СОГЛАСОВАНО

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



_____ А.Н. Щипунов

«_07_» _____04_____ 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Тесламетры MFC-3045

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП MFC-3045

пгт. Менделеево
2026 г.

5148

Содержание

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

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на тесламетры MFC-3045 (далее - тесламетры), изготовленные фирмой «Metrolab Technology SA», Швейцария, и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на тесламетры «Тесламетры MFC-3045. Руководство по эксплуатации» (далее - MFC-3045 РЭ).

1.3 Передача размеров единиц величин при поверке осуществляется методом непосредственного сличения.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки тесламетров, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование характеристики	Значения
Диапазон измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, Тл	от 1,49 до 1,51
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, %	$\pm 3 \cdot 10^{-3}$
Максимальная разность измеренных значений магнитной индукции постоянного магнитного поля, полученных от всех чувствительных элементов, размещённых в одном и том же поле, Тл, не более	$1 \cdot 10^{-6}$
Частота опорного генератора, Гц	10 000 000 ±5

1.5 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к государственному первичному специальному эталону единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 1 до 14 Тл и импульсного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 14 Тл ГЭТ 82-2026 по Государственной поверочной схеме для средств измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 14,0 Тл при температурах 4,2 и 77 К, от 1,5 до 14,0 Тл при нормальных условиях и импульсного магнитного поля в диапазоне от $1{,}0 \cdot 10^{-2}$ до $1{,}4 \cdot 10^{1}$ Тл, утвержденной приказом Росстандарта от 29.01.2026 года № 149.

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 операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7
2 Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8
3 Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
4 Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
4.1 Определение частоты опорного генератора	Да	Да	10.1
4.2 Проверка диапазона измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля и определение относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля и максимальной разности измеренных значений магнитной индукции от всех чувствительных элементов, размещенных в одном и том же поле	Да	Да	10.2

2.2 Первичная поверка предусмотрена до ввода средства измерений в эксплуатацию. Вся последующая поверка средства измерений в процессе его эксплуатации, в том числе после ремонта, относится к периодической поверке.

2.3 Поверка тесламетров осуществляется аккредитованными в установленном порядке юридическими лица и индивидуальными предпринимателями.

2.4 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверку проводить при условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 15°С до плюс 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30% до 80 %;
- напряжение сети питания от 198 до 242 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 магнитных 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 ± 0,5 кПа; Средства измерений относительнаой 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 ±0,02 Гц;	Мультиметр цифровой 34401A рег. № 54848-13
п. 9 Определение метрологических характеристик	Частотомер, диапазон измерений частоты от 9 до 10 МГц с относительной погрешностью не более $\pm 1 \cdot 10^{-7}$	Частотомер электронно-счетный Ч3-85/3, рег. № 32359-06
	Первичный эталон единицы магнитной индукции постоянного поля на 1,5 Тл в соответствие с ГПС для средств измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 14,0 Тл при температурах 4,2 и 77 К, от 1,5 до 14,0 Тл при нормальных условиях и импульсного магнитного поля в диапазоне от $1{,}0 \cdot 10^{-2}$ до $1{,}4 \cdot 10^{1}$ Тл. утвержденной приказом Росстандарта от 29.01.2026 года № 149.	Государственный первичный специальный эталон единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 1 до 14 Тл и импульсного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 14 Тл ГЭТ 82-2026
	Источник постоянного магнитного поля 1,5 Тл, неоднородность не более 0,0001 % в объеме 30×30×30 мм; размер рабочей области не менее 300×300×600 мм.	Магнитные системы медицинских магниторезонансных томографов (вспомогательное оборудование)

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.

5.4 Применение Государственного первичного специального эталона единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 1 до 14 Тл и импульсного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 14 Тл ГЭТ 82-2026 обусловлено Приказом Росстандарта от 29.01.2026 года № 149 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств для средств измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 14,0 Тл при температурах 4,2 и 77 К, от 1,5 до 14,0 Тл при нормальных условиях и

импульсного магнитного поля в диапазоне от $1{,}0 \cdot 10^{-2}$ до $1{,}4 \cdot 10^{1}$ Тл» в соответствии с которым передача размера единицы магнитной индукции тесламетрам постоянного магнитного поля с диапазоном измерений от 1,5 до 14 Тл и пределами допускаемых относительных погрешностей измерений от 0,001 до 0,5 % производится от первичного эталона.

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 тесламетры и используемое при поверке оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

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

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

- соответствие внешнего вида описанию типа (раздел - описание средства измерений);
- наличие пломбировки от несанкционированного доступа;
- 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 внешнего осмотра считать положительными, если указанные в п. 7.2 требования выполнены, надписи и обозначения маркировки тесламетра имеют четкое видимое изображение.

7.4 В противном случае дальнейшие операции не выполняют, а тесламетр 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 тесламетры 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 Опробование

8.2.1 Опробование выполнить одновременно с определением частоты опорного генератора (см. п. 10.1).

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если значение частоты опорного генератора составляет (10 000 000 ±5) Гц.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1.1 Проверка производится при загрузке программного обеспечения (далее ПО) тесламетра.

9.1.2 Сведения о наименовании ПО и номере версии выводится на экран компьютера. (см. таблицу 9.1).

9.1.3 Результаты проверки ПО считать положительными, если наименование ПО и номер версии соответствуют приведенным в таблице 9.1.

9.1.4 В противном случае дальнейшие операции не выполняют, а тесламетр признают непригодным к применению.

Таблица 9.1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	WMFCtool
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 9.0
Цифровой идентификатор (контрольная сумма) встроенного ПО	-

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение частоты опорного генератора

10.1.1 Подключить частотомер к выходу опорного генератора тесламетра и записать показания частотомера.

10.1.2 Результаты поверки считать положительными, если значение частоты опорного генератора составляет (10 000 000 ±5) Гц.

10.2 Проверка диапазона измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля и определение относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля и максимальной разности измеренных значений магнитной индукции от всех чувствительных элементов, размещенных в одном и том же поле

10.2.1 Подключить к базовому блоку MFC-3045 матрицу измерительных зондов MFC-3048.

10.2.2 С помощью тесламетра из состава ГЭТ 82-2026 измерить значение магнитной индукции $B_э$, Тл, в центре рабочего объема источника постоянного магнитного поля с номинальным значением магнитной индукции 1,5 Тл (в качестве источника поля рекомендуется использовать магнитную систему медицинских магнитно-резонансных томографов, далее – источник поля).

10.2.3 Установить в рабочий объем источника поля матрицу измерительных зондов MFC-3048 так, чтобы первый чувствительный элемент находился в центре рабочего объема источника поля и записать показания тесламетра B_1, Тл.

10.2.4 Последовательно установить все чувствительные элементы, расположенные в матрице измерительных зондов MFC-3048, в центр рабочего объема источника поля и записать показания тесламетра B_i, Тл.

10.2.5 Рассчитать относительную погрешность для каждого чувствительного элемента δ_{ci}, %, по формуле (1):

$$\delta_{ci} = 100 \cdot (B_i - B_э)/ B_э, \quad (1)$$

где B_i - измеренное значение магнитной индукции каждым чувствительным элементом, Тл,

$B_э$ – эталонное значение магнитной индукции, Тл.

10.2.6 Рассчитать максимальную разность измеренных значений магнитной индукции, между всеми чувствительными элементами, размещенными в одном и том же поле ΔB, Тл по формуле (2):

$$\Delta B = B_{imax} - B_{imin}, \quad (2)$$

где B_{imax} и B_{imin} максимальное и минимальное измеренные значения магнитной индукции от чувствительных элементами, размещенных в одном и том же поле.

10.2.7 Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 10.1.

Таблица 10.1

Чувствительный элемент	Значение магнитной индукции, Тл		Относительная погрешность, δ_{ci}, % (доп. зн. ($\pm 3 \cdot 10^{-3}$) %)	Максимальная разность измеренных значений магнитной индукции между чувствительными элементами ΔB, Тл (доп. зн. $1 \cdot 10^{-6}$ Тл)	Соответствие
	Эталонное значение	Измеренное значение			
1					
2					
....					
24					

10.2.8 Источник постоянного магнитного поля перевести в режим ввода поля. Последовательно устанавливая значение магнитной индукции в источнике постоянного магнитного поля равным 1,49 Тл и 1,51 Тл повторить операции пп. 4.5.2 - 4.5.3 и рассчитать относительную погрешность измерения магнитной индукции по формуле (1).

10.2.9 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля от 1,49 до 1,51 Тл, значения относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля для каждого чувствительного элемента находятся в пределах $\pm\ 3{\cdot}10^{-3}$ %, и максимальная разность измеренных значений магнитной индукции постоянного магнитного поля между чувствительными элементами, размещенными в одном и том же постоянном магнитном поле, не более $1{\cdot}10^{-6}$ Тл.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Тесламетр признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

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

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ» О.В. Каминский

Начальник лаборатории 123
ФГУП «ВНИИФТРИ» А.Е. Ескин