

**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.

« 10 » января 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

МАГНИТОМЕТРЫ SeaSPY2

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2205-001-2023

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

Д.И. Беляков

Санкт-Петербург

2023 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на магнитометры SeaSPY2 (далее по тексту - магнитометры), предназначенные для измерений магнитной индукции постоянного поля и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки.

Методика поверки использует метод непосредственного сличения поверяемых магнитометров с эталоном той же единицы величины и обеспечивает 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

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

3.1 При проведении испытаний должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 15-25;
- относительная влажность воздуха, % 45-80;
- 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 10 °С до с 35 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне значений от 20 % до 90 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 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 1 разряда в диапазоне значений от $20 \cdot 10^{-6}$ до $100 \cdot 10^{-6}$ 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»	Рабочие эталоны единицы магнитной индукции постоянного 1 разряда в диапазоне значений от $20 \cdot 10^{-6}$ до $100 \cdot 10^{-6}$ Тл
Примечание – Допускается применять при поверке СИ другие утвержденные и аттестованные эталоны единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля, воспроизводящих магнитную индукцию в диапазоне значений от $20 \cdot 10^{-6}$ до $100 \cdot 10^{-6}$ Тл с суммарной расширенной неопределенностью (при коэффициенте охвата $K=2$) не превышающей 0,5 нТл.		

5.2 Используемые при поверки средства измерений должны иметь положительные результаты поверки в ФИФ ОЕИ. Используемые при поверки эталоны должны иметь положительные результаты аттестации в ФИФ ОЕИ.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых датчиков с требуемой точностью.

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 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 типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

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



Рисунок 1 - Схема подключения

- 8.1.1 Перед поверкой проверить выдержать магнитометр в нормальных климатических условиях применения на менее 3 ч.
- 8.1.2 Перед применением магнитометра следует проверить степень заряда аккумуляторной батареи. Для этого следует включить прибор и в интерфейсе ПО отправить команду «D». Заряд батареи должен быть не ниже 15 В. При более низком значении АКБ прибора следует зарядить.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Подтверждение соответствия программного обеспечения

Идентификация встроенного ПО SeaSPY2 осуществляется путем проверки номера версии ПО. Для просмотра контрольной суммы ПО необходимо в окне терминала ввести команду %, после чего контрольная сумма отобразится в строке терминала (Рисунок 2).

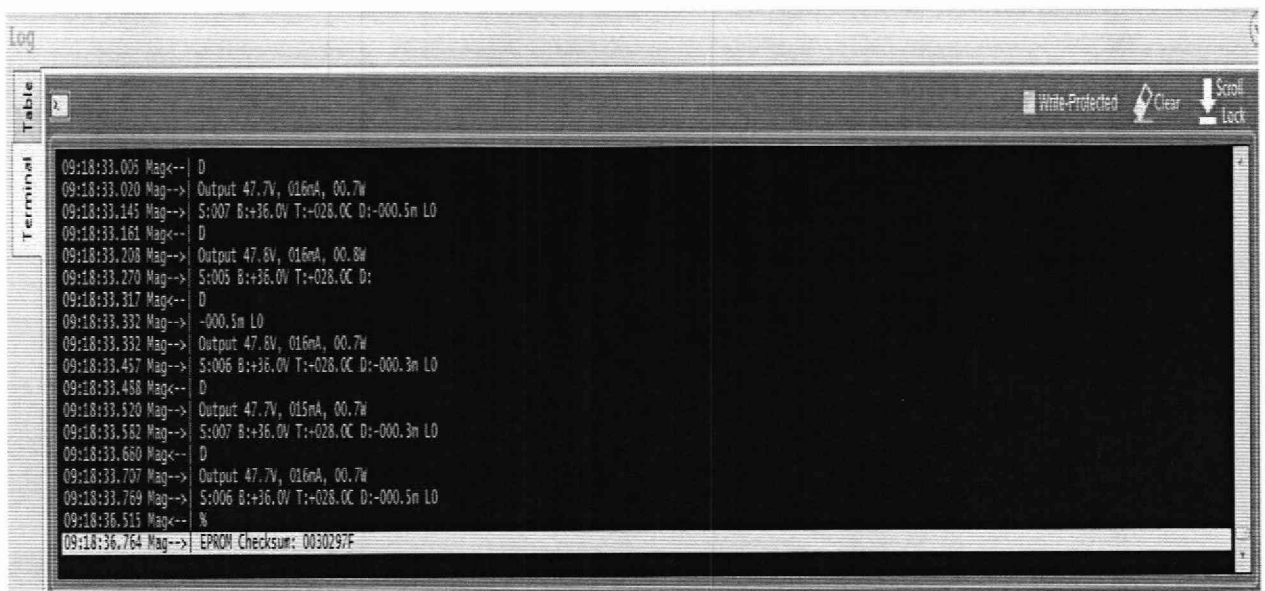


Рисунок 2 – Окно просмотра данных встроенного ПО

Идентификация автономного ПО осуществляется по идентификационному наименованию и номеру версии, которые отображаются при выборе вкладки «About» в выпадающем списке «Help» (Рисунок 3).

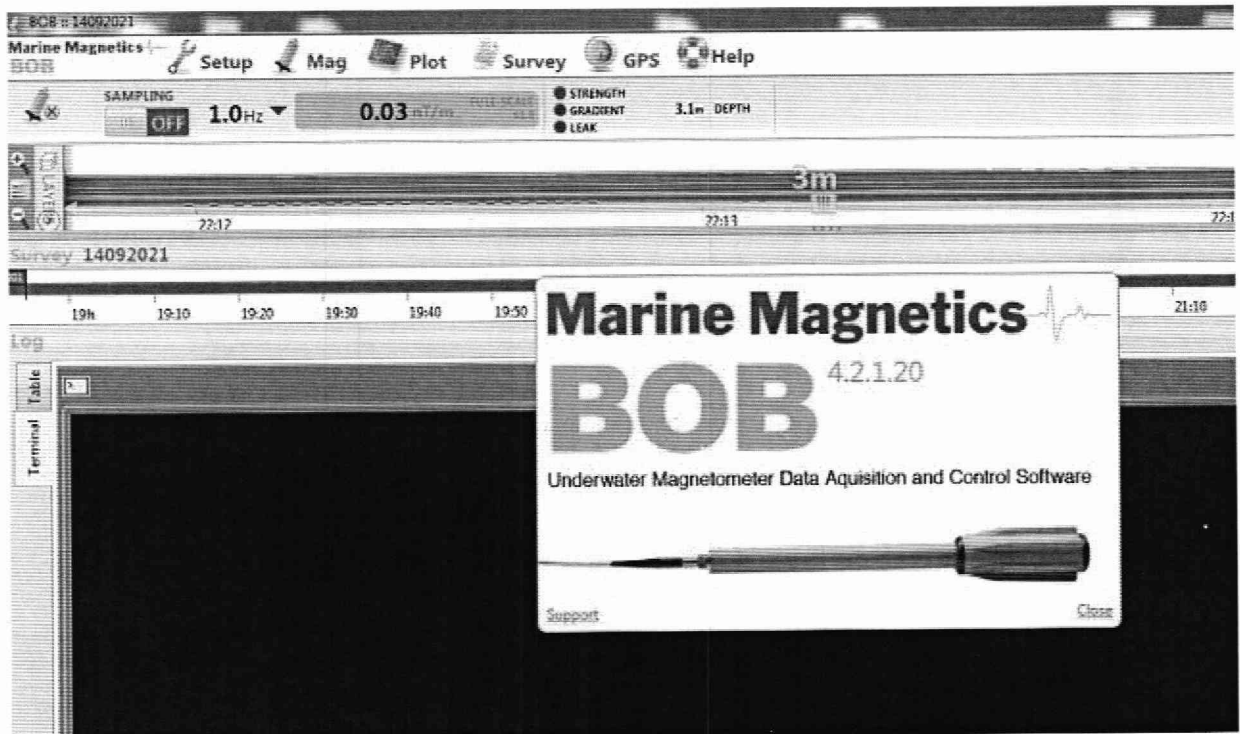


Рисунок 3 – Окно просмотра данных автономного ПО

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Проверка диапазона измерений магнитной индукции (МИ) и определение пределов погрешности измерений

10.1.1 Установить в центре рабочего объема эталона датчик магнитометра визуально под углом 90° к направлению магнитного поля, создаваемого эталоном.

Установить на приборе время измерения 3 секунды.

10.1.2 Включить магнитометр. На пульте управления эталона последовательно задать воспроизводимые (действительные) значения модуля магнитной индукции (МИ), как указано в таблице 3. Записать 10 результатов измерений и сравнить среднее значение результатов измерений модуля МИ магнитометром для каждого воспроизводимого значения модуля МИ с действительными установленными значениями модуля МИ (по данным таблицы 3).

Таблица 3

Действительное значение, нТл	Измеренное значение, нТл	Абсолютная погрешность, нТл
20 000		
30 000		
40 000		
50 000		
60 000		
70 000		
80 000		
90 000		

10.1.3 Абсолютное значение погрешности рассчитывается по формуле:

$$\Delta = B_{\text{изм}} - B_{\text{уст}}$$

где $B_{\text{уст}}$ – значение МИ, воспроизведенное используемым эталоном, нТл;

$B_{\text{изм}}$ – значение МИ, измеренное поверяемым магнитометром, нТл.

При каждом значении магнитной индукции провести оценку среднеквадратического отклонения.

10.2 Определение среднеквадратического отклонения ряда измерений при частоте снятия отсчетов 1 Гц

10.2.1 Установить на приборе время измерения 1 секунда.

10.2.2 При каждом значении магнитной индукции провести по 10 единичных измерений и определить среднее арифметическое значение ($B_{\text{и}}$) наблюдений:

$$B_{\text{и}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n B_i$$

где B_i – результат единичного измерения МИ магнитометром;

n – число измерений.

10.2.2 Экспериментальное стандартное отклонение наблюдаемых значений относительно среднего $B_{\text{и}}$ определить как:

$$s(B_{\text{и}}) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (B_i - B_{\text{и}})^2}$$

10.3 Определение нестабильность показаний магнитометра за 4 часа непрерывной работы

10.3.1 Установить в центре рабочего объема эталона датчик магнитометра визуально под углом 90° к направлению магнитного поля, создаваемого эталоном.

Установить на приборе время измерения 20 секунд.

10.3.2 Включить магнитометр. На пульте управления эталона задать величину номинального воспроизводимые значения модуля магнитной индукции 50 000 нТл. На протяжении 4 часов записывать результаты измерений через каждые 5 минут и сравнить результаты измерений модуля МИ магнитометром с действительным установленным значением модуля МИ.

10.3.3 Абсолютное значение погрешности для каждого измеренного значения рассчитывается по формуле:

$$\Delta = V_{\text{изм}} - V_{\text{уст}},$$

где $V_{\text{уст}}$ – значение МИ, воспроизведенное используемым эталоном, нТл;

$V_{\text{изм}}$ – значение МИ, измеренное поверяемым магнитометром, нТл.

10.4 Определение дополнительной ориентационной погрешности от крена 45°

10.4.1 Установить в центре рабочего объема эталона датчик магнитометра визуально под углом 45° к направлению магнитного поля, создаваемого эталоном.

Установить на приборе время измерения 3 секунд.

10.4.2 Включить магнитометр. На пульте управления эталона задать величину номинального воспроизводимые значения модуля магнитной индукции 50 000 нТл. Записать 10 результатов измерений и сравнить среднее значение результатов измерений модуля МИ магнитометром с аналогичным значением измеренным в пункте 10.1.2.

10.4.3 Значение ориентационной погрешности рассчитывается по формуле:

$$\Delta_{\text{ориен}} = B_{90} - B_{45},$$

где B_{90} – значение МИ, измеренное в п. 10.1.2, нТл;

$B_{\text{изм}}$ – значение МИ, измеренное в п. 10.4.2, нТл.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Результаты поверки магнитометра считаются положительными если их параметры соответствуют метрологическим характеристикам указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики магнитометров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений модуля вектора магнитной индукции постоянного магнитного поля, нТл	от 20000 до 90000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля вектора магнитной индукции постоянного поля, нТл	$\pm 1,0$
Среднее квадратическое отклонение ряда измерений ($n=20$) при частоте снятия отсчетов 1 Гц, нТл, не более	0,2
Нестабильность показаний магнитометра за 4 ч непрерывной работы, нТл, не более	0,5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности от крена $\pm 30^\circ$, нТл	$\pm 0,5$

В данном случае принимается решение о соответствии магнитометра метрологическим требованиям.

Если один или несколько параметров не соответствуют указанным в таблице 4, то принимается решение о несоответствии магнитометра метрологическим требованиям.

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 SEA SPY 2
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	-
Изготовитель (если имеется информация)	-
Год выпуска (если имеется информация)	-
Заказчик (наименование и юридический адрес)	-
Серия и номер знака предыдущей поверки (если такие имеются)	
Дата предыдущей поверки	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	

Вид поверки _____

Методика поверки _____

Средства поверки:

Наименование и регистрационный номер эталона, тип СИ, заводской номер, номер паспорта на ГСО	Метрологические характеристики

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С	15-25	
Относительная влажность воздуха, %	45-80	
Атмосферное давление, кПа	84-106	

