

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

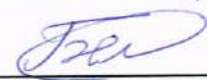
СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
 А.Н. Пронин
м.п. «06» ноября 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
МАГНИТОМЕТРЫ НВ1121.1А

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 2205-0002-2024**

Руководитель лаборатории
государственных эталонов в области
магнитных измерений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 Д.И. Беляков

Инженер лаборатории
государственных эталонов в области
магнитных измерений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 В.В. Мельник

Санкт-Петербург

2024 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на магнитометры НВ112.1А (далее по тексту - магнитометры), предназначенные для измерений постоянного магнитного поля Земли, а так же полей, создаваемых различными техническими объектами.

Методика поверки использует метод непосредственного сличения поверяемого СИ с эталоном той же единицы величины и должна обеспечивать прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции ГЭТ 12-2021 в соответствии с государственной поверочной схемой ГОСТ 8.030-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции».

Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1- Перечень операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр СИ	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование СИ	да	да	8
Проверка программного обеспечения СИ	да	да	9
Определение метрологических характеристик СИ	да	да	10
Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	да	да	11

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается и СИ бракуется.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении испытаний должны соблюдаться следующие условия:

3.1 При проведении испытаний должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 15-25;
- относительная влажность воздуха, % 30-80;
- атмосферное давление, кПа 84-106.

3.2 Условия поверки должны удовлетворять требованиям ГОСТ 8.325-80, эксплуатационной документации на поверяемое СИ, правил содержания и применения эталонов, эксплуатационной документации СИ и СО, применяемых в качестве средств поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к магнитометру, а так же ЭД на эталоны и другие средства поверки.

4.2 При проведении поверки должны соблюдаться:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Перечень средств поверки представлен в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробования средств измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне значений от 15 °С до с 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне значений от 30 % до 80 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 к Па, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Термогигрометр электронный CENTER, мод. 315, рег. номер в ФИФ по ОЕИ 22129-09 Термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. номер в ФИФ по ОЕИ 46434-11
п 10 Определение метрологических характеристик	Рабочие эталоны единицы магнитной индукции постоянного поля не ниже 2 разряда в диапазоне значений от $1 \cdot 10^{-9}$ до $25 \cdot 10^{-3}$ Тл в соответствии с государственной поверочной схемой ГОСТ 8.030-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции»	Государственный рабочий эталон единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля 2 разряда в диапазоне значений от $1 \cdot 10^{-6}$ до $500 \cdot 10^{-6}$ Тл, рег № 3.1.ZZB.0409.2022
Примечание: Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

5.2 Используемые при поверке средства измерений должны иметь положительные результаты поверки, а эталоны - положительные результаты аттестации в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки магнитометров необходимо соблюдать требования следующих документов:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденные Приказом Минэнерго России от 13.01.2003 N 6;
- правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Минтруда России от 24.07.2013г., № 328н;
- правил техники безопасности, указанные в Руководстве по эксплуатации СФДР.41117.001 РЭ;
- правил по охране труда, действующих на месте проведения поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Проверить магнитометр на соответствие внешнего вида описанию типа СИ.

7.2 Магнитометр не должен иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество его работы.

7.3 Соединения в разъемах магнитометра должны быть надежными.

7.4 Маркировка магнитометра должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

7.5 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если магнитометр не имеет повреждений или иных дефектов, маркировка магнитометра целая, соединения в разъемах датчика надежные.

7.6 Знак утверждения типа должен быть нанесен методом трафаретной печати в виде наклейки с изображением знака утверждения типа на первичный измерительный преобразователь, адаптер интерфейса магнитометра и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации и формуляра.

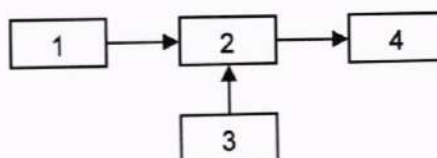
7.7 При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются и СИ допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефекта, СИ к дальнейшей поверке не допускаются.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка магнитометра к проведению измерений

8.1.1 Проверить соблюдение требований п 3 настоящей методики (контроль условий окружающей среды).

8.1.2 Для проведения измерений собрать установку в соответствии с рисунком 1.



где 1 – персональный компьютер,
2 – адаптер интерфейса НВ1121.1А,
3 – источник питания,
4 – первичный измерительный преобразователь НВ1121.1А.

Рисунок 1 - Схема подключения

8.1.1 Перед поверкой выдержать магнитометр в нормальных климатических условиях применения на менее 3 ч.

8.2 Опробование магнитометра.

При опробовании проверяют действие доступных без вскрытия СИ органов контроля, управления, регулирования, настройки и коррекции.

8.2.1 Перед включением прибора на компьютере должна быть установлена программа выполнения измерений «НВ ТЕСЛА НВ112.1А». Данная программа входит в комплект поставки магнитометра.

8.2.2 Включить питание прибора и используя установленную на компьютере программу «НВ ТЕСЛА НВ112.1А» выполнить измерения.

8.2.3 Повернуть или переместить ПИП на некоторый угол или некоторое расстояние – числа на дисплее компьютера должны измениться.

8.2.4 Получение вышеуказанных результатов свидетельствует о работоспособности прибора.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Подтверждение соответствия программного обеспечения

Идентификация автономного ПО магнитометра осуществляется путем проверки номера версии ПО и по цифровому идентификатору, рассчитанному по алгоритму CRC32. Контрольная сумма для автономного ПО – 079B14B8.

Окно «О программе» программы содержит окно, в котором содержится информация о программе:

- Название программы;
- Версия программы;
- Сведения о разработчике;
- Цифровой идентификатор программного обеспечения CRC-32.

Внешний вид окна программы НВ Тесла НВ1121.1А окно «О программе» приведен на рисунке 2.

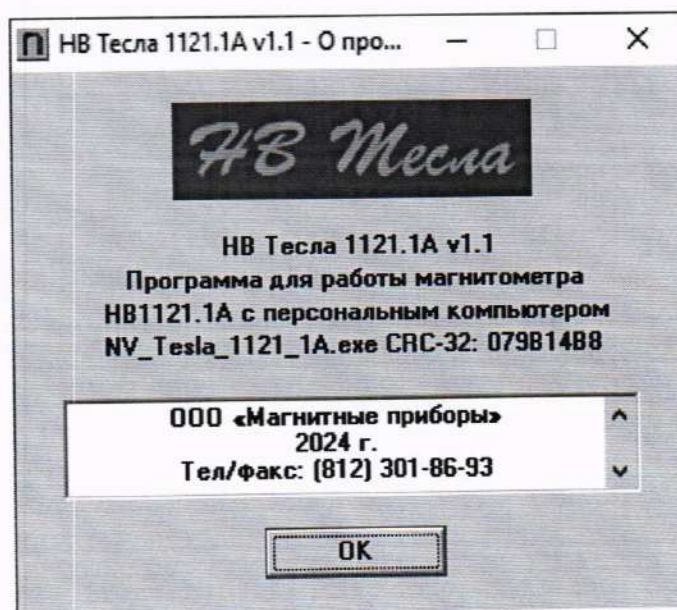


Рисунок 2 - окно «О программе».

Результаты поверки считаются положительными, если версия ПО не ниже «1.1»

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение углов неортогональности магнитных компонент

10.1.1 Скомпенсировать при помощи ГРЭ локальное магнитное поле Земли до нуля.

10.1.2 Произвести ориентировку магнитной компоненты Z первичного измерительного преобразователя магнитометра (далее – ПИП) соосно магнитной оси Z трёхкомпонентных катушек эталона. ПИП установить в центре рабочего объема ГРЭ так, чтобы стрелка компоненты Y ПИП была направлена на Север по оси N катушек эталона, а стрелка компоненты X ПИП на Восток по оси D катушек эталона.

10.1.3 В катушке Z эталона создать МИ 55000 нТл, отрегулировать наклон поворотного стола таким образом, чтобы по компонентам X, Y ПИП показания значений МИ b_x и b_y , были не более ± 50 нТл.

10.1.4 Установить значение МИ по Z компоненте эталона, равное нулю, и записать показание по компоненте Y ПИП (b_{Y0}) по форме таблицы 4.

Воспроизвести в катушках Z эталона значение МИ равное 100000 нТл, и записать показания по компоненте Y ПИП (b_{Y100}) по форме таблицы 4.

Найти приращения МИ по формуле:

$$\Delta B_{zy} = b_{Y100} - b_{Y0} \quad (1)$$

Неортогональность между магнитными компонентами Z, Y ПИП определить по формуле:

$$\alpha_{zy} = \arcsin \frac{\Delta B_{zy}}{100000} \text{ (радиан)} \quad (2)$$

Перевести значение угла α_{zy} (рад) в угловые градусы, умножив на $(180/\pi)$.

10.1.5 Развернуть ПИП таким образом, чтобы магнитная компонента X ПИП была направлена по оси H эталона.

В катушке Z эталона создать МИ 55000 нТл, отрегулировать наклон поворотного стола таким образом, чтобы по компонентам X, Y ПИП показания значений МИ b_x и b_y были не более ± 50 нТл.

Установить значение МИ по Z компоненте эталона, равное нулю и записать показание по компоненте X ПИП (b_{X0}) по форме таблицы 4.

Воспроизвести в катушках Z эталона значение МИ равное 100000 нТл и записать показания по компоненте X ПИП (b_{X100}) по форме таблицы 4.

Найти приращения МИ по формуле:

$$\Delta B_{zx} = b_{X100} - b_{X0} \quad (3)$$

Неортогональность между магнитными осями Z, X ПИП определить по формуле:

$$\alpha_{zx} = \arcsin \frac{\Delta B_{zx}}{100000} \text{ (радиан)} \quad (4)$$

Перевести значение угла α_{zx} (рад) в угловые градусы, умножив на $(180/\pi)$.

10.1.6 Развернуть ПИП таким образом, чтобы магнитная компонента X ПИП была направлена по оси Z эталона, а магнитная компонента Y ПИП по направлению магнитной оси H эталона.

В катушке H эталона создать МИ 55000 нТл, отрегулировать наклон поворотного стола таким образом, чтобы по компонентам Y, Z ПИП показания значения МИ b_y и b_z были не более ± 50 нТл.

Установить значение МИ по Z компоненте эталона, равное нулю и записать показание по компоненте Y ПИП (b_{Y0}) по форме таблицы 4.

Воспроизвести в катушках Z эталона значение МИ равное 100000 нТл и записать показания по компоненте Y ПИП (b_{Y100}) по форме таблицы 4.

Найти приращения МИ по формуле:

$$\Delta B_{xy} = b_{Y100} - b_{Y0} \quad (5)$$

Неортогональность между магнитными осями X, Y ПИП определить по формуле:

$$\alpha_{xy} = \arcsin \frac{\Delta B_{xy}}{100000} \text{ (радиан)} \quad (6)$$

Перевести значение угла α_{xy} (рад) в угловые градусы, умножив на $(180/\pi)$.

10.1.7 Измерения углов выполнить 5 раз и вычислить среднее арифметическое для каждого угла.

Таблица 3 - Результаты определения неортогональности магнитных осей компонент

b_{Y0} , нТл	b_{Y100} , нТл	ΔB_{ZY} , нТл	α_{zy}	b_{X0} , нТл	b_{X100} , нТл	ΔB_{ZX} , нТл	α_{zx}	b_{Y0} , нТл	b_{Y100} , нТл	ΔB_{XY} , нТл	α_{xy}
$\alpha_{zy} =$ угл. гр.				$\alpha_{zx} =$ угл. гр.				$\alpha_{xy} =$ угл. гр.			

10.2 Проверка диапазона измерений и определение пределов погрешности измерений

10.2.1 В центре рабочего объема ГРЭ установить ПИП визуально вертикально, сориентировать его оси компонент с осями эталона, компенсировав локальное магнитное поле Земли до нуля.

10.2.2 С помощью ГРЭ последовательно воспроизвести по компоненте X контрольные значения МИ: ± 5 ; ± 50 ; ± 100 ; ± 500 ; ± 2000 ; ± 4500 ; ± 10000 ; ± 30000 ; ± 50000 ; ± 70000 ; ± 100000 нТл.

10.2.3 Измерить магнитометром воспроизводимые контрольные значения МИ и занести в протокол.

10.2.4 Систематическая абсолютная погрешность измерений МИ, обусловленная смещением нуля по компонентам, проверяется в точке ± 5 нТл.

10.2.5 Действия по пункту 4.5.2.2 - 4.5.2.4 повторить по компонентам Y, Z и занести в протокол.

Измерения выполняются по 5 раз и вычисляется среднее арифметическое для каждого измерения МИ и записываются в таблицу 4.

Таблица 4 - Результаты проверки диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля по трем направлениям компонент X, Y, Z

Действительное значение МИ, нТл	Полярность	Измеренное значение МИ по компонентам, нТл			Абсолютная погрешность измерений по компонентам		
		X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
5	+						
	-						
30	+						
	-						
100	+						
	-						
500	+						
	-						

1000	+						
	-						
4500	+						
	-						
10000	+						
	-						
50000	+						
	-						
70000	+						
	-						
100000	+						
	-						

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Результаты поверки магнитометра считаются положительными если их параметры соответствуют метрологическим характеристикам, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Количество компонент, шт	3
Диапазон измерений магнитной индукции компонент постоянного магнитного поля, нТл	от - 100000 до - 5; от + 5 до + 100000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений магнитной индукции компонент постоянного магнитного поля, нТл: от -100000 до - 4500 нТл от - 4500 до -5 нТл от + 5 до + 4500 нТл от + 4500 до + 100000 нТл	$\pm (0,01 \cdot \text{Визм} + 5)$ ± 50 ± 50 $\pm (0,01 \cdot \text{Визм} + 5)$
Пределы допускаемого дрейфа нуля компонент магнитной индукции постоянного магнитного поля за 20 минут непрерывной работы, нТл	± 5
Пределы допускаемой систематической абсолютной погрешности измерений магнитной индукции, обусловленной смещением нуля по компонентам, нТл	± 30
Значения углов неортогональности осей компонент, угл. град.	$\pm 0,1$

В этом случае принимается решение о соответствии магнитометра метрологическим требованиям.

Если один или несколько параметров не соответствуют указанным в таблице 5, то принимается решение о несоответствии магнитометра метрологическим требованиям.

Прослеживаемость обеспечивается тем, что применяемый для поверки эталон соответствует ГОСТ 8.030.2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции».

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 При проведении поверки, результаты оформляются протоколом, рекомендуемая форма протокола приведена в Приложении А.

12.3 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности установленной формы.

12.2 Результат поверки передается в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его оформлении).

Приложение А (рекомендуемое)

Форма протокола поверки

НИО (НИЛ) № _____

Всего листов _____ Лист _____

адрес лаборатории, корпус, помещение

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № XXX от XX.XX.20XX г.

Наименование средства измерения (эталона), тип	Магнитометр НВ1121.1А
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	28092301
Изготовитель (при необходимости)	ООО «Магнитные приборы»
Год выпуска (при необходимости)	2024 г.
Заказчик (наименование и юридический адрес) (при необходимости)	ООО «Магнитные приборы» 197375, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Алексеевская, д. 7, литер. А, помещ. 4Н
Серия и номер знака предыдущей поверки (если такие имеются)	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	

Методика поверки _____

Средства поверки:

Наименование и регистрационный номера эталона, тип СИ, СО в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С	15-25	
Относительная влажность воздуха, %	30-80	
Атмосферное давление, кПа	84-106	

Всего листов ____ Лист ____

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр _____
2. Опробование _____
3. Подтверждение соответствия ПО (при необходимости) _____
4. Определение метрологических характеристик (в соответствии требованиям методики поверки) _____

5. Дополнительная информация (состояние объекта поверки, сведения о ремонте, юстировке) _____

Заключение: СИ (эталон) соответствует (не соответствует) предъявленным требованиям и признано годным (не годным) к применению

Поверку произвел

ФИО

подпись

Дата

*1 Частичное воспроизведение протокола не допускается без разрешения ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»;
2 Полученные результаты относятся только к указанным в протоколе объектам поверки.*