



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

_____ А.Д. Меньшиков
М.п.

«10» ноября 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

МИЛЛИТЕСЛАМЕТРЫ ПОРТАТИВНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ ТПМ-250

Методика поверки

РТ-МП-4910-551-2017

г. Москва
2017 г.

Настоящая методика поверки распространяется на миллитесламетры портативные модульные ТПМ-250 (далее – миллитесламетры), изготовленные Обществом с ограниченной ответственностью «Завод электронной техники», г. Москва, Зеленоград, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Обязательность проведения при поверке	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение диапазона и относительной погрешности измерений и вычислений ортогональных компонентов и модуля вектора магнитной индукции постоянного поля	7.3	Да	Да
Определение диапазона и относительной погрешности измерений и вычислений ортогональных компонентов и максимальных значений модуля вектора магнитной индукции переменного поля	7.4	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного поля	7.5	Да	Да
Оформление результатов поверки	8	Да	Да

1.2 Магнитная индукция в свободном пространстве (воздухе) B [Тл] связана с напряженностью магнитного поля H [А/м] соотношением $B = \mu_0 H$ (магнитная постоянная $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м), поэтому метрологические характеристики миллитесламетра при поверке определяют только для случая измерений параметров вектора магнитной индукции B .

1.3 При не соответствии характеристик поверяемых миллитесламетров требованиям по любому из пунктов таблицы 1 их к дальнейшей поверке не допускают и последующие операции не проводят.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.2 При проведении поверки должны применяться эталоны и средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) средства поверки, его основные метрологические и технические характеристики
7.2	Экран магнитный цилиндрический. Внутренний диаметр не менее 8 мм, коэффициент экранирования не менее 100
7.3	Рабочий эталон 2 разряда по ГОСТ 8.030-2013 единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,02 до 2,0 Тл
7.4	Рабочий эталон 1 разряда по ГОСТ 8.030-2013 единицы магнитной индукции в диапазоне от 0,01 до 20 мТл при частотах от 0 до 2000 Гц
7.5	Частотомер универсальный GFC-8010H (регистрационный номер в Федеральном фонде 19818-00). Погрешность установки частоты опорного генератора не более $\pm 1,5 \cdot 10^{-6}$ за 12 мес.

2.3 Применяемые при поверке эталоны и средства измерений должны иметь действующие свидетельства об аттестации (о поверке).

2.4 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых миллитесламетров с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке миллитесламетров допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, изучившие документацию на поверяемые миллитесламетры, средства поверки и настоящую методику поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При поверке должны выполняться требования безопасности, изложенные в 2.3 ТПКЛ.411172.011РЭ и в документации на применяемые средства поверки.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку миллитесламетров проводить в спокойной магнитной обстановке (в помещении для испытаний отсутствуют значительные ферромагнитные массы и источники магнитных полей промышленной частоты и ее гармоник, изменения внешнего постоянного магнитного поля определяются только вариациями геомагнитного поля) в нормальных условиях по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия»:

- температура окружающего воздуха 20 ± 5 °С
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа

5.2 Поскольку поверяемый миллитесламетр работает с питанием от встроенного аккумулятора, требования к частоте и напряжению питающей сети определяются только требованиями, указанными в эксплуатационной документации используемых средств поверки.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки необходимо выдержать ТПМ-250 во включенном состоянии не менее 10 мин.

6.2 Операции, которые проводят со средствами поверки и с поверяемым миллитесламетром, должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации на них.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности ТПМ-250;
- наличие эксплуатационной документации;
- наличие маркировки миллитесламетра и измерительных зондов;
- отсутствие дефектов, влияющих на работу миллитесламетра.

Результаты поверки считают положительными, если: прибор поступил в поверку в комплекте с формуляром ТПКЛ.411172.011ФО (состав ТПМ-250 соответствует указанному в разделе 3 ТПКЛ.411172.011ФО) и отсутствуют дефекты, влияющие на работу прибора.

7.2 Опробование

При опробовании выполнить следующие операции:

- 1) подготовить миллитесламетр к работе, как указано в 2.4 ТПКЛ.411172.011РЭ;
- 2) подключить к прибору измерительный зонд тип 1;
- 3) включить миллитесламетр, прочитав на его дисплее цифровой идентификатор и сравнить его с записанным в формуляре;
- 4) установить режим измерений постоянного магнитного поля;
- 5) поместить зонд тип 1 в магнитный экран, установить нуль прибора и убедиться в том, что он устанавливается в пределах ± 5 мкТл по всем трем компонентам и модулю вектора магнитной индукции;
- 6) удалить зонд из магнитного экрана, произвести отсчет внешнего магнитного поля и убедиться в том, что его модуль не превышает 100 мкТл, а показания прибора по компонентам лежат в пределах ± 100 мкТл и изменяются при изменениях ориентации зонда в пространстве;
- 7) повторить операции 5), 6) с зондом тип 2 (с этим зондом нуль должен устанавливаться в пределах ± 10 мкТл).

Результаты поверки считают положительными, если:

- цифровой идентификатор, считанный с дисплея прибора, совпадает с указанным в его формуляре;
- с обоими зондами производится установка нуля прибора и измерение внешнего постоянного магнитного поля.

7.3 Определение диапазона и относительной погрешности измерений и вычислений ортогональных компонентов и модуля вектора магнитной индукции постоянного поля

Для определения диапазона и погрешностей измерений ортогональных компонентов и модуля вектора магнитной индукции постоянного магнитного поля выполнить следующие операции:

- 1) подготовить миллитесламетр к работе, как указано в 2.4 ТПКЛ.411172.011РЭ;
- 2) подготовить к работе и включить рабочий эталон единицы магнитной индукции 1 разряда по ГОСТ 8.030-2013, указанный в таблице 2;
- 3) установить режим измерений постоянного магнитного поля;

- 4) подключить к прибору измерительный зонд тип 1;
5) поместить зонд в магнитный экран и установить нуль прибора; в процессе работы регулярно проводить установку нуля;
6) поместить измерительный зонд в рабочий объем меры магнитной индукции так, чтобы ось зонда совпала с продольной осью меры, а центр элемента Холла совпал с центром рабочего объема меры;
7) последовательно устанавливая значения магнитной индукции в соответствии с таблицей 1, провести измерения и вычислить относительную погрешность δ_0 , %, измерения модуля магнитной индукции B при измерении компонента магнитной индукции B_x по формуле (1):

$$\delta_0 = \frac{B_n - B_0}{B_0} \cdot 100 \quad (1)$$

где B – измеренное значение модуля вектора магнитной индукции, мТл
 B_0 – установленное в мере значение магнитной индукции, мТл
 δ_0 – относительная погрешность, %

8) поместить измерительный зонд в рабочий объем меры так, чтобы ось зонда совпала с поперечной осью меры, узкая грань зонда была перпендикулярна продольной оси меры, а центр элемента Холла совпал с центром рабочего объема меры, и повторить операции 7), заноса данные измерения компонента магнитной индукции B_y и модуля магнитной индукции B и вычисления погрешностей в таблицу 2;

9) поместить измерительный зонд в рабочий объем меры так, чтобы ось зонда совпала с поперечной осью меры, широкая грань зонда была перпендикулярна продольной оси меры, а центр элемента Холла совпал с центром рабочего объема меры, и повторить операции 7), заноса данные измерения компонента магнитной индукции B_z и модуля магнитной индукции B и вычисления погрешностей в таблицу 3;

Таблица 1 – Измерения магнитной индукции постоянного поля. Зонд тип 1

Установленное значение B_0 , мТл	Показание миллитесламетра, мТл		Вычисленная относительная погрешность измерений модуля B при измерении компонента магнитной индукции B_x , δ_0 , %
	Компонент B_x	Модуль B	
0,01			
0,05			
0,1			
0,5			
1,0			
4,0			

Таблица 2 – Измерения магнитной индукции постоянного поля. Зонд тип 1

Установленное значение B_0 , мТл	Показание миллитесламетра, мТл		Вычисленная относительная погрешность измерений модуля B при измерении компонента магнитной индукции B_y , δ_0 , %
	Компонент B_y	Модуль B	
0,01			
0,05			
0,1			
0,5			
1,0			
4,0			

Таблица 3 – Измерения магнитной индукции постоянного поля. Зонд тип 1

Установленное значение B_0 , мТл	Показание миллитесламетра, мТл		Вычисленная относительная погрешность измерений модуля B при измерении компонента магнитной индукции B_z , δ_0 , %
	Компонент B_z	Модуль B	
0,01			
0,05			
0,1			
0,5			
1,0			
2,0			
4,0			
8,0			

10) подключить к миллитесламетру измерительный зонд тип 2, установить нуль прибора;

11) выполнить операции 6) – 9), данные измерений и вычислений заносить в первые четыре строки таблиц 4, 5, 6;

12) подготовить к работе и включить рабочий эталон единицы магнитной индукции 2 разряда по ГОСТ 8.030-2013, указанный в таблице 2;

13) поместить измерительный зонд в рабочий объем экранированной катушки однородного магнитного поля из состава указанного рабочего эталона так, чтобы ось зонда совпала с продольной осью катушки, а центр элемента Холла совпал с центром рабочего объема;

14) последовательно устанавливая значения магнитной индукции в соответствии с четырьмя последними строками таблицы 4, провести измерения и вычислить относительную погрешность δ_0 , %, измерений модуля магнитной индукции B при измерении компонента магнитной индукции B_x по формуле (1);

15) поместить измерительный зонд в рабочий объем (межполюсное пространство) электромагнита однородного магнитного поля из состава указанного эталона так, чтобы ось зонда была перпендикулярна оси межполюсного пространства электромагнита (параллельна плоскостям полюсов электромагнита), а центр элемента Холла совпал с центром рабочего объема;

16) последовательно устанавливая значения магнитной индукции в соответствии с четырьмя последними строками таблиц 5 и 6, провести измерения и вычислить относительную погрешность δ_0 , %, измерений модуля магнитной индукции B при измерении компонентов магнитной индукции B_y , B_z по формуле (1). Плоскость измерительного зонда должна быть сориентирована следующим образом: при измерении компонента магнитной индукции B_y она должна быть перпендикулярна плоскостям полюсов электромагнита, при измерении компонента магнитной индукции B_z – параллельна плоскостям полюсов электромагнита.

Таблица 4 – Измерения магнитной индукции постоянного поля. Зонд тип 2

Установленное значение B_0 , мТл	Показание миллитесламетра, мТл		Вычисленная относительная погрешность измерений модуля B при измерении компонента магнитной индукции B_x , δ_0 , %
	Компонент B_x	Модуль B	
0,1			
0,5			
1			
5			
25			
50			
100			
150			

Таблица 5 – Измерения магнитной индукции постоянного поля. Зонд тип 2

Установленное значение B_0 , мТл	Показание миллитесламетра, мТл		Вычисленная относительная погрешность измерений модуля B при измерении компонента магнитной индукции B_y , δ_0 , %
	Компонент B_y	Модуль B	
0,1			
0,5			
1			
5			
25			
50			
100			
150			

Таблица 6 – Измерения магнитной индукции постоянного поля. Зонд тип 2

Установленное значение B_0 , мТл	Показание миллитесламетра, мТл		Вычисленная относительная погрешность измерений модуля B при измерении компонента магнитной индукции B_z , δ_0 , %
	Компонент B_z	Модуль B	
0,1			
0,5			
1			
5			
25			
50			
100			
150			

Результаты поверки считают положительными, если:

- диапазон измерений магнитной индукции постоянного поля соответствует, указанному в описании типа миллитесламетра;
- относительная погрешность измерений δ_0 не превышает значений, указанных в описании типа миллитесламетра.

7.4 Определение диапазона и относительной погрешности измерений и вычислений ортогональных компонентов и максимальных значений модуля вектора магнитной индукции переменного поля

Для определения диапазона и относительной погрешности измерений магнитной индукции переменного магнитного поля выполнить следующие операции:

1) подготовить к работе и включить рабочий эталон единицы магнитной индукции 1 разряда по ГОСТ 8.030-2013, указанный в таблице 2, подключить через тройник к мере магнитной индукции частотомер универсальный GFC-8010Н;

2) подключить к миллитесламетру измерительный зонд тип 1, включить прибор и установить режим измерений переменного магнитного поля;

3) поместить измерительный зонд в рабочий объем меры так, чтобы ось зонда совпала с поперечной осью меры, широкая грань зонда была перпендикулярна продольной оси меры, а центр элемента Холла совпал с центром рабочего объема меры;

4) последовательно устанавливая значения частоты и амплитудных значений магнитной индукции в соответствии с таблицей 7, провести измерения и вычислить

относительную погрешность δ_0 , %, измерений модуля магнитной индукции B при измерении компонента магнитной индукции B_z ;

5) результаты измерений и вычислений заносить в таблицу 7;

6) повторить операции 3), 4) с измерительным зондом тип 2 результаты измерений и вычислений заносить в таблицу 8;

7) сравнивать значения δ_0 , полученные при выполнении операций 3) – 6), со значениями δ_0 , вычисляемыми для данного значения магнитной индукции по формулам указанным в описании типа миллитесламетров.

Результаты поверки считают положительными, если:

– диапазон измерений магнитной индукции переменного поля и частота измеряемого магнитного поля соответствуют указанным в описании типа миллитесламетра;

– относительная погрешность измерений δ_0 не превышает значений, которые определяются по формулам указанным в описании типа миллитесламетров.

Таблица 7 – Измерения магнитной индукции переменного поля. Зонд тип 1

Рекомендованное значение B_0 , мТл	Устан. значение B_0 , мТл	Показание миллитесламетра			Погрешность измерений	
		Компонент B_z , мТл	Модуль B , мТл	Частота f , Гц	Модуль B δ_0 , %	Частота Δf , Гц
1	2	3	4	5	6	7
Установленная частота магнитного поля f_0 , 10,00 Гц						
0,01						
0,05						
0,1						
0,5						
1,0						
4,0						
Установленная частота магнитного поля f_0 , 50,00 Гц						
0,01						
0,05						
0,1						
0,5						
1,0						
4,0						

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
Установленная частота магнитного поля f_0 , 200,00 Гц						
0,01						
0,05						
0,1						
0,5						
1,0						
4,0						

Таблица 8 – Измерения магнитной индукции переменного поля. Зонд тип 2

Рекомендованное значение B_0 , мТл	Устан. значение B_0 , мТл	Показание миллитесламетра			Погрешность измерений	
		Компонент B_z , мТл	Модуль B , мТл	Частота f , Гц	Модуль $B \delta_0$, %	Частота Δ_f , Гц
Установленная частота магнитного поля f_0 , 10,00 Гц						
0,5						
1,0						
2,5						
5,0						
Установленная частота магнитного поля f_0 , 50,00 Гц						
0,5						
1,0						
2,5						
5,0						
Установленная частота магнитного поля f_0 , 400,00 Гц						
0,5						
1,0						
2,5						
5,0						

7.5 Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного поля

Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного магнитного поля производят при выполнении операций по 7.4, для чего используют подключенный к мере магнитной индукции через тройник частотомер универсальный GFC-8010H.

Погрешности измерений частоты вычисляют по формуле (2):

$$\Delta_f = f - f_0 \quad (2)$$

где f_0 – измеренная частотомером GFC-8010H частота тока питания меры, Гц
 f – измеренная миллитесламетром частота магнитного поля, Гц
 Δ_f – абсолютная погрешность, Гц

Результаты измерений и вычислений заносят в таблицы 7 и 8.

Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность измерений частоты переменного магнитного поля Δ_f , Гц не превышает значений, указанных в описании типа миллитесламетров.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Положительные результаты поверки ТПМ-250 оформляют в соответствии с действующими нормативными документами.

8.2 Знак поверки наносится в месте, установленном в описании типа средства измерений.

8.3 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности ТПМ-250, знак предыдущей поверки гасится, и применение миллитесламетра не допускается.

8.4 По результатам поверки делается соответствующая запись в разделе 7 формуляра ТПКЛ.411172.011ФО.

Начальник лаборатории № 551
ФБУ «Ростест-Москва»

Ю.Н. Ткаченко

Ведущий инженер по метрологии
лаборатории № 551

А.Д. Чикмарев