указанный в формуляре на преобразователь;

R – сопротивление нагрузки, $R = 0,5$ кОм.

9.1.7 Рассчитать основную абсолютную погрешность измерений магнитной индукции постоянного поля Δ , Тл по формуле (3):

$$\Delta = B_{и} - B_0 \quad (3)$$

9.1.8 Поместить измерительный зонд в рабочий объём эталона постоянного магнитного поля.

9.1.9 Последовательно устанавливая в рабочем объёме эталона постоянного магнитного поля значения магнитной индукции, указанные в таблице 9.2, записать показания мультиметра и повторить пп. 9.1.6 – 9.1.7.

Таблица 9.2

Установленное значение магнитной индукции, Тл	Показание мультиметра, В	Измеренное значение магнитной индукции, Тл	Абсолютная погрешность, Тл	Допустимое значение абсолютной погрешности, Тл
+0,02				±0,0005
-0,02				±0,0005
+0,1				±0,0021
-0,1				±0,0021
+0,19				±0,0039
-0,19				±0,0039
+0,4				±0,0081
-0,4				±0,0081
+1,0				±0,0201
-1,0				±0,0201
+1,3				±0,13
-1,3				±0,13
+2,0				±0,2
-2,0				±0,2

9.1.10 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений магнитной индукции от 0,001 до 2 Тл абсолютная погрешность измерений магнитной индукции постоянного поля не превышает значений, приведенных в таблицах 9.1, 9.2.

9.2 Определение рабочего диапазона частот и основной абсолютной погрешности измерений магнитной индукции переменного поля.

9.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

9.2.2 Мультиметр включить в режим измерения переменного напряжения.

9.2.3 Поместить измерительный зонд в рабочий объём рабочего эталона 2 разряда единицы магнитной индукции переменного поля по ГОСТ 8.030-2013 с диапазоном воспроизводимых значений магнитной индукции от 0,03 до 1 Тл (далее – эталон переменного магнитного поля).

9.2.4 Последовательно устанавливая в рабочем объёме эталона переменного магнитного поля значения магнитной индукции (амплитудное значение) и частоту переменного магнитного поля, указанные в таблице 9.3, записать показания мультиметра.

Таблица 9.3

Частота, Гц	Установленное значение магнитной индукции, Тл	Показание мультиметра, В	Измеренное значение магнитной индукции, Тл	Абсолютная погрешность, Тл	Доп. значение абсолютной погрешности, Тл
20	0,001				±0,00022
20	0,2				±0,0102
60	0,2				±0,0102
60	1,0				±0,0502
180	0,2				±0,0102
180	1,0				±0,0502
400	0,2				±0,0102
400	0,6				±0,0302
1000	0,001				±0,00022
1000	0,03				±0,0017
1000	0,2				±0,0102

9.2.5 Рассчитать измеренное значение магнитной индукции B_n , Тл по формуле (4):

$$B_n = \frac{\sqrt{2}U_f}{R \cdot K_0} \quad (4)$$

где U_f – показания мультиметра, В при установленном значении магнитной индукции;
 K_0 – коэффициент преобразования, указанный в формуляре на преобразователь;
 R – сопротивление нагрузки, $R = 0,5$ кОм.

9.2.6 Рассчитать основную абсолютную погрешность измерений магнитной индукции постоянного поля Δ_n , Тл по формуле (5):

$$\Delta_n = B_n - B_f \quad (5)$$

где B_f – установленное значения магнитной индукции, Тл.

9.2.7 Результаты поверки считать положительными, если в рабочем диапазоне частот от 20 до 1000 Гц абсолютная погрешность измерений магнитной индукции переменного поля не превышает значений, приведенных в таблице 9.3.

9.3 Определение дополнительной абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного поля от температуры

9.3.1 Измерения проводить при значениях нормальной температуры плюс 25 °С, повышенной температуры плюс 80 °С и плюс 125 °С (только для измерительного зонда), пониженной температуры минус 20 °С, измеряя значения магнитной индукции со значениями 0,001, 0,4 и 2 Тл в соответствии с п. 9.1.

9.3.2 Рассчитать дополнительную абсолютную погрешность измерений магнитной индукции от температуры: для повышенной температуры $\Delta_{тв}$, Тл/°С по формуле (6):

$$\Delta_{тв} = \frac{B_{тв} - B_n}{T_{рв} - T_n} \quad (6)$$

для пониженной температуры $\Delta_{тн}$, Тл/°С по формуле (7):

$$\Delta_{тн} = \frac{B_{тн} - B_n}{T_{рн} - T_n} \quad (7)$$

где B_n – измеренное значение магнитной индукции при нормальных условиях применения, полученное в п. 4.6;

$B_{тв}$, $B_{тн}$ – измеренное значение магнитной индукции при повышенных и пониженных температурах;

$T_{рв}$, $T_{рн}$ – значение повышенной и пониженной температур, °С;

T_n – значение нормальной температуры, °С ($T_n = 25$ °С).

9.3.3 Результаты поверки считать положительными, если значения дополнительной абсолютной погрешности измерений магнитной индукции от температуры находятся в пределах $\pm 0,001 \cdot B_n$ Тл/°С.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Преобразователь признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

10.2 При выполнении поверки в ограниченном объеме (см п. 2.2) в свидетельстве о поверке указываются диапазон измерений магнитной индукции, для которого была проведена поверка.

10.3 Результаты поверки преобразователей подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт преобразователя вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению преобразователя.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 123
ФГУП «ВНИИФТРИ»


О.В. Каминский


А.Е. Ескин