

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора по
метрологии
ФБУ «УРАЛТЕСТ»



Д. Г. Дедков

М.п.

»

ноября

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Магнитометры ИОН-3701

Методика поверки

МП 4201/0346-2023

Екатеринбург,
2023

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки магнитометров ИОН-3701 (далее – магнитометр).

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых магнитометров к ГЭТ 12-2021 в соответствии с ГОСТ 8.030-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции».

1.3 Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки магнитометров должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	-	-
Определение абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля	10.1	да	да

2.2 Допускается поверка магнитометра для меньшего числа диапазонов измерений.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, магнитометр бракуют.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- напряженность постоянного магнитного поля должна соответствовать величине поля Земли в данном географическом районе, но не должна превышать 80 А/м.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на магнитометры, эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке, имеющие необходимую квалификацию, аттестованные в качестве поверителей.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться основные и вспомогательные средства поверки, приведенные 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
3.1	Измерение температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +25 °С с пределами абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ °С Измерение относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с пределами абсолютной погрешности не более ± 5 %	Прибор комбинированный для контроля параметров окружающей среды MeteoSmart, рег. № 76455-19
3.1	Измерение напряженности постоянного магнитного поля в диапазоне от 30 до 80 А/м с пределами относительной погрешности не более ± 20 %	Прибор магнитоизмерительный феррозондовый комбинированный Ф-205, рег. № 17803-03
10.1	Воспроизведение магнитной индукции постоянного поля в диапазоне значений от 0,5 до 1600 мТл с доверительными границами ($P=0,95$) относительной погрешности не более $\pm 1,5$ % в объеме, достаточном для размещения датчиков поверяемого магнитометра (далее – эталон)	Государственный рабочий эталон единицы магнитной индукции 2 разряда в диапазоне значений от 0,01 до 300 мТл, рег. № 3.1.ZCE.1567.2023 Государственный рабочий эталон единицы магнитной индукции постоянного поля 1 разряда в диапазоне значений от 25 до 2000 мТл, рег. № 3.1.ZCE.1554.2022; Мера напряженности постоянного и переменного магнитного поля М-303.1, рег. № 40449-09 Мера напряженности магнитного поля М-503, рег. № 27589-11
8.1	Средство для контроля интервалов времени в диапазоне от 0 до 2 ч	Часы

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 5.1.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации магнитометра и используемых средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра магнитометра следует:

- убедиться в отсутствии механических повреждений и дефектов, влияющих на их метрологические характеристики;

- установить соответствие комплектности и маркировки эксплуатационной документации;

- установить соответствие внешнего вида магнитометра описанию типа.

7.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если установлено соответствие внешнего вида магнитометра описанию типа, комплектности и маркировки эксплуатационной документации, отсутствие каких-либо дефектов и повреждений магнитометра.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверяют соблюдение условий в соответствии с разделом 3.

8.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их технической документацией.

8.1.3 Выдерживают магнитометр в условиях, указанных в разделе 3, в течение 2 ч.

8.2 Опробование

8.2.1 Магнитометр подготавливают к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.2 Для 3-осевых датчиков 50 и 200 мТл включают режим измерений с компенсацией однородных магнитных полей и режим модуля вектора индукции магнитного поля.

8.2.3 Изменяют ориентацию датчика в свободном пространстве (вдали от ферромагнитных объектов и источников сильных магнитных полей).

8.2.4 Показания магнитометра не должны превышать 0,02 мТл при любой пространственной ориентации датчика.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) проводят путем сличения номера версии, отображаемого на экране магнитометра при включении с номером, приведенным в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.00

9.2 В случае несоответствия идентификационных данных ПО, поверка прекращается, магнитометр бракуется.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля выполняют для всех датчиков, входящих в комплект магнитометра.

10.1.2 При поверке магнитометра для определения абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля выполняют следующие операции.

10.1.2.1 В рабочем объеме полеобразующей системы эталона размещают датчик магнитометра так, чтобы его основной преобразователь (расположен в переднем конце корпуса датчика на расстоянии 4 мм от его торца) находился в центре рабочего объема, а направление магниточувствительной оси преобразователя по компоненте Z совпадало с направлением вектора магнитной индукции. Включают магнитометр. Для 3-осевых датчиков 50 и 200 мТл устанавливают режим измерений без компенсации однородных магнитных полей и режим текущих показаний индикатора (значения магнитной индукции по осям X, Y, Z).

10.1.2.2 В рабочем объеме полеобразующей системы эталона последовательно устанавливают значения магнитной индукции в соответствии с таблицей 10.1 в зависимости от подключенного датчика и проводят измерения магнитометром магнитной индукции постоянного магнитного поля B_i , мТл. Полученные результаты заносят в протокол поверки.

10.1.2.3 Повторяют измерения по пункту 10.1.2.1-10.1.2.2, изменив направление магнитного поля, действующего на датчик магнитометра.

10.1.2.4 Повторяют измерения по пунктам 10.1.2.2-10.1.2.3 для компонент X и Y для 3-осевых датчиков 50 и 200 мТл.

10.1.2.5 Повторяют измерения по пунктам 10.1.2.1-10.1.2.4 для вспомогательного преобразователя (расположен у выхода кабеля датчика на расстоянии 110 мм от основного преобразователя) 3-осевых датчиков 50 мТл и 200 мТл при значении магнитной индукции 30 мТл.

Для получения информации с вспомогательного датчика подключить USB кабелем магнитометр к компьютеру. Запустить любую терминальную программу, выбрать COM порт к которому подключен прибор и ввести команду v all. Данные в консольном выводе идут в следующем порядке: основной датчик (температура, модуль вектора индукции магнитного поля (далее - МВИМП), оси x, y и z), затем вспомогательный датчик (температура, МВИМП, оси x, y и z).

Примечание – Операции по 10.1.2.5 выполняются только при первичной поверке.

10.1.2.6 Рассчитывают и заносят в протокол поверки абсолютную погрешность измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля для каждого измеренного значения Δ_i , мТл, по формуле

$$\Delta_i = B_i - B_{\text{эт}}, \quad (1)$$

где $B_{\text{эт}}$ – значение магнитной индукции постоянного магнитного поля, установленное на эталоне, мТл;

i – номер измерения.

Таблица 10.1 – Проверяемые значения магнитной индукции

Датчик магнитометра	Устанавливаемые значения магнитной индукции, мТл
3-осевый датчик 50 мТл	0,5; 1; 10; 50
3-осевый датчик 200 мТл	0,5; 1; 10; 100; 200
1-осевый датчик 1600 мТл	0,5; 1; 10; 100; 1000; 1600
Примечание – Допускается отличие установленных значений магнитной индукции $B_{\text{эт}}$ от приведенных в таблице их рекомендуемых значений не более чем на $\pm 5\%$.	

10.1.3 Магнитометр считают прошедшим поверку по 10.1, если полученные по формуле (1) значения абсолютных погрешностей измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля соответствуют приведенным в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Метрологические характеристики магнитометров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, мТл с 3-осевым датчиком 50 мТл с 3-осевым датчиком 200 мТл с 1-осевым датчиком 1600 мТл	от 0,1 до 50 от 0,1 до 200 от 0,1 до 1600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, мТл	$\pm(0,03 \cdot B + 0,02)$
Примечание В – измеренное значение магнитной индукции, мТл	

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки магнитометра оформляют протокол поверки в произвольной форме.

11.2 Положительные результаты поверки магнитометра оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

11.3 Отрицательные результаты поверки магнитометра оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.