ООО «НТЦ «Спектр»

МАГНИТОМЕТР ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ТРЕХКОМПОНЕНТНЫЙ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Уфа 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Назначение 4
2. Технические характеристики..... 5
3. Устройство и принцип работы 6
4. Указания мер безопасности 14
5. Подготовка магнитометра к работе..... 15
6. Порядок работы..... 15
   6.1. Выбор режима работы..... 15
   6.2. Проведение измерений..... 16
   6.3. Замена элементов питания 18
7. Техническое обслуживание 20
8. Возможные неисправности и способы их устранения . 21
9. Правила транспортирования, хранения и утилизации. 22

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) позволяет ознакомиться с устройством и работой магнитометра геофизического трехкомпонентного (далее по тексту – магнитометр) и устанавливает правила его эксплуатации, транспортирования и хранения, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности к работе.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Магнитометр геофизический трехкомпонентный предназначен для измерения пространственных составляющих напряженности постоянного магнитного поля в диапазоне ±800,00 А/м (±11,000 Гс).

1.2. Магнитометр может также применяться для определения направления и абсолютной величины вектора напряженности магнитного поля.

1.3. Магнитометр может быть использован в полевых, цеховых и лабораторных условиях.

1.4. Источники электромагнитных индустриальных помех должны быть удалены от магнитометра на расстояние не менее 3 м.

1.5. Степень защиты от проникновения твердых тел и воды для магнитометра IP41 по ГОСТ 14254-80.

1.6. Индикация результатов измерений – цифровая в единицах измеряемой величины напряженности магнитного поля (А/м в системе единиц СИ, или Гс в системе единиц СГС).

1.7. Индикатор показаний – жидкокристаллический графический дисплей с подсветкой для работы в условиях плохой освещенности.

1.8. По условиям эксплуатации магнитометр относится к виду климатического исполнения УХЛ 3.1 по ГОСТ 15150-69 и может устойчиво работать при:

- температуре окружающего воздуха от минус 20ºС до плюс 70ºС,

- относительной влажности воздуха до 98% при температуре +25ºС,

- атмосферном давлении от 84 кПа до 106,7 кПа.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1. Диапазон измерений по каждой оси,

А/м - от 0,01 до 800,00

Гс - от 0,001 до 11,000

2.2. Предел допускаемой основной погрешности измерения компонент вектора напряженности магнитного поля определяется по формуле:

$$\Delta_{x,y,z}=0{,}05\times(1+H_{i\,x,y,z})\ \text{А/м},$$

где H_{ix}, H_{iy}, H_{iz} – показания магнитометра в А/м соответственно по осям x, y, z.

2.3. Электропитание магнитометра осуществляется от двух элементов типа АА.

2.4. Потребляемый ток, мА, не более:

- при работе без подсветки дисплея - 40 ± 0,5
- при работе с подсветкой дисплея - 63 ± 0,5
- при передаче данных по Bluetooth - 101 ± 0,5

2.5. Время установления рабочего режима магнитометра, с, не более - 10

2.6. Время одного измерения, с, не более - 1

2.7. Время непрерывной работы, ч, не менее - 28

2.8. Габаритные размеры, мм, не более:

- электронного блока (длина × ширина × толщина) - 136×72×28
- блока преобразователей (диаметр × длина) - 36×180
- длина кабеля блока преобразователей - 950±50

2.9. Масса, г:

- электронного блока с элементом питания - 200
- блока преобразователей с кабелем - 120

2.10. Среднее время восстановления работоспособности, ч - 5

2.11. Полный средний срок службы, лет - 10

2.12. Установленный срок службы, лет - 2

3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.1. Принцип работы магнитометра основан на магнитных измерениях с использованием трех взаимно ортогональных феррозондовых преобразователей.

3.2. Структурная схема магнитометра приведена на рис.3.1.

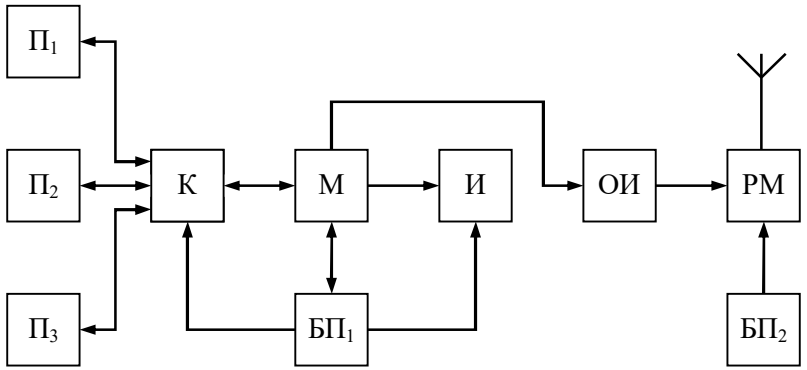

Рис.3.1. Структурная схема трехкомпонентного геофизического магнитометра

К – специализированный контроллер феррозондовых преобразователей, М – микропроцессорный контроллер общего назначения, $П_1$, $П_2$, $П_3$ – феррозондовые преобразователи, И – жидкокристаллический индикатор, РМ – модуль радиосвязи Bluetooth, ОИ – оптическая изоляция, $БП_1$, $БП_2$ – импульсные блоки питания.

Магнитометр работает следующим образом.

Специализированный контроллер феррозондовых преобразователей *К*, работающий под управлением микропроцессорного контроллера общего назначения *М*, осуществляет возбуждение и съем сигнала с феррозондовых преобразователей $П_1$, $П_2$, $П_3$, ориентированных в трех взаимно ортогональных направлениях. Результатом измерения являются 3 величины, прямо пропорциональные проекции вектора напряженности магнитного поля на ось каждого феррозондового преобразователя, представленные в виде последовательности из трех 16-разрядноых цифровых кодов, которая передается в микропроцессорный контроллер *М*.

Микропроцессорный контроллер общего назначения *М* осуществляет преобразование полученного цифрового кода в единицы измерения напряженности магнитного поля (А/м или Гс), выводит полученные результаты в цифровом виде на жидкокристаллический дисплей *И*, и передает их на персональный компьютер по каналу Bluetooth. Модуль радиосвязи Bluetooth *РМ* питается от отдельного источника $БП_2$ и изолирован от измерительной части магнитометра оптическим интерфейсом *ОИ*.

Микропроцессорный контроллер общего назначения *М* также осуществляет мониторинг состояния системы питания $БП_1$, $БП_2$ в процессе работы магнитометра.

3.3. Внешний вид магнитометра с трехкомпонентным блоком преобразователей магнитного поля показан на рис.3.2.

3.3.1. Магнитометр состоит из электронного блока 1 и преобразователя магнитного поля 2, подключаемого к электронному блоку через разъем.

3.3.2. На передней панели электронного блока расположены цифровой жидкокристаллический дисплей 3,

кнопка включения питания 4, кнопка включения подсветки экрана прибора 5, кнопка выбора единицы измерения напряженности магнитного поля (А/м или Гс) 6 и кнопка удержания показаний на экране 7 (рис.3.3).

Рис.3.2. Внешний вид трехкомпонентного геофизического магнитометра

1 – трехкомпонентный блок преобразователей магнитного поля, 2 – электронно-измерительный блок

3.3.3. Крышка батарейного отсека расположена на задней стенке корпуса электронного блока. Для того чтобы извлечь элементы питания из батарейного отсека нужно слегка нажать на крышку батарейного отсека и сдвинуть ее вниз.

3.3.4. В верхней части корпуса электронного блока находится панель разъемов (рис.3.3).

3.3.4.1. Круговой разъем 8 служит для подключения к электронному блоку трехкомпонентного блока преобразователей магнитного поля.

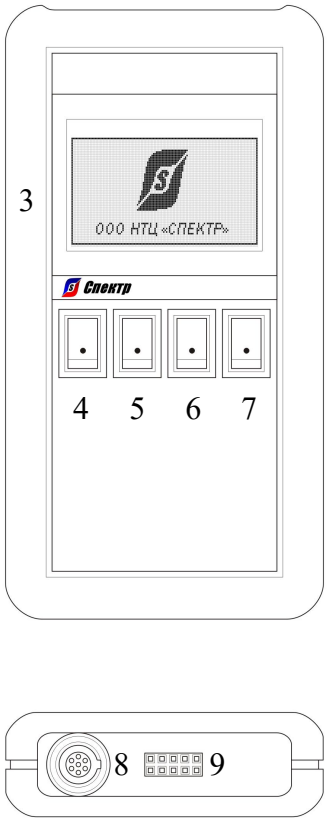

Рис.3.3. Расположение органов управления и разъемов электронного блока трехкомпонентного геофизического магнитометра

3 – жидкокристаллический дисплей, 4 – кнопка включения питания, 5 – кнопка включения подсветки экрана, 6 – кнопка включения передачи измеренных данных по беспроводному каналу связи Bluetooth, 7 – кнопка удержания показаний на экране, 8 – разъем для подключения трехкомпонентного блока преобразователей магнитного поля, 9 – диагностический разъем.

3.3.4.2. Прямоугольный диагностический разъем 9 используется изготовителем для быстрой диагностики состояния узлов магнитометра и обновления его программного обеспечения.

3.4. Назначение органов индикации и управления магнитометра

3.4.1. Жидкокристаллический индикатор 3 служит для отображения информации в процессе работы магнитометра.

3.4.2. Кнопка 4 предназначена для включения электрического питания магнитометра.

При включении кнопки 4 на экране магнитометра на короткое время появляется логотип ООО «НТЦ «Спектр» (рис.3.3).

После установления режима измерения на экране магнитометра отображаются цифровые показания в единицах измерения магнитного поля Гс или А/м (рис.3.4).

3.4.3. Кнопка 5 служит для включения подсветки экрана магнитометра. При включении кнопки 5 экран освещается дополнительным светом для улучшения отображения цифровых показаний магнитометра.

3.4.4. Кнопка 6 служит для включения передачи измеренных данных по беспроводному каналу связи Bluetooth на персональный компьютер, ноутбук и т.д.

3.4.4.1. Для приема измеренных данных на персональный компьютер или ноутбук необходимо программное приложение «ГЕОМАГ связь» (см. п. 6.2 настоящего руководства по эксплуатации).

3.4.4.2. При включении кнопки 6 начнет работу встроенный модуль радиосвязи Bluetooth, при этом измерения будут продолжаться, а в левом нижнем углу экрана появится надпись «ON» (рис.3.5). Для передачи измеренных данных на персональный компьютер или

ноутбук нужно установить соединение с магнитометром с помощью программы «ГЕОМАГ связь» (см. п. 6.2).

а) *б)*

Рис.3.4. Отображение информации на экране магнитометра геофизического трехкомпонентного после установления режима измерения в А/м (а) и Гс (б)

3.4.4.3. При отключении кнопки 6 передача измеренных данных прекращается, при этом производится отключение питания модуля радиосвязи по каналу Bluetooth с целью экономии энергии аккумуляторной батареи, а в левом нижнем углу экрана появится надпись «OFF» (рис.3.4).

3.4.5. Кнопка 7 используется для удержания показаний на экране магнитометра. При включении

кнопки 7 процесс непрерывного измерения компонент магнитного поля останавливается, при этом на экране

а) *б)*

Рис.3.5. Отображение информации на экране магнитометра при включении передачи измеренных данных по беспроводному каналу связи Bluetooth

магнитометра появляется надпись «Стоп» (рис.3.4).

3.4.6. В правом нижнем углу экрана магнитометра отображается индикатор уровня заряда аккумуляторной батареи (рис.3.4), который имеет 5 состояний:

– аккумуляторы полностью заряжены;

– заряд аккумуляторов составляет примерно 75%;

– заряд аккумуляторов составляет примерно 50%;

– заряд аккумуляторов составляет менее 25%;

– аккумуляторная батарея полностью разряжена, при этом на экране магнитометра отсутствуют цифровые показания и мигает надпись «Батарея разряжена!». Для продолжения работы с магнитометром необходимо сменить аккумуляторы или зарядить их.

3.6. Блок преобразователей магнитного поля

3.6.1. Трехкомпонентный блок преобразователей магнитного поля предназначен для измерения трех взаимно ортогональных компонент вектора напряженности магнитного поля в диапазоне ±800,00 А/м (±11,000 Гс).

3.6.2. Блок преобразователей содержит печатную плату с тремя катушками феррозондовых преобразователей, установленных в трех взаимно ортогональных направлениях, а также интегральную микросхему специализированного контроллера.

3.6.3. Ориентация катушек феррозондовых преобразователей внутри корпуса схематично изображена на торцевой поверхности преобразователя магнитного поля (рис.3.6).

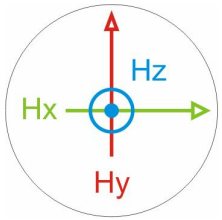

Рис.3.6. Схема ориентации катушек феррозондовых преобразователей внутри корпуса

Ось катушки феррозондового преобразователя H_z совпадает с геометрической осью цилиндрического корпуса преобразователя.

Оси катушек феррозондовых преобразователей H_x и H_y направлены нормально к геометрической оси корпуса преобразователя и ортогональны между собой.

3.6.3.1. Знак «+» перед цифровым показанием магнитометра означает, что проекция вектора напряженности магнитного поля на ось соответствующего феррозондового преобразователя имеет положительное направление.

3.6.3.2. Знак «–» перед цифровым показанием магнитометра означает, что проекция вектора напряженности магнитного поля на ось соответствующего феррозондового преобразователя имеет отрицательное направление.

3.6.4. Для измерения компонент вектора напряженности магнитного поля в произвольной точке пространства трехкомпонентный блок преобразователей устанавливается в исследуемой точке.

4. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. К эксплуатации, обслуживанию и ремонту магнитометра допускаются лица, изучившие разделы 2-5 настоящего руководства по эксплуатации, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности при работе с электроустановками.

4.2. Замена элементов электрической схемы магнитометра на этапе настройки должна проводиться при отключенном напряжении питания.

4.3. При работе с магнитометром должны быть соблюдены требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТЭ-84» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей ПТБ-84».

5. ПОДГОТОВКА МАГНИТОМЕТРА К РАБОТЕ

5.1. Перед включением магнитометра после его транспортирования, выдержать магнитометр в нормальных условиях применения не менее 2 часов.

5.2. Вложить в батарейный отсек элементы питания типа АА, с соблюдением полярности контактов.

5.3. Подключить к электронному блоку трехкомпонентный блок преобразователей магнитного поля с помощью разъема, вставив кабельную часть разъема в приборную часть разъема до щелчка.

5.4. Включить магнитометр, нажав кнопку питания 4 (рис.3.3). При этом на экране магнитометра, появится логотип ООО «НТЦ «Спектр», затем установится показание измеренного значения индукции постоянного магнитного поля.

5.5. При условиях плохой освещенности, для улучшения видимости показаний на экране магнитометра, включить кнопку подсветки экрана 5 (рис.3.3).

6. ПОРЯДОК РАБОТЫ

6.1. Выбор режима работы

Магнитометр имеет два режима работы: режим статических и динамических измерений.

6.1.1. Режим статических измерений предназначен для проведения точных измерений величины индукции постоянного магнитного поля.

6.1.2. Режим динамических измерений предназначен для исследования топографии постоянного магнитного поля, либо для наблюдения изменений величины индукции магнитного поля по времени в заданной точке пространства.

6.1.3. Для перехода в режим динамических измерений магнитометра включить передачу измеренных данных по беспроводному каналу связи Bluetooth при помощи кнопки 6 (рис.3.3) и установить соединение с магнитометром с помощью программы «ГЕОМАГ связь» (см. п. 6.2).

6.1.4. Для перехода в режим статических измерений магнитометра отключить кнопку 6 (рис.3.3).

6.2. Проведение измерений

6.2.1. При работе в статическом режиме измерений установить вручную трехкомпонентный блок преобразователей в исследуемой точке и считать показания на экране магнитометра.

6.2.2. Для удержания результатов измерения компонент напряженности магнитного поля на экране магнитометра включить кнопку 7 (рис.3.3).

6.2.3. При работе в динамическом режиме измерений включить передачу измеренных данных по беспроводному каналу связи Bluetooth при помощи кнопки 6 (рис.3.3) и установить соединение с магнитометром с помощью программы «ГЕОМАГ связь», главное окно которой приводится на рис.6.1.

6.2.4. Перед тем как установить соединение компьютера с магнитометром по беспроводному каналу связи Bluetooth убедиться, что операционная система компьютера обнаружила магнитометр и определила его как Serial Port Device.

6.2.5. При первом подключении к магнитометру операционная система компьютера запросит пароль. Необходимо ввести «0000» (четыре нуля).

6.2.6. Запустить программу «ГЕОМАГ связь» и открыть окно настройки параметров виртуального COM-порта командой меню «Настройки – Порт» (рис.6.2).

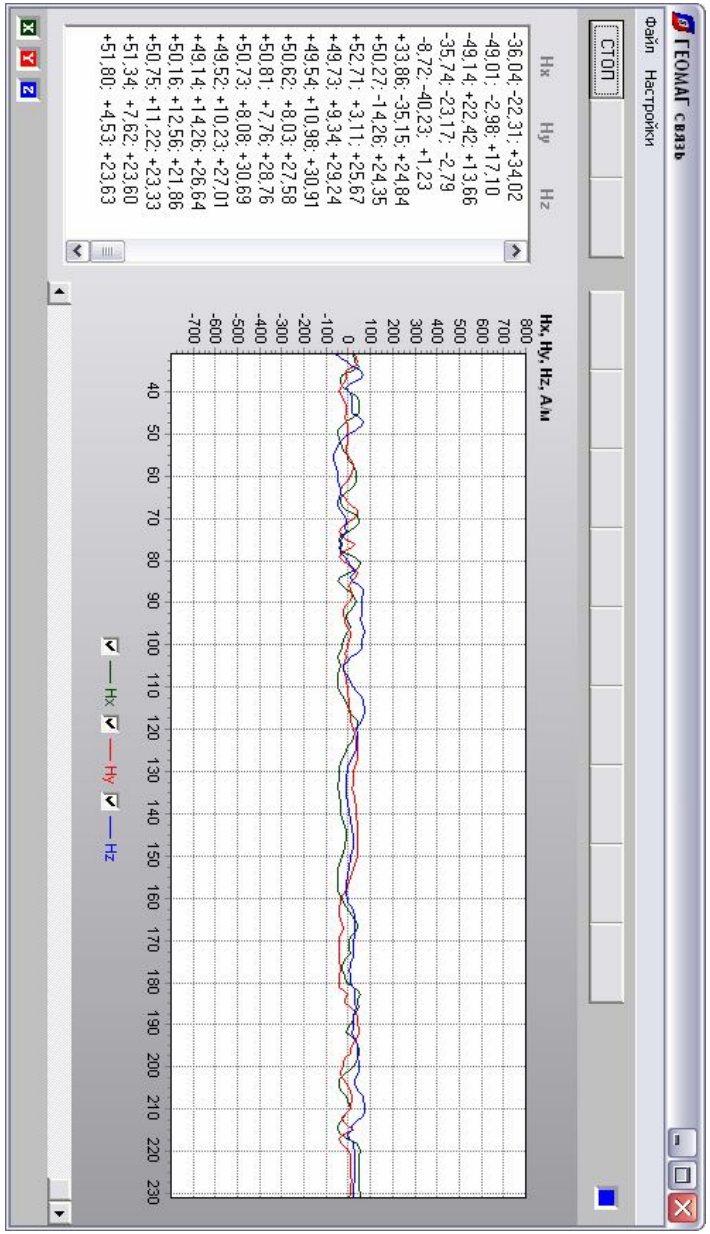

Рис.6.1. Главное окно программы «ГЕОМАГ связь»

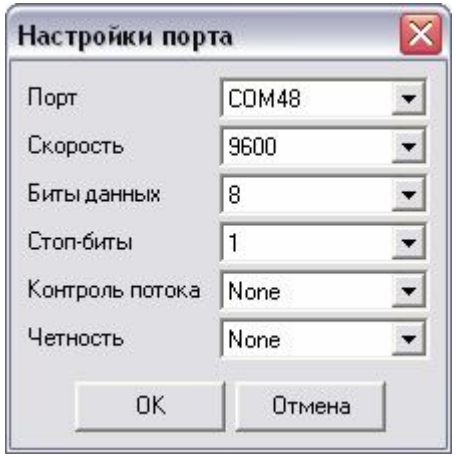

Рис.6.2. Окно настройки виртуального COM-порта

6.2.7. Выбрать нужный порт из списка и нажать ОК. Окно настроек виртуального COM-порта автоматически закроется, при этом главное окно программы «ГЕОМАГ связь» начнет непрерывно заполняться показаниями. При этом начнет непрерывно мигать индикатор состояния беспроводной передачи данных в правом верхнем углу окна (рис.6.1).

6.2.8. Для остановки измерений нажать кнопку 7 магнитометра (рис.3.3), либо кнопку «СТОП» на главном окне программы «ГЕОМАГ связь» (рис.6.1). При этом индикатор состояния беспроводной передачи данных перестанет мигать.

6.2.9. Масштаб графика регулируется методом выделения интересующей области при помощи указателя мыши. Возврат к исходному масштабу осуществляется обратным движением указателя мыши.

6.2.10. Навигация по графической развертке осуществляется при помощи ползунка под графиком.

6.2.11. Для сохранения измеренных данных в файл на персональном компьютере выбрать команду меню «Файл

– Сохранить», затем в открывшемся диалоговом окне выбрать директорию и задать имя файла.

6.3. Замена элементов питания

6.3.1. По мере уменьшения заряда элементов питания типа АА происходит уменьшение числа делений индикатора уровня заряда (см. п.3.4.6 настоящего руководства).

В случае если аккумуляторы полностью разрядились (о чем свидетельствует отсутствие на экране магнитометра цифровых показаний и мигающая надпись «Батарея разряжена!»), необходимо сменить аккумуляторы или зарядить их.

6.3.2. Выключить питание магнитометра, открыть крышку батарейного отсека электронно-измерительного блока и вынуть элементы питания типа АА.

Вставить свежезаряженные элементы питания типа АА, соблюдая полярность контактов, и закрыть крышку батарейного отсека.

7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.1. Обслуживание магнитометра производится техническим персоналом из подразделений цеха контрольно-измерительных приборов (КИП) или аналогичных.

7.2. Техническое обслуживание магнитометра состоит из профилактического осмотра, планово-профилактического ремонта и текущего ремонта.

7.3. Периодичность плановых осмотров устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже одного раза в месяц. При профилактическом осмотре проверяются крепление всех узлов, состояние органов управления и лакокрасочных покрытий, целостность измерительного преобразователя.

7.4. Планово-профилактический ремонт производится после истечения гарантийного срока и далее не реже одного раза в год.

Ремонт включает в себя визуальный осмотр магнитометра, осмотр внутреннего состояния монтажа, проверку надежности контактных соединений, удаление пыли и грязи. При этом выполняются все виды работ, необходимость которых выявлена при профилактическом осмотре магнитометра. В случае выхода из строя радиоэлементов магнитометра, они подлежат замене.

7.5. Текущий ремонт производится в ходе эксплуатации магнитометра. При этом устраняются неисправности, замеченные при профилактическом осмотре, путем замены или восстановления отдельных частей магнитометра (замена радиоэлементов, восстановление нарушенных электрических связей и т.п.).

8. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

8.1. Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1.

Возможная неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
При включении питания на экране магнитометра нет информации.	1.Разряжены элементы питания. 2. Плохой контакт в цепи питания.	Зарядить элементы питания. Заменить элементы питания. Зачистить контакты в батарейном отсеке.
Горит индикатор разряда батарей.	Разряжены элементы питания	Зарядить элементы питания. Заменить элементы питания.
Показания магнитометра не меняются.	Обрыв в соединении кабеля с преобразователем. Неисправен преобразователь.	Найти место обрыва и, если возможно, устранить. Заменить преобразователь.

9. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ

9.1. Магнитометр должен транспортироваться в упаковке с отключенными от электронного блока элементами питания.

9.2. Транспортирование упакованного магнитометра может производиться в закрытых железнодорожных вагонах или контейнерах, на автомашинах, а также в отапливаемых отсеках самолетов.

9.3. Упакованный магнитометр должен быть закреплен в транспортных средствах, а при использовании открытых транспортных средств в случае кратковременного транспортирования защищены от воздействия атмосферных осадков и воды.

9.4. Размещение и крепление упакованного магнитометра в транспортных средствах должны обеспечивать их устойчивое положение, исключить возможность соударения с другими объектами, а также о стенки транспортного средства.

9.5. Условия транспортирования:

- температура, ºС - от минус 30 до плюс 80,
- относительная влажность при температуре +35ºС, % - 95.

9.6. Магнитометр в транспортной упаковке выдерживает тряску с ускорением 15 м/с^2 при частоте от 10 до 120 ударов в минуту или 7500 ударов с тем же ускорением.

9.7. Упакованный магнитометр с отключенным от электронного блока элементом питания должен храниться на стеллажах в сухом помещении при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей.

9.8. Условия хранения в части воздействия климатических факторов должны соответствовать требованиям «Л» ГОСТ 15150-69.

9.9. Расположение магнитометра в хранилищах должно обеспечивать его свободное перемещение и доступ к нему.

9.10. При хранении магнитометра больше 6 месяцев его следует освободить от транспортной упаковки и содержать в соответствии с вышеуказанными условиями хранения в потребительской упаковке.