

Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал  
Федерального государственного унитарного предприятия  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
им. Д. И. Менделеева»  
(УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО



И.о директора УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

  
Е.П. Собина

« 17 » сентября 2021 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**СКАНЕРЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ MMS-1A-RS**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 36-261-2021**

г. Екатеринбург  
2021

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### 1 РАЗРАБОТАНА:

Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»).

### 2 ИСПОЛНИТЕЛИ

И.о. зав. лабораторией 261

Цай И.С.

Старший научный сотрудник лаб. 261, эксперт-метролог  
в области испытаний средств измерений

электрических и магнитных величин

Маслова Т.И.

Младший научный сотрудник лаб.261

Волегова Е.А.

3 СОГЛАСОВАНО УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

4 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения .....	4
2	Нормативные ссылки .....	4
3	Перечень операций поверки средств измерений.....	5
4	Требования к условиям проведения поверки .....	5
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	5
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	6
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
8	Внешний осмотр средства измерений.....	6
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	6
10	Проверка программного обеспечения средства измерений .....	7
11	Определение метрологических характеристик средства измерений.....	7
12	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	7
13	Оформление результатов поверки .....	10

Дата введения в действие « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на сканеры магнитного поля MMS-1A-RS (далее – сканеры), предназначенные для измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля для построения 2D и 3D распределения магнитной индукции, создаваемого постоянными магнитами, магнитными системами, электронными компонентами.

Настоящая МП устанавливает процедуру первичной и периодической поверки сканеров. Поверка сканеров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость сканеров к ГЭТ 12-2021 «Государственному первичному эталону единиц магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции» согласно части 1 ГОСТ 8.030-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции».

1.3 Интервал между поверками – один год.

## 2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей МП использованы ссылки на документы, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень документов

Обозначение документа, на которые дана ссылка	Наименование документа
Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 г. № 903н	Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок
Приказ Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г.	Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке
Приказ Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906	«Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений»
ГОСТ 8.030-2013	ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции

Примечание – При пользовании настоящим документом целесообразно проверить действие ссылочных документов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Перечень операций поверки средств измерений

3.1 При проведении поверки сканеров должны выполняться операции согласно таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	8	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	9	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	10	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	11	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	12	Да	Да

3.2 Если при выполнении той или иной операции выявлено несоответствие установленным требованиям, поверка приостанавливается, выясняются и устраняются причины несоответствия, после этого повторяется поверка по операции, по которой выявлено несоответствие. В случае повторного выявления несоответствия установленным требованиям поверку прекращают, выдается извещение о непригодности.

3.3 При периодической поверке в соответствии с письменным заявлением владельца средства измерений допускается проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин и (или) на меньшем числе поддиапазонов измерений. В свидетельстве о поверке (в сведениях о поверке, передаваемых в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) обязательно указывается информация об объеме проведенной поверки.

Поверка сканера в полном объеме возможна только при наличии дополнительного кабеля для поверки в комплектности сканера.

### 4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность, %, не более 80.

Параметры электрического питания от трехфазной сети переменного тока:

- напряжение, В  $220 \pm 22$ ;
- частота, Гц  $50 \pm 1$ .

4.2 Если до проведения поверки средства поверки находились в климатических условиях, отличных от описанных в 4.1, то перед началом поверки они должны быть выдержаны в условиях по пункту 4.1 не менее 24 ч, а после воздействия повышенной влажности - не менее 48 ч.

4.3 Вибрация и тряска должны отсутствовать.

### 5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению поверки допускаются лица из числа специалистов, допущенных к поверке, работающих в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений в соответствующей области, и ознакомившиеся с руководством по эксплуатации (далее - РЭ) на сканеры и настоящей МП.

## 6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Наименование	Метрологические и технические требования
Измеритель магнитной индукции Ш1-9	Диапазон измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля от 25 до 2500 мТл, $\delta = \pm 0,02$ % (рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.030)
Измеритель напряженности магнитного поля Gauss- /Teslameter FH 54	Диапазон измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля от 0,003 до 2 Тл, $\delta = \pm 1,5$ %.
Меры длины концевые плоскопараллельные образцовые	Диапазон значений (0,5-100) мм, 3 разряд
Электромагнит	Обеспечивающий в рабочем зазоре высотой 15 мм индукцию магнитного поля не менее 2,0 Тл.
Источник напряжения и тока	Выходное напряжение (0 – 125) В, выходной ток (0 – 120) А.
Образцы магнитотвердых материалов (МТМ)	Изготовленные на основе сплавов NdFeB, AlNiCo и SmCo, диаметром или стороной не менее 7 мм.
Термогигрометр	Диапазоны измерений температуры и относительной влажности не менее требуемых по пункту 4

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений должны быть поверены.

6.3 При проведении поверки допускается применение не указанных в п. 6.1 средств измерений, обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

## 7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки сканеров к работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

7.2 При проведении поверки сканеров должны соблюдаться требования приказа Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» и требования 2.2 РЭ на сканеры.

## 8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре сканеров устанавливают:

- соответствие внешнего вида сканеров сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие на поверхности сканеров механических повреждений и следов коррозии и других видимых повреждений, влияющих на эксплуатационные свойства;
- все кнопки и разъемы подключений должны быть исправны и хорошо закреплены;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- четкость обозначений и маркировки.

## 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Подготавливают сканеры к работе и проводят функциональную проверку в соответствии с 3.6 РЭ.

## 10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 В основном окне программы выбирают пункт меню «SystemSetup» (Настройка системы), где отображается наименование и номер версии ПО. Идентификационные данные должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	MMS-A
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V2.2
Цифровой идентификатор ПО	—

## 11 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений магнитной индукции

11.1.1 Определение относительной погрешности измерений магнитной индукции в поддиапазоне св. 0,5 до 2,0 Тл включ.

11.1.1.1 Установить измерительный зонд измерителя магнитной индукции Ш1-9 (далее – измеритель Ш1-9) в рабочий объем источника постоянного магнитного поля (электромагнита).

11.1.1.2 Установить измерительный датчик сканера в рабочем объеме источника постоянного магнитного поля так, чтобы вектор магнитной индукции в рабочем объеме электромагнита совпадал с осью X измерительного датчика.

11.1.1.3 Установить в рабочем объеме электромагнита значение магнитной индукции равное или близкое к 0,5 Тл (записать показание измерителя Ш1-9), записать показания сканера  $B_{total_1}$ , Тл.

11.1.1.4 Повторить операции 11.1.1.1-11.1.1.3, изменив полярность магнитного поля, действующего на измерительный датчик сканера (повернуть измерительный датчик сканера на 180°). Записать показания сканера  $B_{total_2}$ , Тл.

11.1.1.5 За результат измерений магнитной индукции  $B_{и}$ , Тл постоянного магнитного поля сканером принять значение, рассчитанное по формуле

$$B_{и} = \frac{|B_{total_1}| + |B_{total_2}|}{2}. \quad (1)$$

11.1.1.6 Выполнить не менее 5 измерений магнитной индукции и вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений и среднее квадратическое отклонение по формулам

$$\overline{B_{и}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_{иi}, \quad (2)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (B_{иi} - \overline{B_{и}})^2}, \quad (3)$$

где  $\overline{B_{и}}$  – среднее арифметическое значение измеренной магнитной индукции, Тл;

$B_{иi}$  –  $i$ -ое измеренное значение магнитной индукции, Тл;

$S$  – оценка среднего квадратического отклонения результата измерений, Тл;

$n$  – число измерений,  $n \geq 5$ .

11.1.1.7 Вычислить отклонение  $\Delta_B$ , Тл, полученного результата измерений от показаний измерителя Ш1-9 по формуле

$$\Delta_B = |\overline{B}_и - B_{эТ}|, \quad (4)$$

где  $\overline{B}_и$  – среднее значение магнитной индукции по компоненте X (или Y, или Z), рассчитанное по формуле (2), Тл;

$B_{эТ}$  – значение магнитной индукции, измеренное измерителем Ш1-9, Тл.

11.1.1.8 Вычислить значение неисключенной систематической составляющей  $\theta_\Sigma$ , Тл, погрешности результата измерений по формуле

$$\theta_\Sigma = 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{эТ} \cdot B_{эТ}}{100}\right)^2 + (\Delta_B)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}, \quad (5)$$

где  $\delta_{эТ}$  – относительная погрешность измерения магнитной индукции измерителем Ш1-9, %;

$d$  – цена единицы наименьшего разряда при измерении магнитной индукции, Тл.

11.1.1.9 Вычислить значение абсолютной погрешности измерений магнитной индукции по формуле

$$\Delta = \pm \frac{t \cdot S + \theta_\Sigma}{\frac{S}{\sqrt{n}} + \frac{\theta_\Sigma}{\sqrt{3}}} \cdot \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{\theta_\Sigma^2}{3}}, \quad (6)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента (при  $n = 5$  и доверительной вероятности  $P = 0,95$   $t = 2,776$ ).

11.1.1.10 Значение относительной погрешности измерения магнитной индукции  $\delta$ , %, вычислить по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{B_{эТ}} \cdot 100. \quad (7)$$

11.1.1.11 Установить измерительный датчик сканера так, чтобы вектор магнитной индукции в рабочем объеме электромагнита совпадал с осью Y измерительного датчика и повторить операции 11.1.1.3-11.1.1.10.

11.1.1.12 Повторить операции 11.1.1.1-11.1.1.11 не менее, чем для пяти значений магнитной индукции, равномерно распределенных в диапазоне измерений.

11.1.1.13 Полученные значения относительных погрешностей измерения магнитной индукции должны соответствовать приведенным в таблице 5.

11.1.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в поддиапазоне от 0,01 до 0,5 Тл включ.

11.1.2.1 Для проверки поддиапазона и определения относительной погрешности измерений магнитной индукции использовать не менее четырех постоянных магнитов со значением магнитной индукции на поверхности полюса магнита из диапазона измерений.

11.1.2.2 Закрепить постоянный магнит в держателе для магнита так, чтобы ось Y измерительного датчика совпадала с направлением вектора магнитной индукции на поверхности постоянного магнита.

11.1.2.3 Поднять измерительный датчик сканера на высоту  $\Delta h$ , определяемую по формуле

$$\Delta h = h_1 - h_2, \quad (8)$$

где  $h_1$  – расстояние от поверхности измерительного датчика до непосредственно магниточувствительного элемента (датчика Холла), согласно технической документации на измеритель напряженности магнитного поля Gauss- / Teslameter FH54 (далее – измеритель FH 54), мм;

$h_2$  – расстояние от поверхности измерительного датчика сканера до непосредственно магниточувствительного элемента (датчика Холла) вдоль измеряемой оси, согласно технической документации на сканер (0,300 мм), мм.

11.1.2.4 Записать показания сканера  $B_{total}$ , Тл.



11.1.2.5 Измерить значение магнитной индукции  $B_H$ , Тл, на поверхности образца осевым датчиком измерителя FH 54.

11.1.2.6 Выполнить не менее 5 измерений магнитной индукции и вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений и среднее квадратическое отклонение по формулам (2) и (3) соответственно.

11.1.2.7 Вычислить отклонение  $\Delta_B$ , Тл, полученного результата измерений от показаний измерителя FH 54 по формуле (4).

11.1.2.8 Вычислить значение неисключенной систематической составляющей  $\theta_\Sigma$ , Тл, погрешности результата измерений по формуле (5), где  $\delta_{\text{эт}}$  – относительная погрешность измерения магнитной индукции измерителем FH 54, %.

11.1.2.9 Вычислить значение абсолютной погрешности измерения магнитной индукции по формуле (6).

11.1.2.10 Вычислить относительную погрешность  $\delta$ , %, полученного результата измерений по формуле (7).

11.1.2.11 Повторить операции 11.1.2.2-11.1.2.10 не менее, чем для четырех значений магнитной индукции, равномерно распределенных в диапазоне измерений.

11.1.2.12 Закрепить постоянный магнит в держателе для магнита так, чтобы ось X измерительного датчика совпадала с направлением вектора магнитной индукции на поверхности постоянного магнита и повторить операции 11.1.2.2-4. 11.1.2.11.

11.1.2.13 Закрепить постоянный магнит в держателе для магнита так, чтобы ось Z измерительного датчика совпадала с направлением вектора магнитной индукции на поверхности постоянного магнита и повторить операции 11.1.2.2-11.1.2.11.

11.1.2.14 Полученные значения относительных погрешностей измерения магнитной индукции должны соответствовать приведенным в таблице 5.

11.2 Определение диапазона и СКО случайной составляющей погрешности измерений длины по осям X, Y и Z

11.2.1 Для проверки диапазона и СКО случайной составляющей погрешности измерений длины по осям X, Y, Z использовать концевые меры длины. Необходимо использовать не менее четырех мер длины от 0,5 до 135 мм. Длину мер определяют при помощи контактного датчика сканера.

11.2.2 Концевую меру (блок концевых мер) помещают на стол сканера, используя теплоизолирующие перчатки.

11.2.3 Измерение каждой меры производят в положениях: вдоль осей X, Y, Z.

11.2.4 Выполнить не менее 5 измерений длины меры и вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений и среднее квадратическое отклонение по формулам (9) и (10) соответственно

$$\bar{l}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_{ji}, \quad (9)$$

$$S_{l_j} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (l_{ji} - \bar{l}_j)^2}, \quad (10)$$

где  $\bar{l}_j$  – среднее арифметическое значение измеренной длины  $j$ -той меры, мм;

$l_{ji}$  –  $i$ -ое измеренное значение длины  $j$ -той меры, мм;

$S$  – оценка среднего квадратического отклонения результата измерений, мм;

$n$  – число измерений,  $n \geq 5$ .

11.2.5 Полученные значения среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерений длины по осям X, Y, Z должны соответствовать приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики сканеров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, Тл	от 0,01 до 2,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, %	
– в поддиапазоне от 0,01 до 0,5 Тл включ.	± 2,0
– в поддиапазоне св. 0,5 до 2,0 Тл включ.	± 0,5
Диапазон измерений длины по осям X, Y, Z, мм	от 0 до 135
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерений длины по осям X, Y, Z, мкм	30

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки сканер признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки или действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.3 При отрицательных результатах поверки сканер признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и оформляют результаты в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 или действующими на момент проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

13.4 Сведения о результатах и объеме проведенной поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

Разработчики:

И.о. зав. лабораторией 261

  
\_\_\_\_\_ И.С. Цай

Старший научный сотрудник лаб. 261

  
\_\_\_\_\_ Т.И. Маслова

Младший научный сотрудник лаб.261

  
\_\_\_\_\_ Е.А. Вологова