

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Магнитометр SeaSPY

#### Назначение средства измерений

Магнитометр SeaSPY (далее - магнитометр) предназначен для измерения магнитной индукции постоянного магнитного поля.

Магнитометр может применяться в водной среде и в сухопутных условиях при выполнении магниторазведочных работ по поиску и разведке месторождений полезных ископаемых и других работах, связанных с необходимостью измерения индукции геомагнитного поля.

#### Описание средства измерений

Принцип действия магнитометра основан на измерении частоты прецессии ядер атомов водорода в магнитном поле вокруг его направления с угловой частотой, определяемой соотношением Лармора:

$$\omega = \gamma \cdot |B| ,$$

где  $\omega$  - угловая частота прецессии протона, Гц;

$\gamma = 0,0425764064$  - гиромагнитное отношение протона (атомная константа), Гц/нТл;

$B$  - модуль вектора индукции магнитного поля, нТл.

Магнитное поле учитывается в той точке, где находится частица. Это поле состоит из векторной суммы внешнего поля  $B_{\text{ext}}$  и других магнитных полей, которые возникают из-за электронной оболочки атома или химического окружения.

Для обнаружения прецессии рабочее вещество подвергают интенсивной поляризации внешним магнитным полем  $H$ , примерно перпендикулярным к магнитному полю  $B_{\text{ext}}$ . При этом происходит преимущественная ориентация магнитных моментов протонов по направлению приложенного поля. Поле  $H$  создают электрическим током, пропускаемым через специальную катушку, окружающую рабочее вещество. После быстрого выключения тока поляризации результирующий вектор ядерного намагничивания начинает прецессировать вокруг поля  $B_{\text{ext}}$ , наводя в катушке ЭДС в виде затухающей синусоиды. Продолжительность поляризации и измерения определяется временем соответственно продольной  $T_1$  и поперечной  $T_2$  релаксации протонсодержащего вещества.

Оверхаузеровские магнитометры, к которым относится магнитометр SeaSPY, основаны на той же связи прецессии протонов с внешним полем, но в них используется другой способ возбуждения - принцип динамической поляризации ядер, или эффект Оверхаузера. Здесь рабочее протонсодержащее вещество содержит добавку специальных свободных радикалов с неспаренными электронами, делающих состав парамагнитным. При воздействии на него переменного поля с частотой порядка 60 МГц создаются условия электронного парамагнитного резонанса, т.е. максимального поглощения энергии переменного поля. При этом возникают сильные внутренние магнитные поля, приводящие к поляризации вещества и согласованной ориентировке протонов по полю.

В связи с этими особенностями, магнитометры с использованием эффекта Оверхаузера обладают рядом преимуществ по сравнению с обычными протонными магнитометрами: большей разрешающей способностью и большей полосой пропускания, меньшим уровнем температурного дрейфа и ориентационной погрешности и практически отсутствием мертвой зоны показаний первичного преобразователя.

Общий вид магнитометра приведен на рисунке 1.

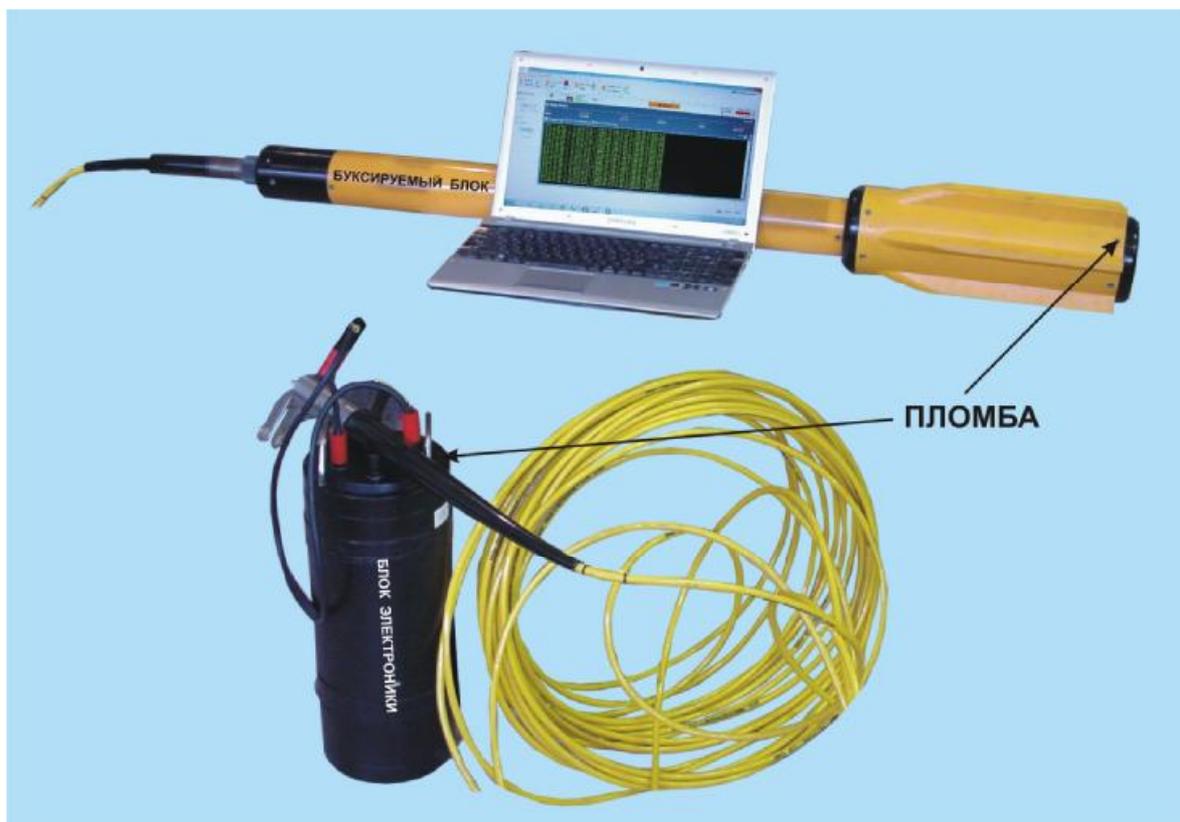


Рисунок 1 - Общий вид магнитометра

Конструктивно магнитометр состоит из двух основных составных частей: буксируемого блока и блока электроники, соединенных буксировочным кабелем (на рисунке – 1 желтого цвета), коротким палубным кабелем (на рисунке 1 – черного цвета) и интерфейсным кабелем связи для обмена информацией с персональным компьютером (на рисунке 1 не показан).

На крышке блока электроники и возле задней крышки буксируемого блока по одному из винтов закрыты пломбами для защиты аппаратуры от несанкционированного доступа.

### **Программное обеспечение**

Программа работы преобразователя индукция-частота (ПИЧ) реализуется в аппаратуре буксируемого блока магнитометра и является встроенным программным обеспечением.

Формируемый код частоты по каналу RS-232 передается в блок электроники и далее поступает в персональный компьютер, который с помощью программного обеспечения ВОВ выполняет следующие функции:

- обеспечение процедуры измерений;
- сбор и обработку результатов измерений, их отображение в цифровом или графическом виде;
- записи результатов в память.

Запускаемая на персональном компьютере программа ВОВ является автономным программным обеспечением. Каждая из перечисленных программ состоит из одного программного компонента. К метрологически значимой части относится всё программное обеспечение магнитометра SeaSPY.

Влияние как встроенного, так и автономного программного обеспечения на метрологические характеристики магнитометра учтено при их нормировании.

Дистрибутив программного обеспечения ВОВ поставляется как установочный пакет на прилагаемой к магнитометру флэш-карте.

Идентификационные данные для автономного ПО приведены в таблице 1.1, идентификационные данные для встроенного ПО – в таблице 1.2.

Таблица 1.1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ВОВ Marine Magnetics
Номер версии (идентификационный номер ПО)	130304
Цифровой идентификатор ПО	0030297F; (CRC 32)

Таблица 1.2

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.0
Цифровой идентификатор ПО	-
Другие идентификационные данные, если имеются	Программа преобразователя индукция-частота

Метрологически значимая часть ПО и измеренные данные достаточно защищены с помощью средств защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений. Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний» для программы ВОВ.exe и программы ПИЧ в соответствии с Р 50.2.077-2014.

#### Метрологические и технические характеристики

Диапазон измерений магнитной индукции постоянного поля, нТл	от 20000 до 90000
Пределы допускаемой систематической погрешности измерений, нТл	$\pm 1,0$
Среднее квадратическое отклонение ряда измерений при частоте снятия отсчетов 1 Гц, нТл, не более	0,2
Нестабильность показаний магнитометра за 4 ч непрерывной работы, нТл, не более	0,5
Дополнительная ориентационная погрешность от крена $\pm 45^\circ$ , нТл, не более	$\pm 0,5$
Габаритные размеры, мм, не более:	
- буксируемый блок	1240×127
- блок электроники	550×200
- персональный компьютер типа ноутбук Nautilus V550	360×275×45

Масса, кг, не более:	
- буксируемый блок	16
- блок электроники	26
- персональный компьютер типа ноутбук Nautilus V550	2,4
Потребляемая мощность, Вт, не более	23
Средняя наработка на отказ, ч	15000
Условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от минус 4 до 40
напряжение питания, В	230 ± 23
частота напряжения питания, Гц	50 ± 1

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульные листы документов «Магнитометр SeaSPY. Руководство по эксплуатации. Редакция 5.0» и «Магнитометр SeaSPY. БОВ. Программное обеспечение для сбора данных, визуализации и управления для Windows. Инструкция по эксплуатации. Редакция 130304» – типографским способом; на крышку блока электроники – фотохимическим и ударными методами.

### Комплектность средства измерений

Комплектность магнитометра приведена в таблице 3.

Таблица 3

	Наименование	Количество
1	Буксируемый блок с первичным преобразователем и управляющей электроникой	1
2	Блок электроники с изолированным передатчиком и универсальным первичным источником питания	1
3	Высокопрочный буксировочный кабель	1
4	Водоотталкивающий ведущий палубный кабель	1
5	Интерфейсный кабель для подключения к персональному компьютеру	1
6	Магнитометр SeaSPY. БОВ. Программное обеспечение для сбора данных, визуализации и управления для Windows. Инструкция по эксплуатации. Редакция 130304	1
7	Магнитометр SeaSPY. Руководство по эксплуатации. Редакция 5.0	1

### Поверка

осуществляется по документу РД 50-487-84 «Средства измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля от  $1 \cdot 10^{-10}$  до  $5 \cdot 10^{-2}$  Тл образцовые. Методы и средства поверки».

Перечень эталонов, применяемых при поверке: Государственный первичный эталон единиц магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции ГЭТ 12-2011.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к магнитометру SeaSPY**

1 ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».

2 ГОСТ 8.030-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции».

3 Техническая документация изготовителя.

**Изготовитель**

«Marine Magnetics Corporation»

Адрес: 135 СПАЙ Корт, Маркэм, Онтарио, L3R 5N6 Канада;

Тел.: +1 905 479-9727, Факс: +1 905 479-9484,

E-mail: [support@marinemagnetics.com](mailto:support@marinemagnetics.com); URL: [www.marinemagnetics.com](http://www.marinemagnetics.com).

**Заявитель**

Федеральное государственное унитарное научно-производственное предприятие

«Геологоразведка»

(ФГУНПП «Геологоразведка»)

Адрес: 192019, г. Санкт-Петербург, ул. Книпович, д. 11, корп. 2

ИНН 7811015473

Тел.: (812) 412-76-30; факс (812)412-98-83

E-mail: [geo@geolraz.com](mailto:geo@geolraz.com).

**Испытательный центр**

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

Тел. (812) 251-76-01, факс (812) 713-01-14

E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru), <http://www.vniim.ru>.

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 01.01.2016 г.

**Заместитель**

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.