

Министерство природных ресурсов Российской Федерации
Федеральное государственное унитарное научно-производственное
предприятие «Геологоразведка»

УТВЕРЖДЕНО
тт 1.420 011 РЭ - ЛУ

МАГНИТОМЕТР
ПРОТОННЫЙ ДВУХКАНАЛЬНЫЙ НАЗЕМНЫЙ
ММПГ-1
РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
тт 1.420.011 РЭ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ЧАСТЬ 1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ | 4 |
| 1 НАЗНАЧЕНИЕ | 4 |
| 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | 4 |
| 3 СОСТАВ МАГНИТОМЕТРА | 5 |
| 4 УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МАГНИТОМЕТРА | 6 |
| 4.1 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ | 6 |
| 4.2 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА | 6 |
| 4.3 ОПИСАНИЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МАГНИТОМЕТРА | 8 |
| 4.3.3 БЛОК АККУМУЛЯТОРНЫЙ | 10 |
| 4.4 МАРКИРОВКА И УПАКОВКА | 11 |
| ЧАСТЬ 2 ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ | 12 |
| 5 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ | 12 |
| 6 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ | 14 |
| 7 ПОДГОТОВКА МАГНИТОМЕТРА К РАБОТЕ | 15 |
| 8 ВКЛЮЧЕНИЕ МАГНИТОМЕТРА И ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОБНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ | 18 |
| 9 РЕЖИМ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ | 19 |
| 10 РЕЖИМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ | 24 |
| 11 ПРОСМОТР ИНФОРМАЦИИ | 25 |
| 12 ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ ИЗ МАГНИТОМЕТРА В ПК | 25 |
| 13 СТИРАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ПАМЯТИ | 26 |
| 14 ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ | 27 |
| 15 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ | 29 |
| 16 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ | 29 |

ММПГ-1 – новая модель пешеходного протонного магнитометра, предназначенная для широкого производственного применения при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых. По идеологии построения и технической реализации этот магнитометр соответствует современному техническому уровню и может конкурировать с зарубежными аналогами.

Обладая достаточно высокой разрешающей способностью и быстродействием, а также стабильностью показаний во времени, новый магнитометр обеспечен эффективной системой микропроцессорного управления, снабжен достаточно емким накопителем цифровой информации и имеет возможность использования спутниковой навигации для координатной привязки пунктов наблюдения.

В отличие от прежних отечественных моделей протонных магнитометров в ММПГ-1 впервые реализована двухканальная система измерения, что позволяет наряду со значением модуля геомагнитного поля (Т) одновременно получать значения градиента (Гр) или приращения поля (Р).

Магнитометр ММПГ-1 разработан ФГУНПП «Геологоразведка» совместно с НПЦ «Геомер» в 2001 году.

Представленное в настоящем документе руководство по эксплуатации ММПГ-1 подразделяется на две части. Первая часть (техническое описание) знакомит потребителя с принципом действия и устройством магнитометра; во второй части (инструкция по эксплуатации) приводятся основные рекомендации по эксплуатации этого изделия в полевых условиях.

Принятые в тексте сокращения:

МИП – преобразователь магнитоизмерительный,

ПП – преобразователь первичный,

БВС - блок возбуждения сигнала,

ГВЧ – генератор высокой частоты,

ФС – формирователь сигнала,

БИР - блок измерительно-регистрационный,

МУ – модуль управления,

ПК- персональный компьютер,

S - среднеквадратическое отклонение.

ЧАСТЬ 1 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Магнитометр ММПГ-1 предназначен для одновременного измерения и регистрации модуля геомагнитного поля Земли по двум каналам с последующим вычислением разности (Р) или градиента (Гр) на фиксированной базе (1,8 м).

1.2 Основное назначение магнитометра – выполнение наземных магниторазведочных работ при геологических исследованиях. Его можно применить и для обнаружения скрытых намагниченных объектов или для трассирования различных трубопроводов.

1.3 Магнитометр можно использовать в качестве автономной полевой магнитовариационной станции с максимальным быстродействием 1 изм. в 2 с.

ПРИМЕЧАНИЕ – Магнитометр не может быть использован при работах в условиях вибрации и ударов.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Диапазон измерения модуля магнитной индукции —от 20 000 до 100 000 нТл (по каждому каналу) с погрешностью отсчитывания 0,01 нТл.

2.2 Предел систематической погрешности измерения абсолютного значения модуля магнитной индукции во всём диапазоне по каждому каналу не превышает ± 2 нТл.

2.3 Предел средней квадратической погрешности измерения магнитной индукции по каждому каналу не превышает 0,03 нТл в диапазоне от 30000 до 100 000 нТл и 0,09 нТл в диапазоне от 20 000 до 30 000 нТл.

2.4 Нестабильность показаний магнитометра во времени не выходит за пределы $\pm 0,2$ нТл за 8 часов непрерывной работы.

2.5 Магнитометр имеет режим ручного управления и режим автоматического запуска с программируемой через 1 с цикличностью при максимальном быстродействии 1 измерение в 2 с.

2.6 Время установления рабочего режима магнитометра — не более 5 мин.

2.7 Погрешность хода встроенных часов магнитометра — не более ± 1 с за сутки.

2.8 Магнитометр питается от аккумулятора или от внешнего источника постоянного тока напряжением $+(13\pm 2)$ В. Средняя потребляемая мощность при периодичности работы 1 измерение в 10 с составляет:

в одноканальном варианте — не более 1,0 Вт,

в двухканальном — не более 2,0 Вт.

2.9 Угловая рабочая зона магнитоизмерительного преобразователя находится в пределах $\pm 45^{\circ}$ от оптимального положения. Изменение показаний магнитометра, вызванное отклонением оси ПП от оптимального положения на угол $\pm 45^{\circ}$ не превышает ± 1 нТл.

2.10 Измеряемая информация (поле, время, координаты), а также данные начальной установки (дата, номер участка, номер прибора) фиксируются в твердотельной памяти, емкость которой составляет 1 Мбайт.

2.11 Информация из встроенного накопителя может быть выведена на ПК по интерфейсу RS-232.

2.12 Диапазон рабочих температур — от минус 20°C до $+50^{\circ}\text{C}$; изменение показаний магнитометра в диапазоне рабочих температур не должно выходить за пределы $\pm 0,5$ нТл.

2.13 Масса рабочего комплекта

для одноканального варианта — не более 4,5 кг,

для двухканального — не более 6 кг.

3 СОСТАВ МАГНИТОМЕТРА

Таблица 1

| Обозначение | Наименование | Кол-во | Примеч. |
|--------------------------|--|--------|---------|
| <u>Сборочные единицы</u> | | | |
| тт 2.809.015 | Преобразователь магнитоизмерительный (МИП) | 2 | |
| тт 3.036.016 | Блок измерительно-регистрирующий (БИР) | 1 | |
| LC-R123R4PG | Аккумулятор | 1 | |
| тт 4.894.016 | Кабель БИР-МИП | 2 | |
| тт 4.894.018 | Кабель питания | 1 | |
| <u>Принадлежности</u> | | | |
| LC-R123R4PG | Аккумулятор | 1 | |
| ГРПА.301549.002-01 | Подвес ранцевый | 1 | |
| тт 6.875.009 | Футляр | 1 | |
| тт 6.157.004 | Ножка | 1 | |
| тт 6.465.009 | Ручка | 1 | |
| тт 4.894 017 | Кабель RS | 1 | |
| ТУ 3468-005-39491876-99 | Устройство зарядное | 1 | |
| <u>Тара</u> | | | |
| тт 4.161.043 | Ящик укладочный | 1 | |
| <u>Документация</u> | | | |
| тт 1.420.011ФО | Формуляр | 1 | |
| | Диск CD-R (с программой вывода информации на компьютер, Руководством по эксплуатации 1.420.011 РЭ, Методикой калибровки тт 1.420.011 МИ) | 1 | |

4 УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МАГНИТОМЕТРА

4.1 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Для измерения величины модуля индукции геомагнитного поля в магнитометре используется явление свободной прецессии протонов рабочего вещества в магнитном поле Земли.

Каждый цикл измерения состоит из двух тактов:

1й такт-поляризация - на рабочее вещество первичного преобразователя (ПП) накладывается постоянное и высокочастотное магнитное поле так, чтобы оси вращения протонов развернуть примерно ортогонально вектору измеряемого магнитного поля;

2й такт - измерение – после выключения поляризации начинается свободная прецессия протонов вокруг вектора магнитного поля Земли. При этом в НЧ-катушках ПП наводится ЭДС сигнала в форме затухающей синусоиды, частота которой пропорциональна индукции магнитного поля Земли. После усиления сигнал направляется в измерительно-регистрирующий блок (БИР) магнитометра, где производится преобразование частоты прецессии в единицы магнитной индукции и вычисление требуемых параметров, а также регистрация времени и координат с занесением в память.

4.2 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

Магнитометр состоит из трёх основных блоков: магнитоизмерительного преобразователя (МИП), измерительно-регистрирующего блока (БИР) и аккумуляторного источника питания (рисунок 1).

МИП включает в себя первичный преобразователь (ПП), представляющий собой стеклянную ампулу с рабочим веществом, помещенную в резонансный контур, поверх которого намотана НЧ-катушка и блок возбуждения сигнала (БВС), состоящий из генератора ВЧ и формирователя сигнала (ФС).

Формирователь сигнала (ФС) содержит БЛОК КОНДЕНСАТОРОВ, которые образуют с НЧ-катушками первичного преобразователя последовательный колебательный контур, настроенный на частоту сигнала. Настройку осуществляет процессор по прошлому результату измерения. Возникающий сигнал прецессии усиливается УСИЛИТЕЛЕМ и подаётся на БИР для дальнейшей обработки.

Основу БИР составляет модуль управления (МУ), выполненный на одной плате. Модуль управления построен на двух однокристальных микро-ЭВМ, каждая из которых содержит собственно микропроцессор, оперативную память, память программ и счетчики-таймеры. На входе схемы МУ установлены два формирователя, преобразующие затухающий синусоидальный сигнал ядерной прецессии в прямоугольные импульсы, которые поступают на таймеры-счетчики микропроцессоров.

Функциональная схема магнитометра ММПГ-1

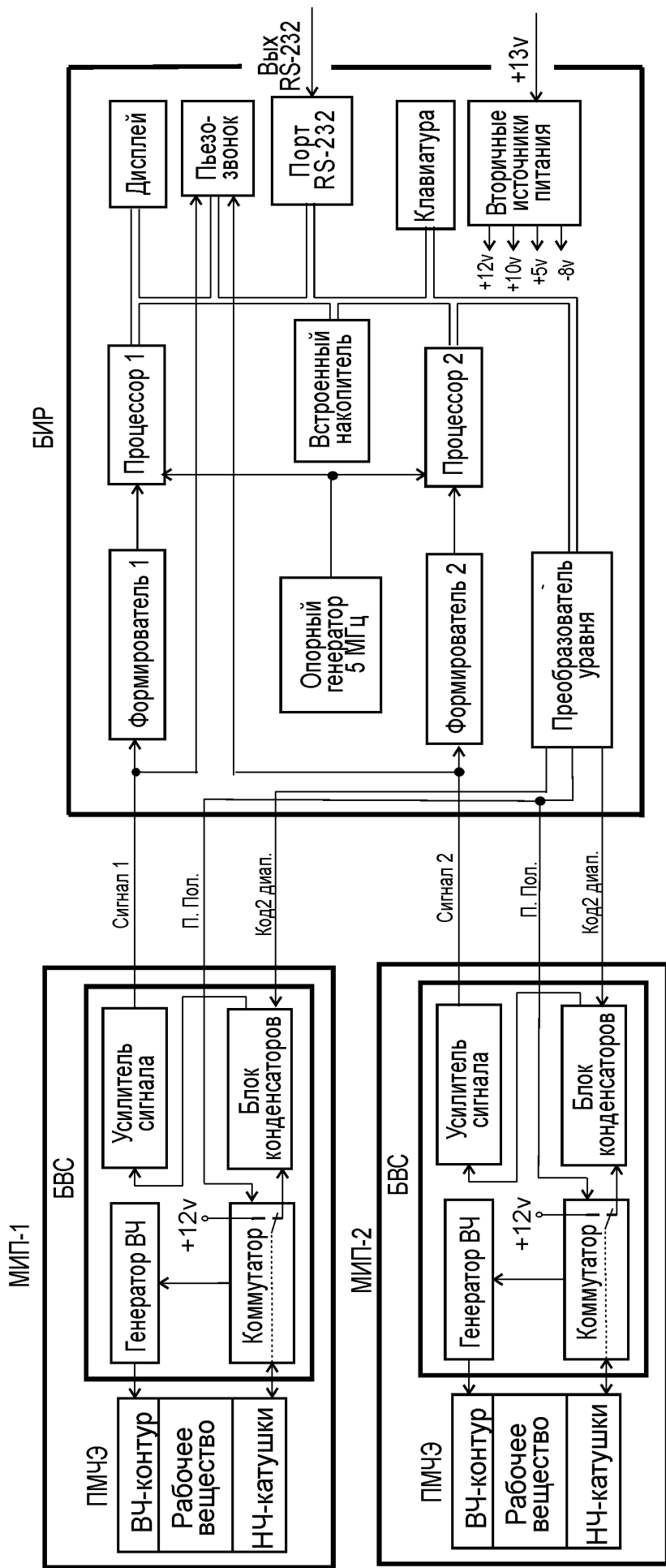


Рис.1

С помощью таймеров-счетчиков процессоры вычисляют средние значения периодов сигналов и пересчитывают их в значения магнитной индукции. Далее, по известной базе (расстояние между центрами ПП) и значениям поля, вычисляется значение градиента. Результаты измерений и вычислений, а так же время в момент измерения ПРОЦЕССОРЫ записывают во ВСТРОЕННЫЙ НАКОПИТЕЛЬ. Сюда же записываются координаты точки измерения, автоматически фиксируемые по исходным данным (профиль, пикет) или полученные от внешнего GPS-приёмника через ПОРТ RS-232.

Тактовая частота для процессоров поступает от ОПОРНОГО ГЕНЕРАТОРА. Результаты измерений и служебная информация отображаются на ДИСПЛЕЕ. Звуковая сигнализация, сопровождающая сигнал, а также момент отработки клавиатуры осуществляется с помощью ПЬЕЗОЗВОНКА. Управление магнитоизмерительными преобразователями МИП-1 и МИП-2 осуществляются ПРОЦЕССОРАМИ через ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УРОВНЯ, осуществляющий согласование уровней сигналов ПРОЦЕССОРОВ (5 В) с уровнями сигналов МИП (10 В). Управление магнитометром производится с помощью КЛАВИАТУРЫ. Электропитание всех узлов магнитометра осуществляется от аккумуляторной батареи (+12 В) через ИСТОЧНИКИ ВТОРИЧНОГО ПИТАНИЯ.

БИР конструктивно выполнен в виде отдельного блока, на передней панели которого установлена клавиатура со вспомогательными органами управления (кнопки ПУСК, ИНД, ПОДСВЕТ и выключатель питания ПИТ) и жидкокристаллический цифровой индикатор.

4.3 ОПИСАНИЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ МАГНИТОМЕТРА

4.3.1 Преобразователь магнитоизмерительный (МИП)

4.3.1.1 Преобразователь первичный (ПП)

ПП предназначен для получения сигнала свободной прецессии протонов рабочего вещества помещённого в измеряемое магнитное поле.

Для повышения метрологических характеристик и снижения энергопотребления в магнитометре ММПГ-1 используется эффект динамической поляризации ядер (ДПЯ). Рабочим веществом ПП является гептан и растворённый в нём так называемый «радикал Р7», запаянные в стеклянную ампулу. Последняя размещена в ВЧ-контуре, поверх которого намотана НЧ-катушка, предназначенная для съема сигнала. В режиме поляризации через эти катушки пропускается ток подмагничивания, создающий магнитное поле примерно ортогональное внешнему.

ПП закреплён на конце штанги в цилиндрическом корпусе, снабженном электростатическим экраном. На другом конце штанги в специальном корпусе установлен блок возбуждения сигнала (БВС). Внутри штанги проходят ВЧ-кабель для подачи поляризации и сигнальный провод. Оба провода уложены в поролоновых втулках для снижения влияния микрофонного эффекта.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ вращать на штанге цилиндрический корпус ПП без отворота контргайки.

4.3.1.2 Блок возбуждения сигнала (БВС)

В состав БВС входят два узла – генератор ВЧ (ГВЧ) и формирователь сигнала (ФС). Последний состоит из коммутатора, блока конденсаторов и усилителя сигнала прецессии.

Коммутатор в режиме поляризации включает ГВЧ и подсоединяет НЧ-катушки первичного преобразователя (ПП) к стабилизатору тока подмагничивания, а в режиме измерения отключает ВЧ-поле и подсоединяет НЧ-катушки через блок подстроечных конденсаторов ко входу усилителя прецессии.

Генератор ВЧ двухкаскадный; первый каскад выполняет функции задающего генератора и построен на одном транзисторе по схеме емкостной трехточки с кварцевым резонатором 18 МГц в цепи обратной связи и резонансным контуром в коллекторной це-

пи, настроенным на 3-ю гармонику кварцевого резонатора (~54 МГц). Второй каскад – усилитель мощности с П-фильтром на выходе.

Блок конденсаторов предназначен для настройки в резонанс входного контура усилителя в соответствии с сигналом, наведенном в НЧ-катушках. Настройка осуществляется с помощью процессора, который в соответствии с поступающей от МИП частотой вырабатывает необходимый код диапазона, осуществляющий с помощью регистра и электронных ключей коммутацию блока конденсаторов.

Усилитель сигнала прецессии обеспечивает усиление сигнала от десятков микровольт на входе до 1В на выходе, а также осуществляет амплитудно-частотную коррекцию в заданном диапазоне измерений.

4.3.2 Блок измерительно-регистрающий (БИР)

Исполнительная схема БИР размещена на одной плате и названа модулем управления (МУ), Вспомогательные органы – дисплей, клавиатура, а также пусковые кнопки установлены на передней панели блока.

В основу устройства модуля управления положены два микроконтроллера, с помощью которых осуществляются все предусмотренные программой операции.

Основные функциональные узлы и органы управления измерительно-регистрающего блока (БИР) :

а) формирователи импульсов

На входе МУ установлены два идентичных формирователя, осуществляющие преобразование затухающего по амплитуде синусоидального сигнала прецессии в прямоугольные импульсы, фронты которых соответствуют моментам перехода синусоиды через нуль.

б) опорный генератор 5 МГц

Назначение: генерация высокостабильных по частоте импульсов частотой 5 МГц, необходимых для работы процессора и формирования временных отметок.

В качестве опорного генератора применён термокомпенсированный кварцевый генератор, стабильность которого составляет не хуже 2×10^{-6} .

в) процессор 1

В качестве первого процессора применена однокристалльная микроЭВМ АТ90S2313. Процессор 1 выполняет следующие задачи:
обработка сигнала первого канала (МИП-1 — формирователь 1),
опрос клавиатуры,
контроль напряжения электропитания.

г) процессор 2

В качестве второго процессора применена однокристалльная микроЭВМ АТ90S8515. Процессор 2 выполняет следующие задачи:
обработка сигнала второго канала (МИП-2 — формирователь 2),
вывод информации на дисплей,
обращение к встроенному накопителю,
управление МИП-1 и МИП-2.

д) встроенный накопитель

Встроенный накопитель — это устройство памяти с электрической записью и электрическим стиранием информации и возможностью хранения информации с отключенным источником электропитания («FLASH-память»). Встроенный накопитель выполнен на 2х микросхемах типа АМ29F040В ёмкостью по 0,5 мегабайт каждая. Во встроенном накопителе хранится информация о результатах измерения и вся исходная информация, занесенная в магнитометр оператором.

е) преобразователь уровня

Для управления МИП требуются сигналы «поляризация», «синхронизация» и «код диапазона». Уровень этих сигналов должен быть 0 – 10 В. Сигналы от процессора имеют уровень 0 – 5 В, поэтому управление МИП осуществляется через преобразователь уровня.

ж) дисплей

Дисплей HG1 служит для вывода визуальной информации для оператора. В магнитометре в качестве дисплея применён жидкокристаллический алфавитно-цифровой дисплей типа PC2004LRS-ANH-H.

з) клавиатура

Клавиатура мембранного типа, содержит 20 нормально-разомкнутых клавиш расположенных в 4 «строки» и 5 «столбцов» плюс три отдельные кнопки- «измерение», «индикация» и «подсвет». Подключается клавиатура к плате с помощью плоского кабеля. Опрос клавиатуры производится процессором путём сканирования по «строкам» и опроса «столбцов».

и) пьезозвонок

Назначение: звуковая индикация наличия сигнала прецессии и отработки контактов клавиатуры. При работе с двумя МИП звуковое сопровождение сигнала производится поочередно.

к) порт RS-232

Предназначен для вывода информации из памяти магнитометра или для ввода информации в магнитометр из GPS-приемника по протоколу NMEA 0183 версии 2.1.

Порт содержит один канал передачи TxD и один канал приёма RxD. Скорость работы порта 38400 бод.

л) вторичные источники электропитания

Магнитометр питается от внешнего источника питания (11 - 15) В. Для защиты от переплюсовки в цепь «+12 В» включен защитный диод. Нестабилизированное напряжение «+12 В» используется для питания МИП.

Для питания элементов модуля управления, а также дисплея и преобразователя уровня предусмотрены следующие источники вторичного питания: стабилизатор +10 В, импульсный стабилизатор +5 В и стабилизатор –8 В, используемый для питания дисплея и преобразователя уровня в схеме формирования выхода RS-232.

4.3.3 БЛОК АККУМУЛЯТОРНЫЙ

В качестве внешнего источника питания в магнитометре ММПГ-1 применена аккумуляторная батарея +12 В типа LC-123R4PG фирмы PANASONIC. Основные достоинства этого аккумулятора – полная немагнитность, большой срок службы (3-5 лет), герметичность. Емкость аккумулятора в нормальных условиях составляет 3,4 А/ч, что вполне достаточно для обеспечения работы магнитометра в течение нескольких смен.

В комплект магнитометра включены две сменные аккумуляторные батареи и автоматическое зарядное устройство, работающее от сети 220 В, 50 Гц.

4.4 МАРКИРОВКА И УПАКОВКА

4.4.1 Маркировка магнитометра выполнена в соответствии с конструкторской документацией. На магнитометре нанесены следующие надписи:

- условное обозначение магнитометра,
- порядковый номер, год и месяц выпуска по системе нумерации предприятия-изготовителя,

4.4.2 Способ нанесения и цвет надписей обеспечивают достаточную контрастность, позволяющую свободно читать надписи при нормальной освещенности рабочего места.

4.4.3 Магнитометр упакован в укладочный ящик.

4.4.4 Сопроводительная и эксплуатационная документация вложена в пакет из влагонепроницаемой пленки.

ЧАСТЬ 2 ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

5 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

5.1 Настоящая инструкция определяет правила эксплуатации магнитометра ММПГ-1 и содержит полный набор указаний и рекомендаций для обеспечения безаварийной работы магнитометра и максимального использования его функциональных возможностей.

Инструкция является основным руководящим документом по эксплуатации магнитометра ММПГ-1.

Не приступайте к эксплуатации магнитометра, не изучив настоящую инструкцию по эксплуатации.

5.2 Заказчик получает магнитометр, прошедший приемо-сдаточные испытания и метрологическую калибровку, опломбированный и упакованный в укладочном ящике. В зимнее время вскрытие укладочного ящика (после транспортирования или хранения в неотапливаемом складском помещении) можно производить только после 8-часовой выдержки в отапливаемом помещении при температуре $+(20\pm 5) ^\circ\text{C}$.

5.3 Магнитометр является сложным электронным прибором, в котором применены большие интегральные схемы и жидкокристаллический дисплей. **Оберегайте магнитометр от механических повреждений.**

5.4 Магнитометр обслуживается одним оператором, в обязанности которого входят:

- 1) знание правил эксплуатации магнитометра и строгое соблюдение всех указаний и рекомендаций настоящей инструкции;
- 2) знание всех функциональных возможностей и режимов работы магнитометра и умение ими пользоваться;
- 3) проведение контрольно-профилактических работ.

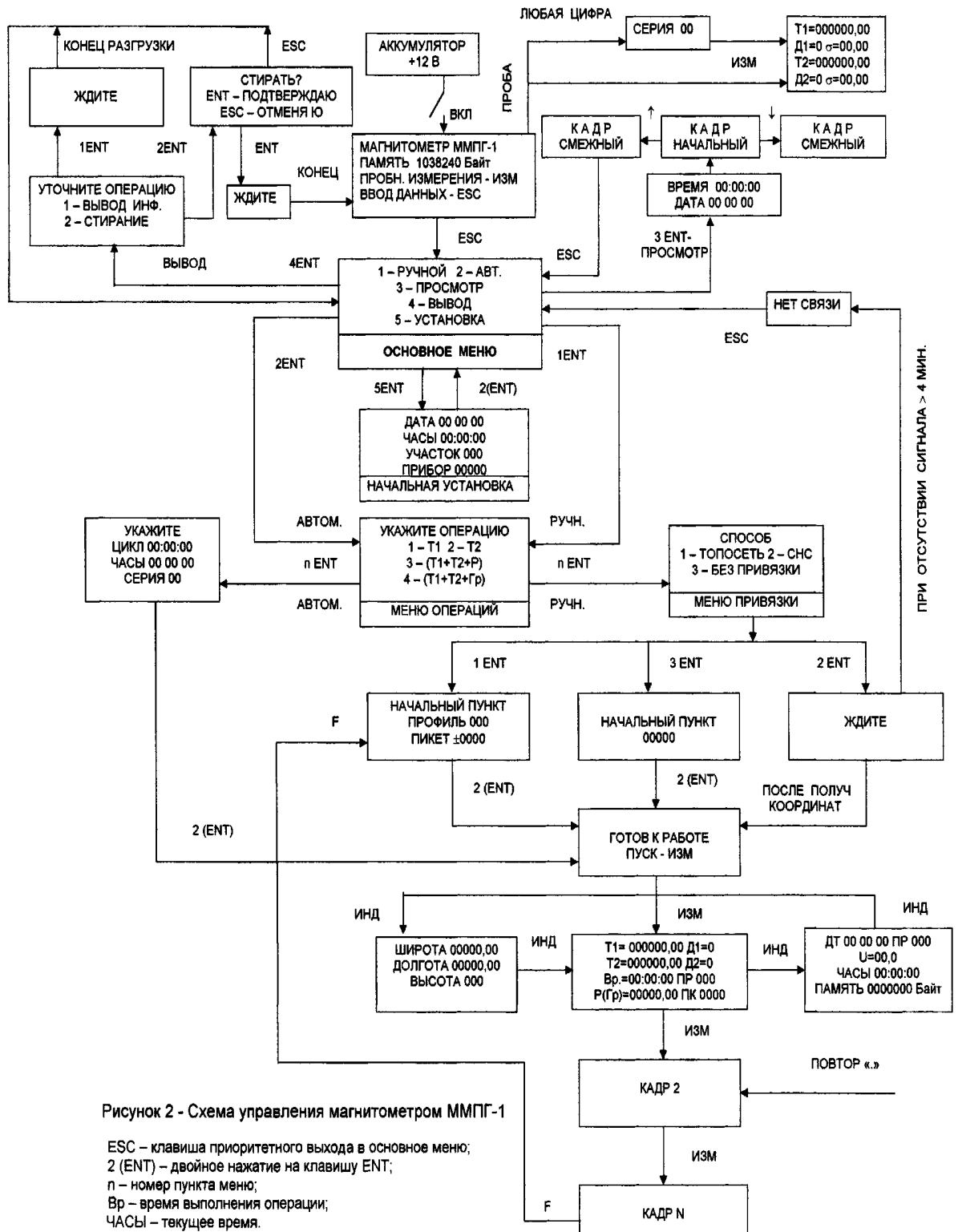
5.5 Магнитометр питается от низковольтного источника постоянного тока (напряжение + 12 В) и потому относится к электробезопасным приборам.

5.6 В случае использования сетевого источника постоянного тока, корпус магнитометра и минусовая клемма источника должны быть надежно заземлены.

5.7 Перед подключением магнитометра к ПК оба прибора должны быть в выключенном состоянии. В случае питания магнитометра от сетевого источника, последний, при подключении магнитометра к ПК, должен быть отключен от сети.

5.8 В приборе применена энергонезависимая память, поэтому выключение магнитометра без потери информации, занесенной в памяти, возможно из любого режима.

5.9 Общая схема управления магнитометром представлена на рисунке 2. Детальное изучение этой схемы имеет важное значение для обеспечения правильной эксплуатации магнитометра ММПГ-1.



6 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ

К органам управления магнитометра относится клавиатура, 3 кнопки и переключатель источника питания.

6.1 Клавиатура (рисунок 3) содержит 18 однополюсных клавиш мембранного типа с нормально разомкнутыми контактами. Клавиатура соединяется с платой модуля управления плоским кабелем. Дополнительно на передней панели установлены 2 отдельные кнопки ИЗМ и ИНД, а также кнопка включения подсветки жидкокристаллического индикатора. Кроме того здесь же находится микропереключатель, предназначенный для включения питания магнитометра.

6.1.1 Расшифровка назначения клавиш управления:

Клавиши с цифровым обозначением от **0** до **9** используются по прямому назначению для ввода цифровых данных.

ESC — выход в основное меню, ввод данных;

ENT — выполнить команду;

F — вывод прибора из автоматического режима измерения и для оперативного переобозначения номеров профиля и пикета при работе по заранее подготовленной топографической сети;

→ — сдвиг курсора вправо;

← — сдвиг курсора влево;

| | | | | |
|-----|---|---|---|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| ESC | F | ↑ | ● | ENT |
| | ← | ↓ | ↓ | |

Рисунок 3

↑ и ↓ — управление просмотром памяти; установка направления изменения пикетов; «●» — в ручном режиме выполнение повторного измерения без изменения номера пикета.

Кнопка ИЗМ — пуск измерения;

Кнопка ИНД — смена кадра информации согласно таблице 2;

Кнопка ПОДСВ — включение подсветки индикатора;

Переключатель источника питания.

6.2 ДИСПЛЕЙ

В качестве дисплея в магнитометре ММПГ-1 применен жидкокристаллический алфавитно-цифровой индикатор емкостью 4x20 знаков. Индикатор снабжен светоди-

одной подсветкой, включение которого осуществляется от специальной кнопки, расположенной на лицевой панели прибора

7 ПОДГОТОВКА МАГНИТОМЕТРА К РАБОТЕ

7.1 Распакуйте магнитометр, предварительно убедившись в сохранности пломб на укладочном ящике. По паспорту и описи, приведенной на внутренней стороне крышки укладочного ящика, проверьте комплектность магнитометра. Убедитесь в отсутствии механических повреждений на блоках. Снимите консервацию.

7.2 Перед включением магнитометра внимательно изучите руководство по эксплуатации прибора, находящегося в комплекте сопроводительной документации.

7.3 Определите вариант эксплуатации магнитометра – одноканальный или двухканальный.

При одноканальном варианте выберите любой из МИП, установите его в ранцевой подвеске (рисунок 5) и с помощью кабеля подсоедините его к БИР.

При двухканальном варианте эксплуатации произведите сборку из двух МИП, используя для этого промежуточную ручку и нижнюю опору (ножку) имеющиеся в комплекте принадлежностей, в соответствии с рисунком 4 и с помощью кабелей подключите их к БИР.

БИР и аккумуляторная батарея при любом варианте применения магнитометра переносятся в ранцевой подвеске.

7.4 Проверьте напряжение на аккумуляторной батарее и при необходимости (напряжение ниже +12 В) произведите ее подзарядку согласно прилагаемой инструкции по эксплуатации аккумуляторной батареи.

7.5 Зарядку аккумуляторной батареи производите с помощью автоматического зарядного устройства, имеющегося в комплекте принадлежностей.

7.6 При работе с привязкой по спутниковой навигационной системе (СНС) рекомендуется использовать портативный GPS-приемник типа GeoExplorer-3. Перед его подключением ко входу RS-232 магнитометра убедитесь, что в меню GeoExplorer в пункте SYS/конфигурации/КОММЦ установлено:

- вывод NMEA. Послед по...
установки порта:
 - скор вывода данны 4800
 - биты данных 8
 - стоповые биты 2
 - равно нет (контроль отсутствует),
- а в пункте SYS/конфигурации/другое
 - вых интервал NMEA 2с
 - сообщения NMEA
 - GGA да
 - VTG нет

При использовании другого GPS-приемника убедитесь, что сообщение GGA содержит значения широты и долготы с 8 десятичными знаками после точки, например,...GGA, 06371300, 5954. 48534340, N, 03029. 58279808,E

что означает
время 06 часов 37 минут 13.00 секунд,
широта 59 градусов 54.48534340 минут,
долгота 030 градусов 29.58279808 минут.

В память ММПГ-1 записываются три разряда данных до точки и четыре после точки. Например, 954.4853 и 029,5827.

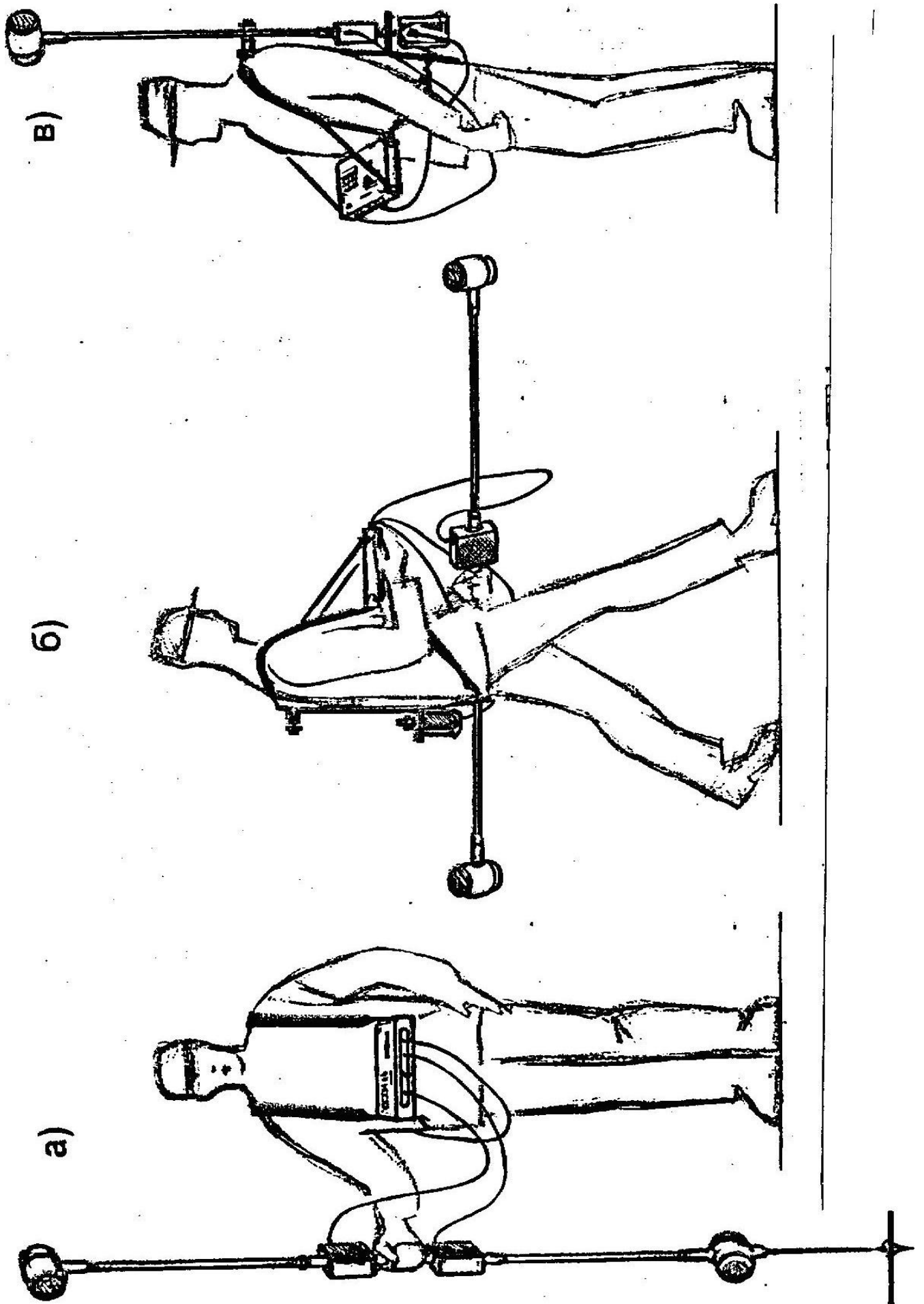


Рисунок 4 - Варианты применения магнитометра ММПГ-1



Рисунок 5 – Ранцевая подвеска магнитометра ММПГ-1
1 - заплечный станок; 2 –; МИП 3 – подключение кабеля БИР-МИП; 4 – БИР; 5 – под-
сумок для установки аккумулятора; 6 – оттяжки для крепления БИР.

8 ВКЛЮЧЕНИЕ МАГНИТОМЕТРА И ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОБНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Включите питание магнитометра путем поворота ключика переключателя ПИТ в положение красной точки. На дисплее появится начальный экран:

■ Магнитометр ММПГ-1
Память 1038240 Байт
Пробн. измерения — ИЗМ
Ввод данных — ESC

(1)

где, число байт памяти означает объем свободной памяти. Это число может быть от 0 до 1038240.

В случае отсутствия свободной памяти («Память 0000000» Байт), необходимо произвести очистку памяти (п.5.8 и 5.9). После стирания на дисплее должно появиться сообщение (1).

В этом режиме, и только в этом, может быть выполнено пробное измерение, т. е. измерение без занесения результата в память, путём нажатия кнопки ИЗМ.

8.2 Перед выполнением измерений необходимо проследить, чтобы первичный преобразователь (ПП) МИП находился вне зоны проявления интенсивных промышленных помех, был сориентирован в оптимальном положении (ось НЧ-катушек должна быть примерно ортогональна вектору геомагнитного поля), а градиент магнитного поля не превышал 1500 нТл/м.

8.3 Пробные измерения могут выполняться в виде одиночных запусков или в виде серий. В любом случае экран пробных измерений будет представлен в следующем виде(цифры условные):

T1=054425,27 D1=2
σ1=000000,00
T2=054424,00 D2=1
σ2= 000000,00

(2)

где T1 и T2 – измеренные значения магнитного поля соответственно первым и вторым МИП (или средние значения поля при выполнении серии измерений), D1 и D2 – достоверность выполненных измерений (условный параметр, характеризующий разброс периодов сигнала прецессии; при нормальном сигнале величина D будет находиться в пределах от 1 до 3; сигнал, осложненный помехой, будет характеризоваться значением D больше 3-х.), S1 и S2 – среднеквадратические погрешности из выполненной серии измерений.

8.4 Для выполнения серии пробных измерений, например при метрологической проверке магнитометра, необходимо из меню (1) нажать любую цифровую клавишу. При этом появится запрос – указать число измерений в серии (3):

Серия 00

(3)

Цифровыми клавишами наберите серию пробных измерений и нажмите ИЗМ. После выполнения заданной серии появится сообщение (2) с результатами измерения. Для выхода в экран (1) нажмите любую цифровую клавишу.

9 РЕЖИМ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ

9.1 Переход в режим ручного управления осуществляется из экрана (1) путем вызова основного меню –ВВОД ДАННЫХ через клавишу ESC:

| | |
|-------------|---------|
| 1-Ручной | 2—Авт. |
| 3-Просмотр | 4-вывод |
| 5-установка | |

(4)

Примечание: выход в основное меню является приоритетным и осуществляется через клавишу ESC.

Вначале необходимо произвести установку исходных данных, т. е. заполнить заголовок. Для этого подается команда 5 ENT, выводящая на экран сведения для заполнения.

| | |
|---------|----------|
| Дата | 00 00 00 |
| Часы | 00:00:00 |
| Участок | 000 |
| Прибор | 00000 |

(5)

9.2 Набор данных производится с помощью клавиш управления курсором (← и →) и цифровой клавиатуры. Дата набирается в формате ДЕНЬ-МЕСЯЦ-ГОД. После установки времени (секунды) часы останавливаются. Пуск часов производится командой ENT. А после второго нажатия на клавишу ENT все набранные значения переносятся в память; при этом табло возвращается к основному меню (4).

9.3 В соответствии с представленным меню для установки режима ручного управления подается команда 1ENT, после прохождения которой на табло будет выведено меню возможных операций:

| | |
|------------------|------|
| Укажите операцию | |
| 1-T1 | 2-T2 |
| 3-(T1+T2+P) | |
| 4-(T1+T2+Гр) | |

(6)

- где 1- режим измерения модуля по первому каналу;
- 2- режим измерения модуля по второму каналу;
- 3- режим измерения двух модулей с вычислением разности (P);
- 4- режим измерения двух модулей с вычислением градиента (Гр).

После выбора режима и подачи соответствующей команды (N ENT), на табло будет выведено меню способов привязки (7):

Способ
1-Топосеть
2-СНС
3-Без привязки

(7)

где СНС — спутниковая навигационная система.

9.4 Если съемка будет производиться по заранее подготовленной топографической сети подается команда 1-ENT. После чего в появившемся сообщении (8) нужно установить номер профиля, номер первого пикета и «+» или «-». Знак плюс устанавливается клавишей ↑ и означает движение в сторону увеличения номеров пикетов. Знак «-» устанавливается клавишей ↓ и означает движение в сторону уменьшения номеров пикетов.

Начальный пункт
Профиль 000
Пикет + 0000

(8)

После первого нажатия ENT вводимые данные могут быть исправлены. После повторного нажатия ENT на дисплее появится сообщение (9):

Готов к работе
Пуск—Изм

(9)

Т.е. после нажатия на кнопку ИЗМ на табло будет выводиться основной информационный кадр (см. табл.2). Вывод дополнительных информационных кадров осуществляется кратковременным нажатием на кнопку ИНД.

При необходимости выполнить повторное измерение на данном пункте (измерение без смены координат) следует нажать на клавишу «.».

9.5 Для проведения работ со спутниковой навигационной системой необходимо подключить выход GPS-приемника к разъему RS-232 магнитометра, включить приемник и из меню (7) подать команду 2 ENT. При этом, если GPS-приемник не вошел в режим определения координат, на табло появится сообщение (10):

ждите

(10)

После получения координат с приёмника спутниковой навигации на табло появится сообщение (9). При этом встроенные часы магнитометра автоматически синхронизируются с часами GPS-приемника.

В случае обрыва на линии RS-232 или невозможности установления связи с необходимым количеством спутников, через 4 минуты появится сообщение:

Нет связи

(11)

В этом случае нажатием на клавишу ESC необходимо выйти в основное меню (4) и после устранения неисправности повторить инициализацию работы со спутниковой навигацией.

9.6 Работа без привязки производится в случае, если координаты пункта наблюдения будут определяться по порядковому номеру измерения. В этом случае из меню (7) подается команда 3, ENT, после которой появится сообщение:

| |
|-----------------------------|
| Начальный пункт 0000 |
|-----------------------------|

(12)

Указав номер начального пункта, необходимо 2 раза нажать на клавишу ENT. Появится сообщение (9). Для выполнения измерений нажимайте ИЗМ .

9.7 Данные, регистрируемые магнитометром, размещаются в трех информационных кадрах, содержание которых представлено в таблице 2. Просмотр этих кадров осуществляется путем последовательного их вывода на табло с помощью кнопки ИНД.

Информационное поле магнитометра

Таблица 2

| Измеряемый параметр | Основной кадр информации | 1й дополнительный кадр информации | 2й дополнительный кадр информации |
|---------------------|---|---|--|
| Т1 или Т2 | ■ Т1=054425,25 Д1=0 Т2= Д2=0 Вр=12:12:24 Пр 000 Р= Пк 1234 | Широта 00000.00 Долгота 00000.00 Высота | Дт=09 02 01 Пр 000 U=12.6 Часы 12:24:48 Уч 000 Память 0123456 Байт |
| Дифференциальный | ■ Т1=054425,25 Д1=0 Т2=054426,25 Д2=0 Вр=12:12:24 Пр 000 Р=00001.00 Пк 1234 | Широта 00000.00 Долгота 00000.00 Высота | Дт=09 02 01 Пр 000 U=12.6 Часы 12:24:48 Уч 000 Память 0123456 Байт |
| Градиент | ■ Т1=054425,25 Д1=0 Т2=054426,25 Д2=0 Вр=12:12:24 Пр 000 Г=00000.67 Пк 1234 | Широта 00000.00 Долгота 00000.00 Высота | Дт=09 02 01 Пр 000 U=12.6 Часы 12:24:48 Уч 000 Память 0123456 Байт |

Т1, Т2 — Индукция магнитного поля, нТл;
 Вр — время измерения (ЧЧ:ММ:СС);
 Гр — градиент магнитного поля, нТл/м;
 Дт — дата (ДД- ММ-ГГ);

Д — достоверность единичного измерения;
 ПК — номер пикета;
 Пр — номер профиля;
 U — напряжение питания, В;
 Р — разность Т2-Т1.

9.7 Для оперативного переобозначения нового исходного пункта (профиля, пикета), предусмотрена клавиша F, после нажатия которой появится сообщение (13).

| | |
|---|------|
| Профиль 000 Пикет +0000 Часы 00:00:00 | (13) |
|---|------|

После завершения корректировки следует 2 раза нажать на клавишу ENT - появится стартовый экран (9). Далее с помощью кнопки ИЗМ, можно продолжить измерения.

10 РЕЖИМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Переход в режим автоматических измерений производится из основного меню (4) (предполагается, что начальная установка уже выполнена). Напоминаем, что переход к основному меню является приоритетным и осуществляется через клавишу ESC. После подачи команды 2 ENT на табло появится меню возможных операций (6), а после выбора необходимой операции (команда N ENT) будет сделано предложение указать число измерений в серии (по умолчанию будет производиться одно измерение) и требуемый цикл (14).

| | |
|--------------------------------------|------|
| Укажите Серия 00 Цикл 00:00:00 | (14) |
|--------------------------------------|------|

Конкретизация предложенных параметров производится с помощью курсора и цифровой клавиатуры. Ввод этих данных осуществляется двойным нажатием на клавишу ENT, после чего на табло будет выведен стартовый экран (9). Пуск магнитометра в режиме МВС производится кратковременным нажатием на кнопку ИЗМ; при этом начало первого измерения будет синхронизировано с началом ближайшей минуты.

10.2 Для оперативного изменения режима автоматических измерений следует нажать на клавишу F. При этом одновременно с остановкой автоматических измерений на табло сразу же выводятся параметры, определяющие режим работы МВС (15):

| | |
|--|------|
| Цикл 00:00:00 Часы 00:00:00 Серия 00 | (15) |
|--|------|

Это сообщение позволяет, при необходимости, скорректировать цикл и серию. Для продолжения автоматических измерений с измененными параметрами следует 2 раза нажать на клавишу ENT и далее произвести пуск кнопкой ИЗМ..(Часы на экране приведены для удобства работы и корректировке не подлежат).

11 ПРОСМОТР ИНФОРМАЦИИ

11.1 Переход в режим просмотра информации также производится из основного меню (4) по команде 3 ENT. При этом появится запрос - указать примерное время и дату кадра в интересующем цифровом массиве (16).

| |
|----------------|
| Время 00:00:00 |
| Дата 00 00 00 |

(16)

После указания этих параметров делается двойное нажатие на клавишу ENT и на табло будет выведен основной кадр ближайший к указанному времени. Вызов дополнительного информационного табло этого кадра производится с помощью кнопки ИНД.

11.2 Кратковременными нажатиями на клавиши ↑↓ можно перемещаться по цифровому массиву соответственно вверх и вниз.

11.3 Выход из режима просмотра в основное меню осуществляется клавишей ESC.

12 ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ ИЗ МАГНИТОМЕТРА В ПК

12.1 Вывод информации из магнитометра ММПГ-1 предусмотрен на IBM-совместимый компьютер по стандартной шине RS-232.

12.2 Ввод информации в компьютер осуществляется по специальной программе, записанной на дискете, прилагаемой в комплекте магнитометра.

12.3 С помощью кабеля RS-232 имеющегося в комплекте магнитометра подключите выход магнитометра к порту COM-1 или COM-2 компьютера.

12.4 Включите питание магнитометра и компьютера.

12.5 Запустить программу ввода информации с прилагаемой дискеты и введите номер COM- порта (1 или 2), к которому подключен магнитометр.

12.6 После этого с помощью клавиши ESC вызывается основное меню (4). Подается команда 4 ENT при этом на табло появится меню (17):

| |
|-------------------|
| Уточните операцию |
| 1-Вывод инф |
| 2-Стирание |

(17)

12.7 По команде 1 ENT начинается процесс перекачки информации из памяти магнитометра в компьютер. При этом на табло будет выведено сообщение (18):

| |
|-------|
| ждите |
|-------|

(18)

В компьютер будет выведена вся информация, накопленная в памяти.

12.7 После окончания разгрузки на дисплее появится основное меню (4). После этого на компьютере подается команда ESC и образуется двоичный файл ММПГ.МАГ и символьный файл ММПГ 000 для просмотра информации на экране компьютера.

12.8 Структура информации представляемой на экране компьютера имеет следующий вид.

Каждое число состоит из четырех байт – 1-й байт – признак, 2,3,4 – значение целое (24 бита без знака).

Признак числа записывается в первой тетраде первого байта, во второй тетраде для магнитного поля записывается параметр достоверности измерения, для времени – направление автоизменения пикетов (т.е. нумерация пикетов на увеличение или на уменьшение), для прочих – 0. Расшифровка признаков:

- 0X - магнитное поле по второму каналу (начало кадра),
- 1X – магнитное поле по первому каналу (начало кадра),
- 2X – магнитное поле по второму каналу (при работе с двумя каналами),
- 30 – время измерения, когда нумерация пикетов уменьшается,
- 31 – время измерения, когда нумерация пикетов увеличивается,
- 40 – пикет или порядковый номер,
- 50 – цикл автозапуска (часы, минуты, секунды),
- 60 – дата (день, месяц, год),
- 70 – номер профиля,
- 8X – магнитное поле повторного измерения по первому каналу,
- 9X – магнитное поле повторного измерения по второму каналу,
- A0 – участок или номер пункта МВС,
- B0 – долгота (при работе с GPS),*
- C0 – широта,
- X – значение достоверности (X=9 означает отсутствие сигнала)

12.9 После окончания разгрузки табло магнитометра переходит в основное меню.

* Следует учитывать, что информация, извлекаемая из GPS-приемника представляется в градусах (один разряд), минутах (два разряда) и долях минуты (четыре разряда). Поэтому, чтобы привести эти данные в соответствие с показанием экрана GPS-приемника необходимо доли минут умножить на 60.

13 СТИРАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ПАМЯТИ

13.1 Процедура очистки (стирания) информации из памяти начинается с подачи команды 2 ENT после выхода в меню (17).

Следует помнить, что при стирании информация уничтожается полностью и не может быть восстановлена. Поэтому во избежание принятия ошибочного решения перед началом этого процесса на табло выводится сообщение (19), требующее подтвердить или отменить намеченную процедуру.

| |
|---|
| <p>Стирать? ent-подтверждаю esc-отменяю</p> |
|---|

(19)

13.2 После нажатия ENT на экране появится указание ЖДИТЕ. Когда память будет очищена, магнитометр переключится в режим пробных измерений (1). Если нажать ESC — будет выведено основное меню (4).

14 ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

14.1 В комплекте магнитометра ММПГ-1 применена немагнитная свинцовая кислотная герметизированная аккумуляторная батарея типа LC-R123R4PG емкостью 3,4 А/ч.

14.2 Температурные условия эксплуатации батареи:

- заряд в диапазоне от 0⁰ С до +40⁰ С;
- разряд от минус 15⁰ С до +50⁰ С;
- хранение от минус 15⁰ С до +40⁰ С;
- нормальные условия эксплуатации +25⁰ С.

14.3 Средний срок службы батареи может изменяться от 3-х до 5 лет в зависимости от режима эксплуатации; например, срок службы аккумулятора существенно увеличивается при уменьшении глубины разряда (рисунок 6) Именно поэтому не рекомендуется разряжать батарею более чем на 50% от номинальной емкости.

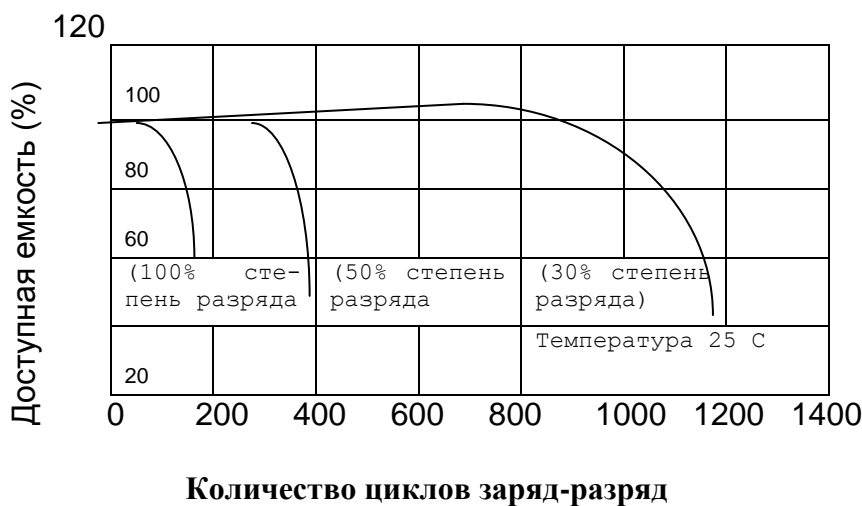


Рисунок 6

14.4. Степень заряда (разряда) батареи можно оценить при помощи графика, приведенного на рисунке 7 путем измерения напряжения батареи, не подключенной к

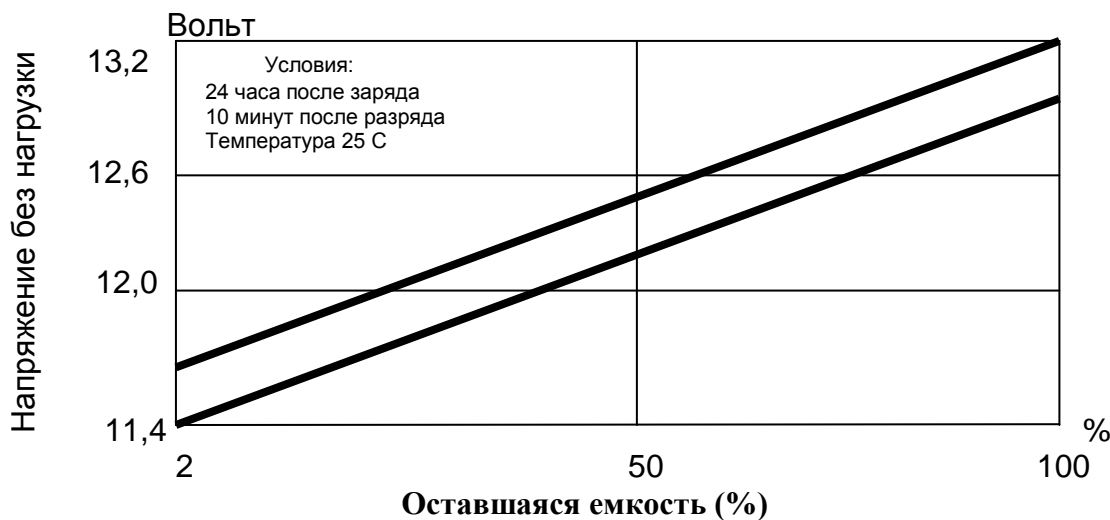


Рисунок 7 – Зависимость напряжения от оставшейся емкости

нагрузке. При этом для обеспечения достаточной достоверности следует соблюдать следующие условия:

- измерение напряжения следует производить не ранее чем через 24 часа после предшествующего заряда и не менее чем через 10 минут после отключения нагрузки;
- измерения должны проводиться при комнатной температуре; если батарея эксплуатировалась при низких температурах, необходимо предварительно выдержать ее при комнатной температуре в течение 2-3 часов.

14.5 Следует иметь в виду, что емкость аккумуляторной батареи существенно зависит от внешней температуры. Например, при среднем токе разряда 0,1 А емкость батареи при температуре минус 8 С составит порядка 65% от номинала, а при температуре минус 20 С - около 50 %.

14.6 Зарядка батареи

14.6.1 Зарядку батареи следует производить при комнатной температуре с помощью автоматического зарядного устройства, прилагаемого в комплекте принадлежностей.

14.6.2 Правила обращения с зарядным устройством изложены в паспорте изделия.

14.6.2 Как и для всех типов кислотных аккумуляторов оптимальный ток зарядки определяется как 0,1 от емкости батареи, т.е. в данном случае он составляет порядка (300-350) мА.

14.6.3 Допускается при острой необходимости производить зарядку в ускоренном режиме с помощью стабилизированного источника постоянного тока, имеющего регулируемый (от 10 до 30 В) выход рабочих напряжений и индикатор тока. Однако в этом случае следует помнить, что увеличение зарядного тока приводит к существенному снижению емкости батареи. При зарядном токе 540 мА емкость батареи составит 2,7 А/ч, а при токе 2,0 А она снизится до 2,1 А/ч.

14.7 Эксплуатация батареи

14.7.1 Эксплуатация батареи должна производиться с соблюдением всех мер предосторожности, предусмотренных при работе с кислотными аккумуляторами.

14.7.2 При эксплуатации батареи ее следует оберегать от резких ударов, которые могут привести к нарушению герметичности корпуса и подтеканию электролита.

14.7.3 Запрещается эксплуатировать батарею в герметичных непрветриваемых контейнерах, а также вблизи источников тепла и в условиях прямого попадания солнечных лучей.

14.7.4 Не рекомендуется использовать батарею в перевернутом виде.

14.7.5 Для предотвращения короткого замыкания или повышенной утечки тока необходимо следить за чистотой выходных клемм и межклеммной поверхности.

14.8 Хранение батареи

14.8.1 Хранение батареи может производиться при температуре от минус 15,0 С до +40 С. При этом клеммы аккумулятора должны быть отключены от нагрузки.

14.8.2 Батарея подвержена саморазряду. Скорость саморазряда увеличивается с ростом температуры. Поэтому в период хранения аккумулятор необходимо подзаряжать не реже одного раза в 6 месяцев.

15 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ

| Внешнее проявление неисправности | Возможные причины неисправности | Рекомендации по устранению неисправности |
|--|--|--|
| 1 После включения питания дисплей не индицируется, магнитометр не включается.! | Отсутствует электропитание: 1) обрыв кабеля питания; 2) разряжена батарея питания. | Проверить напряжение на аккумуляторе и при необходимости подзарядить; прозвонить кабель питания. |
| 2 Разбросы показаний магнитометра. Звуковой сигнал прецессии короткий. | 1) Большой градиент измеряемого магнитного поля. 2) Наличие железного предмета вблизи ПП. | Сместится на 5 – 10 м в сторону от первоначальной точки и повторить измерение. |
| 3 Разбросы показаний магнитометра. Звуковой сигнал прецессии хриплый. | Сетевые электромагнитные помехи от электроустановок, ЛЭП и т.п. в месте измерения. | Выключить источники электромагнитных помех или отойти от них. |
| 4 Нет реакции на нажатие клавиш. | “Завис” процессор, вероятно, из-за плохого контакта в батарее питания. | Выключить магнитометр, устранить плохой контакт, включить магнитометр, заново набрать исходную информацию. |
| | | |

16 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

16.1 Магнитометр в упаковке может транспортироваться любым видом транспорта по правилам перевозок, действующих на данном виде транспорта.

ПРИМЕЧАНИЯ

- 1) При транспортировании самолетом магнитометр должен размещаться в отапливаемом герметизированном отсеке;
- 2) Железнодорожные вагоны, трюмы судов, контейнеры, кузова автомобилей, используемые для перевозки магнитометра, не должны иметь следов угля, цемента, химикатов и т.п.

16.2 Транспортирование магнитометра без транспортной тары не допускается.

16.3 До ввода в эксплуатацию магнитометр в течение гарантийного срока хранения должен содержаться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре воздуха от 0 до +40 °С, относительной влажности не более 80% (при температуре +35 °С).

16.4 Хранение магнитометра без упаковки следует осуществлять при температуре окружающего воздуха от +10 до +35 °С и относительной влажности не более 80% (при температуре +25 °С); в помещении для хранения не должно быть пыли и других вредных веществ, вызывающих коррозию.