



Закрытое акционерное общество
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНТРОСКОПИИ
МНПО "С П Е К Т Р"



**МАГНИТОМЕТР ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИЙ
МФ-23ИМ**



**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
Иа2.778.006 РЭ**

Раздел "Методика поверки"
согласован с директором ВНИИМС
Асташенковым А.И.
07.07. 2000 г.

Москва

СОДЕРЖАНИЕ

1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
2 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ.....	8
3 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	12
4 ПОДГОТОВКА МАГНИТОМЕТРА К РАБОТЕ.....	12
5 ПОРЯДОК РАБОТЫ	13
5.1 <i>ВЫБОР РЕЖИМА РАБОТЫ</i>	<i>13</i>
5.2 <i>НАСТРОЙКА ПРЕДЕЛОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....</i>	<i>15</i>
5.3 <i>ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ.....</i>	<i>17</i>
5.4 <i>СООБЩЕНИЕ О РАЗРЯДЕ БАТАРЕИ.....</i>	<i>20</i>
5.5 <i>РАБОТА СО ВСТРОЕННОЙ ПАМЯТЬЮ</i>	<i>20</i>
5.6 <i>РАБОТА С ПРОГРАММОЙ MF-23IM.EXE</i>	<i>24</i>
6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	31
7 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	32
8 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	33
8.1 <i>ВВЕДЕНИЕ</i>	<i>33</i>
8.2 <i>ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....</i>	<i>33</i>
8.3 <i>СРЕДСТВА ПОВЕРКИ</i>	<i>34</i>
8.4 <i>УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ</i>	<i>37</i>
8.5 <i>ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ</i>	<i>37</i>
8.6 <i>ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....</i>	<i>46</i>
9 ПРИЛОЖЕНИЯ ..	46

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) является документом, удостоверяющим гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и технические характеристики магнитометра дефектоскопического МФ-23ИМ (далее по тексту — магнитометр).

Кроме того, документ позволяет ознакомиться с устройством и принципом работы магнитометра и устанавливает правила его эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает поддержание его в постоянной готовности к действию.

Пример записи обозначения магнитометра при заказе и в документации другой продукции, где он может быть применен:

“Магнитометр дефектоскопический МФ-23ИМ

Исполнение УХЛ, категория 3.1.

ТУ 4276-010-55267428-01 (Иа2.778.006)”.

1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1 Диапазон измерения напряженности постоянных магнитных полей, А/см — от 4 до 8000

1.2 Диапазон измерения среднего и амплитудного значений напряженности переменных магнитных полей и амплитудного значения напряженности импульсных магнитных полей, А/см — от 16 до 8000

1.3 Диапазон измерения индукции постоянных магнитных полей, мТл — от 0,5 до 1000

1.4 Диапазон измерения среднего и амплитудного значений индукции переменных магнитных полей и амплитудного значения индукции импульсных магнитных полей, мТл — от 2 до 1000

1.5 Предел допускаемой относительной погрешности δ_H при измерении напряженности постоянных магнитных полей, а также среднего и амплитудного значений напряженности переменных магнитных полей рассчитывается по формуле

$$\delta_H = (0,05 + 0,2/H_H) \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

где H_H — показания магнитометра в А/см.

1.6 Предел допускаемой относительной погрешности δ_H' при измерении амплитудного значения напряженности импульсных магнитных полей (в том числе одиночных импульсов) рассчитывается по формуле

$$\delta_H' = (0,1 + 0,2/H_{и}) \cdot 100\% \quad (1.2)$$

1.7 Предел допускаемой относительной погрешности δ_B при измерении индукции постоянных магнитных полей, а также среднего и амплитудного значений индукции переменных магнитных полей рассчитывается по формуле

$$\delta_B = (0,05 + 0,025/B_{и}) \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

где $B_{и}$ — показания индикатора в мТл.

1.8 Предел допускаемой относительной погрешности δ_B' при измерении амплитудного значения индукции импульсных магнитных полей (в том числе одиночных импульсов) рассчитывается по формуле

$$\delta_B' = (0,1 + 0,025/B_{и}) \cdot 100\%. \quad (1.4)$$

1.9 Длительность измеряемых импульсов по уровню 0,1, мс, не менее — 1

1.10 Сигнализация о выполнении любого действия — звуковая

1.11 Электропитание магнитометра осуществляется от одной батареи типа РРЗ напряжением 9 В.

1.12 Средний потребляемый от батареи ток, мА, не более — 20

1.13 Время работы магнитометра при питании от батареи, ч, не менее — 8

1.14 Время установления рабочего режима магнитометра, с, не более — 30

1.15 Время одного измерения, с, не более — 3

1.16 Время непрерывной работы магнитометра без подстройки, ч, не менее — 1

1.17 Магнитометр имеет встроенную память для запоминания результатов измерений, которая разбита по группам.

Общий объем памяти, результаты измерений,	— 4080
Максимальное количество результатов в группе	— 255
Максимальное число групп	— 255

1.18 Магнитометр имеет стандартный выход для передачи информации в компьютер через интерфейс RS232.

1.19 Габаритные размеры, мм, не более:

* электронного блока (длина×ширина× толщина) 120×60×25	—
* преобразователя 1 в футляре (диаметр×длина) 13×150	—
* преобразователя 2 в футляре (диаметр×длина) 13×190	—
* длина кабеля любого преобразователя 1500±200	—

1.20 Масса, г:

* электронного блока с батареей	— 150±20
* любого из преобразователей с кабелем в футляре	— 45±5

1.21 Распределение времени безотказной работы подчиняется экспоненциальному закону.

1.22 Средняя наработка на отказ, ч — 33000

1.23 Установленная безотказная наработка, ч — 3300

1.24 Среднее время восстановления работоспособности, ч — 5

1.25 Полный средний срок службы, лет — 10

1.26 Установленный срок службы, лет — 2

1.27 Калибровочные числа, мТл (А/см):

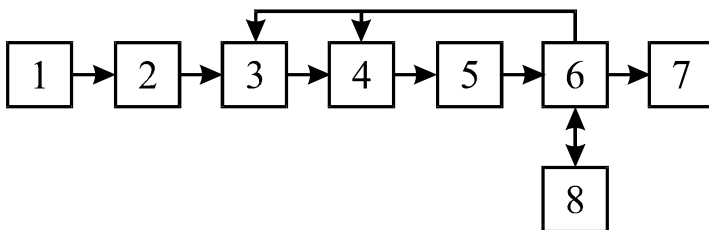
* для преобразователя 1 —

* для преобразователя 2 —

2 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

2.1 Принцип действия магнитометра основан на магнитных измерениях с использованием преобразователей Холла.

2.2 Структурная схема магнитометра приведена на рис. 2.1.



1 - источник тока; 2 - преобразователь Холла; 3 - программируемый измерительный усилитель; 4 - блок автокомпенсации;
5 - аналого-цифровой преобразователь; 6 - микропроцессорный блок;
7 - блок индикации; 8 - блок памяти

Рис. 2.1 Структурная схема магнитометра дефектоскопического МФ-23ИМ

Магнитометр работает следующим образом.

Источник 1 тока запитывает стабилизированным постоянным током линейный преобразователь 2 Холла. Выходная разность потенциалов преобразователя 2 Холла, пропорциональная величине индукции магнитного поля, поступает на вход программируемого измерительного усилителя 3. Коэффициент усиления усилителя 3 задается микропроцессорным блоком 6 так, чтобы иметь максимально большой выходной сигнал, который через блок 4 автокомпенсации подается на вход аналого-цифрового преобразователя 5. Блок 4 автокомпенсации предназначен для создания нулевого уровня входного напряжения аналого-цифрового преобразователя 5 в отсутствии магнитного поля в области расположения преобразователя 2 Холла. Управление блоком 4

автокомпенсации осуществляется от микропроцессорного блока 6. Микропроцессорный блок 6 осуществляет прием и обработку выходного сигнала аналого-цифрового преобразователя 5, передачу информации в блок 7 индикации, запоминание результатов измерения в блоке 8 памяти, просмотр запомненных результатов и передачу их в персональный компьютер через стандартный интерфейс RS232.

2.3 Внешний вид магнитометра с преобразователями 1 и 2 показан на рис. 2.2.

2.4 Конструктивно магнитометр состоит из электронного блока 1и двух сменных преобразователей 2 и 3, подключаемых к электронному блоку через разъем.

2.4.1 На передней панели электронного блока расположены индикатор 1.1, кнопка 1.2 выключателя питания, кнопки 1.3 и 1.4 перебора режимов работы, величины используемых констант, поддиапазона измерений параметров импульсных магнитных полей или зоны встроенной памяти, кнопка 1.5 включения и выключения меню и кнопка 1.6 ввода. В верхней части корпуса находится разъем 1.7 для подключения преобразователей. Рядом с ним находится передатчик 1.8 инфракрасного канала связи магнитометра с персональным компьютером. Крышка батарейного отсека расположена на задней стенке (на рис. 2.2 не видно).

2.4.2 Преобразователи 1и 2 (см. рис.2.3) маркируются соответственно одной или двумя цветными точками на щупе 1 и содержат собственно преобразователь 2 Холла, который находится в микросхеме 3, расположенной на конце щупа 1. Щуп имеет две рабочие плоскости 4 и 5. Плоскость кристалла преобразователя Холла 2 параллельна плоскости 5 щупа и центр кристалла расположен на расстоянии 0,6 мм от рабочих плоскостей 4 и 5 щупа 1. Для измерения тангенциальной к поверхности изделия составляющей магнитного поля необходимо щуп 1 прижать к этой поверхности плоскостью 4, а для измерения нормальной к поверхности изделия составляющей магнитного поля щуп 1 надо прижать к этой поверхности плоскостью 5.

2.4.3 Каждый преобразователь во время хранения и транспортирования закрывается защитным футляром 4 (см. рис. 2.2).

2.4.4 В комплект магнитометра также входит калибр Иа5.170.001 постоянного магнитного поля, предназначенный для настройки магнитометра перед проведением измерений и проверки правильности его настройки. Он представляет собой пластмассовую коробку с источником постоянного магнитного поля. На одном из торцов коробки имеется отверстие для введения в калибр преобразователя 1 или 2.



1 - электронный блок, 1.1 - индикатор, 1.2 - кнопка выключателя питания, 1.3 и 1.4 - кнопки перебора режима работы или величины используемых констант, или поддиапазона измерений параметров импульсных магнитных полей, или зоны встроенной памяти, 1.5 - кнопка включения и выключения меню, 1.6 - кнопка ввода, 1.7 - разъем для подключения преобразователей, 1.8 - инфракрасный канал связи магнитометра с персональным компьютером, 2 и 3 - преобразователи Холла, 4 - защитный колпак

Рис. 2.2 Внешний вид магнитометра дефектоскопического МФ-23ИМ

В рабочей области калибра создается магнитное поле с индукцией в диапазоне от 100 до 500 мТл. Конкретные значения калибровочных чисел для каждого преобразователя, входящего в комплект магнитометра, приведены в п.1.27 настоящего руководства по эксплуатации. Погрешность определения калибровочных чисел – не более 2%. Температурный коэффициент индукции — не более 0,1%/°С.

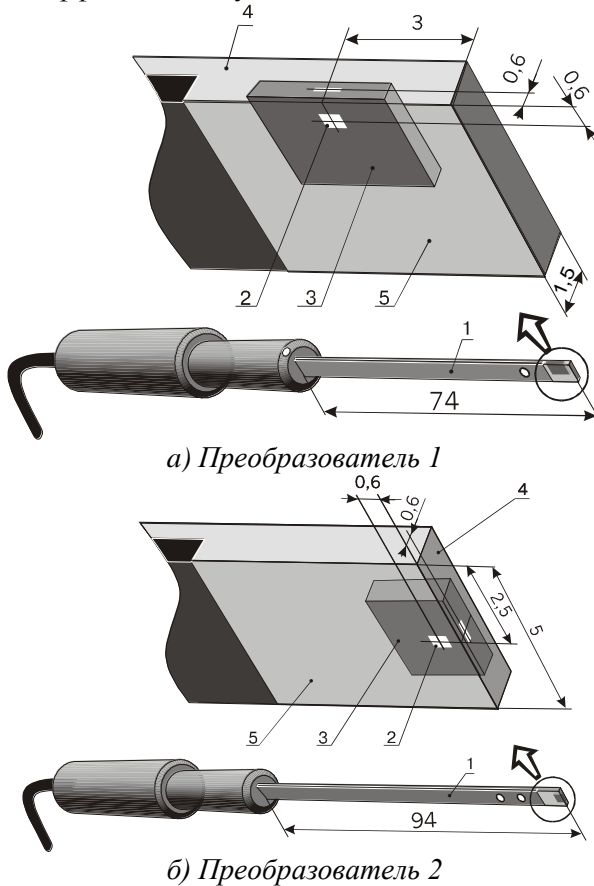


Рис. 2.3 Преобразователи к магнитометру дефектоскопическому МФ-23ИМ

3 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 К эксплуатации, обслуживанию и ремонту магнитометра допускаются лица, изучившие разделы 2, 4, 5 настоящего руководства по эксплуатации, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности при работе с электроустановками.

3.2 Замена элементов электрической схемы магнитометра на этапе ремонта должна проводиться при отключенном напряжении питания.

4 ПОДГОТОВКА МАГНИТОМЕТРА К РАБОТЕ

4.1 Перед включением после транспортирования выдержать магнитометр в нормальных условиях применения не менее 2 часов.

4.2 Вложить в батарейный отсек и подключить к контактной колодке батарею.

4.3 Подсоединить к электронному блоку нужный преобразователь с помощью разъема, вставив кабельную часть разъема в приборную до упора. При этом цветные точки на кабельной и приборной частях разъема должны быть обращены друг к другу. Выбор нужного преобразователя определяется удобством доступа к поверхности, у которой надо произвести измерение тангенциальной составляющей напряженности или индукции магнитного поля (см. рис. 4.1): преобразователь 1 (короткий преобразователь) необходим там, где есть доступ к точке замера только вдоль плоскости изделия; преобразователь 2 (длинный преобразователь) необходим там, где есть доступ к точке замера только ортогонально плоскости изделия. В остальных случаях выбор преобразователя произволен.

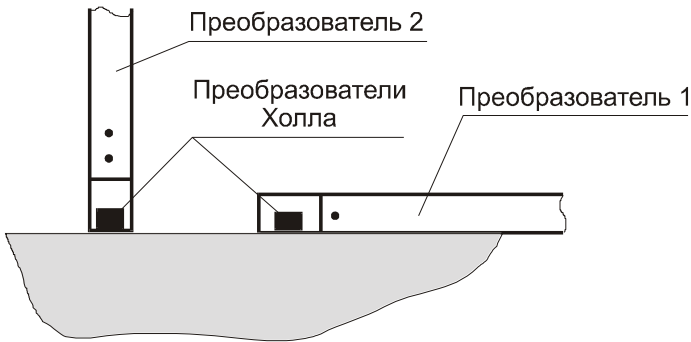


Рис. 4.1 Расположение преобразователей при измерении тангенциальной составляющей напряженности или индукции магнитного поля

4.4 Если необходимо отсоединить ранее подключенный преобразователь, обхватите пальцами зону разъема с насечкой и потяните за него, постепенно наращивая усилие, до расчленения разъема.

***Внимание.** Подключение и отключение преобразователя к электронному блоку допускается только при выключенном питании магнитометра.*

4.5 Включить магнитометр, нажав однократно кнопку “1/0”. При этом должен засветиться индикатор.

4.6 Перед началом настройки магнитометра по калибру или проведением измерений выдержать магнитометр во включенном состоянии не менее 30 секунд.

5 ПОРЯДОК РАБОТЫ

5.1 Выбор режима работы

5.1.1 Для выбора нужного режима работы нажать однократно кнопку “МЕНЮ”. При этом в верхней строчке индикатора появляется надпись:

-----МЕНЮ-----

Далее следует ряд строчек, позволяющих осуществить нужную настройку режима работы магнитометра (на дисплее одновременно видны не более трех строк):

КАЛИБРОВКА — позволяет выбрать режим настройки “нуля” и верхнего предела измерений магнитометра;

ПАМЯТЬ 4080 — позволяет включать и выключать режим записи результатов измерений в память магнитометра (число справа указывает количество свободных ячеек памяти и оно отсутствует при выключенном режиме записи);

РЕЖИМ = (или $\sim A$, или $\sim C$, или Π) — выбор конфигурации измеряемого магнитного поля и измеряемой величины (= — постоянные магнитные поля; $\sim A$ — переменные магнитные поля, измерение амплитуды; $\sim C$ — переменные магнитные поля, измерение среднего значения; Π — измерение амплитуды импульсных магнитных полей);

ЕДИНИЦЫ мТл (или А/см) — выбор единиц измерения;

ГРАФИКА **ВКЛ** (или **ВЫКЛ**) — режим работы с графическим отображением формы сигнала магнитного поля (режим осциллографа) или без отображения;

ЗВУК **ВКЛ** (или **ВЫКЛ**) — включение или выключение звукового подтверждения выполнения магнитометром той или иной функции;

ВЫВОД — режим передачи содержимого памяти магнитометра в персональный компьютер;

ОЧИСТКА — режим очистки встроенной памяти магнитометра;

ЧАСТОТА N (N = 1,2,...,8) — выбор времени развертки осциллографа.

КОНТРАСТ — регулировка контрастности изображения на дисплее.

Так как площадь экрана дисплея ограничена, и часть функций настройки уходит за его пределы, в левой части экрана индицируются символы “ \uparrow ” и “ \downarrow ”, показывающие направление поиска нужных функций.

5.1.2 Для выбора нужной функции режима работы нажать кнопку “↑” или “↓” (имя выбранной функции мигает).

5.1.3 Для переключения выбранной функции нажать кнопку “**ВВОД**” до установления в правой части экрана нужного параметра функции.

5.2 Настройка пределов измерений

Настройку пределов измерений необходимо проводить при первом включении магнитометра, а также каждый раз при замене преобразователя или когда есть сомнения в точности измерений. Переход от одних единиц измерения к другим не нарушает настройки. После выключения питания магнитометра параметры настройки сохраняются.

5.2.1 Выбрать в меню функцию “**КАЛИБРОВКА**” и нажать кнопку “**ВВОД**”. На экране появится надпись

**ПОДНИМИТЕ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ
И НАЖМИТЕ ВВОД**

5.2.2 Разместить преобразователь вдали от источников магнитных полей и нажать кнопку “**ВВОД**”.

При включенной функции “**ЗВУК**” во время настройки магнитометра на “нулевое” магнитное поле будет слышно характерное пощелкивание. Процесс настройки на “нулевое” магнитное поле занимает несколько секунд. После его окончания на экране появляется надпись

0.02
КАЛИБРОВКА мТл

- Примечания.* 1. В режиме калибровки единицы измерения всегда мТл, вне зависимости от того, какие единицы измерения (мТл или А/см) были выбраны предварительно через меню (см. п. 5.1 настоящего руководства по эксплуатации).
2. Абсолютное значение индицируемого числа должно быть близким к нулю, но может отличаться от него в ту или иную сторону на несколько единиц младшего разряда.

5.2.3 Вставить преобразователь аккуратно в отверстие калибра и ввести его до упора. При этом маркировочная метка преобразователя должна быть противоположна цветной метке на корпусе калибра.

5.2.4 Сравнить показания индикатора со значением калибровочного числа для выбранного преобразователя из п. 1.27 настоящего руководства по эксплуатации и, если они отличаются более, чем на 2%, то, используя кнопки “↓” и “↑”, подогнать показания индикатора под калибровочное число и нажать кнопку “ВВОД”.

Магнитометр вернется в режим МЕНЮ.

5.2.5 Для перехода к режиму измерений нажать кнопку “МЕНЮ”. На дисплее появится изображение аналогичное рис. 5.1 или рис. 5.2.

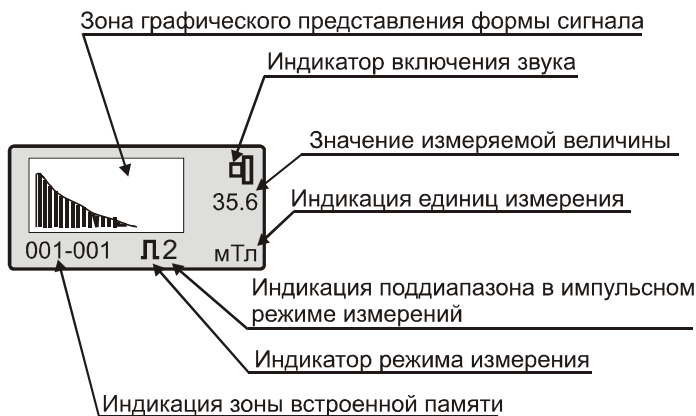


Рис.5.1 Общий вид экрана магнитометра в режиме измерений с включенной функцией ГРАФИКА

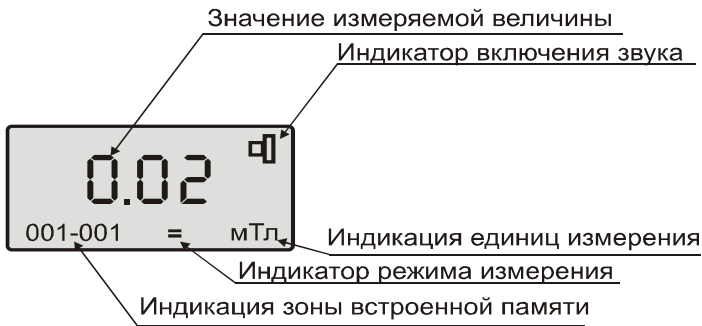


Рис. 5.2 Общий вид экрана магнитометра в режиме измерений с выключенной функцией **ГРАФИКА**

5.2.6 Проверить правильность настройки пределов измерений (функция **РЕЖИМ** в **МЕНЮ** должна быть установлена в положение “=” — измерение параметров постоянных магнитных полей): в отсутствии источника магнитного поля показания индикатора не должны отличаться от нуля в ту или иную сторону более, чем на 3 единицы младшего разряда, а при вставленном в калибр преобразователе показания индикатора могут отличаться от соответствующего калибровочного числа по п. 1.27 настоящего руководства по эксплуатации не более чем на 1%.

При невыполнении этих требований настройку магнитометра по п. 5.2 настоящего руководства по эксплуатации следует повторить.

5.3 Проведение измерений

5.3.1 С помощью функции **РЕЖИМ** в **МЕНЮ** (см. п. 5.1 настоящего руководства по эксплуатации) выбрать, нажимая кнопку “**ВВОД**”, нужный режим измерения:

“=” — измерение постоянных магнитных полей;

“~А” — измерение амплитуды сигнала переменных магнитных полей;

“~C” — измерение среднего значения сигнала переменных магнитных полей;

“Л” — измерение амплитуды сигнала импульсных магнитных полей.

Кнопка “**ВВОД**” позволяет последовательно перебирать указанные режимы измерений. Установленный режим индицируется справа от слова **РЕЖИМ**.

5.3.2 С помощью функции **ЕДИНИЦЫ** в **МЕНЮ** (см. п. 5.1 настоящего руководства по эксплуатации), нажимая кнопку “**ВВОД**”, выбрать единицу измерения: **А/см** или **мТл** (индицируется справа от слова **ЕДИНИЦЫ**).

5.3.3 С помощью функции **ГРАФИКА** в **МЕНЮ** (см. п. 5.1 настоящего руководства по эксплуатации), нажимая кнопку “**ВВОД**”, можно включить или выключить функцию графического отображения формы сигнала.

5.3.4 С помощью функции **ЧАСТОТА** в **МЕНЮ** (см. п.5.1 настоящего руководства по эксплуатации) выбрать удобное значение длительности развертки согласно табл.5.1, если предполагаете работать в режиме с графическим отображением информации.

Таблица 5.1

Номер длительности по МЕНЮ	Ориентировочное значение длительности развертки, мс
1	40
2	20
3	10
4	5
5	2,5
6	1,25
7	0,63
8	0,31

5.3.5 Нажать кнопку “**МЕНЮ**” для возврата в режим измерений.

Примечание. Пп. 5.3.1...5.3.5 выполнять необязательно, если в режиме измерений на экране индицируются нужные настройки.

5.3.6 С помощью преобразователя Холла осуществляют измерение компоненты магнитного поля, ортогональной плоскости кристалла (плоскость кристалла параллельна плоскости широкой рабочей части преобразователя). Поэтому, вращая преобразователь в пространстве, можно измерять параметры магнитного поля в различных направлениях.

5.3.7 Для измерения нормальной к поверхности изделия составляющей индукции или напряженности магнитного поля прижать к данной поверхности конец рабочей части преобразователя его маркированной плоскостью.

5.3.8 Для измерения тангенциальной к поверхности изделия составляющей индукции или напряженности магнитного поля прижать к ней преобразователь ребром, как это показано на рис. 4.1.

5.3.9 Особенности измерения параметров импульсных магнитных полей.

5.3.9.1 В режиме измерения параметров импульсных магнитных полей весь диапазон измерений 2...1000 мТл (18...8000 А/см) разбит на 3 поддиапазона, как показано в табл.5.2.

Таблица 5.2

Код поддиапазона	Пределы измерений индукции, мТл	Пределы измерений напряженности, А/см
1	2...13	16...100
2	10...130	80...1000
3	100...1000	800...8000

Для выбора нужного поддиапазона измерений (код отображается в нижней части экрана индикатора (см. рис.5.1)) использовать кнопки “↑” и “↓”.

5.3.9.2 При измерении с графическим отображением формы импульса необходимо включить функцию **ГРАФИКА** в **МЕНЮ** (см. п.5.1 настоящего руководства по эксплуатации) и правильно выбрать длительность развертки с помощью функции **ЧАСТОТА** в **МЕНЮ** в соответствии с данными табл. 5.1. Оптимальным значением длительности развертки является значение в 3... 5 раз большее, чем длительность контролируемого импульса.

5.4 Сообщение о разряде батареи

5.4.1 При уменьшении напряжения питания батареи магнитометра ниже допустимого уровня на экране появляется надпись

ЗАМЕНИТЕ БАТАРЕЮ

После появления данной надписи необходимо заменить батарею на новую. В случае необходимости работа с магнитометром может быть продолжена и без замены батареи, однако в этом случае не гарантируется выполнение п.п. 1.5...1.8, т.е. погрешность измерений может быть больше допустимой погрешности. Корректная работа магнитометра в этом случае также не гарантируется.

Для продолжения работы без замены батареи необходимо нажать кнопку “**ВВОД**” после появления надписи о необходимости замены батареи.

При полной выработке ресурса батареи электропитание магнитометра отключается автоматически.

Примечание. При замене батареи, записанные в магнитометре результаты измерений не стираются, все настройки магнитометра сохраняются.

5.5 Работа со встроенной памятью

5.5.1 Свойства и возможности встроенной памяти магнитометра.

Магнитометр оснащен встроенной памятью для оперативного сохранения результатов большого количества измерений. Измеренные значения индукции или напряженности магнитного поля заносятся в память подряд и нумеруются автоматически также подряд.

Вся память магнитометра разбита на группы по 255 ячеек в каждой группе. Если количество запоминаемых результатов превышает 255, то следующие значения начнут записываться в следующую группу и их нумерация начнется сначала.

Однако на практике чаще возникает необходимость записывать результаты небольшими группами, но самих групп может быть много.

Для этого предусмотрена возможность принудительного начала новой группы со следующим номером.

Все записанные данные можно просмотреть на экране либо последовательно подряд, либо в произвольном порядке, устанавливая их номера групп и результатов на экране. Просмотр ранее записанных результатов — это отдельный режим работы с памятью магнитометра. При выходе из этого режима магнитометр автоматически подготавливается к записи в первую свободную ячейку памяти, и дальнейшая запись происходит обычным порядком.

Накопленный в памяти магнитометра массив данных можно скопировать в персональный компьютер для дальнейшего анализа, обработки и использования в документации. Все результаты, находящиеся в памяти магнитометра, передаются в компьютер в том порядке, как они были записаны, то есть по группам. При передаче данных в компьютер их стирания из памяти магнитометра не происходит. Для очистки памяти магнитометра предусмотрена специальная функция очистки.

5.5.2 Включение и выключение памяти.

Эта операция выполняется через меню магнитометра следующим образом:

5.5.2.1 Нажать кнопку “**МЕНЮ**”. На экране появится надпись **МЕНЮ**: с перечнем доступных функций (см. п.5.1 настоящего руководства по эксплуатации).

5.5.2.2 С помощью кнопок “**↓**” и “**↑**” выбрать функцию **ПАМЯТЬ**, то есть сделать данную строку мигающей.

Признаком включения данной функции является наличие справа от надписи **ПАМЯТЬ** числа, указывающего на количество свободных ячеек памяти.

5.5.2.3 Для выключения или включения режима измерений с записью в память нажать кнопку “**ВВОД**”. Свидетельством переключения режима является исчезновение и появление числа справа от надписи **ПАМЯТЬ**.

5.5.2.4 Для возврата в режим измерений нажать кнопку “**МЕНЮ**”.

5.5.3 Запись результатов измерений.

При включенной функции **ПАМЯТЬ** в области индикации зоны встроенной памяти (см. рис. 5.1 и рис. 5.2) горят два трехзначных числа. Первое число соответствует номеру группы, второе — номеру свободной ячейки в группе.

5.5.3.1 Для записи в память результата измерения, индицируемого на экране однократно нажать кнопку “**ВВОД**”. Подтверждением записи результата является изменение номера свободной ячейки на экране на единицу и подача короткого звукового сигнала.

5.5.3.2 Для записи результата в новую группу данных нажать кнопку “**ВВОД**” и удерживать ее примерно 2 с.

Примечание. Переход к записи результатов в новую группу закрывает предыдущую и делает ее недоступной для дальнейшей записи.

5.5.4 Просмотр результатов измерений на экране.

Функция **ПАМЯТЬ** в этом режиме должна быть включена (см. п. 5.5.2 настоящего руководства по эксплуатации).

5.5.4.1 Для входа в режим просмотра нажать кнопку **МЕНЮ** и, не отпуская ее, нажать кнопку “**↑**”, в результате чего начинает мигать номер результата измерения. При этом в зоне индикации измеряемой величины на экране (см. рис. 5.1) появляется содержимое ячейки памяти, адрес которой указан на экране внизу.

5.5.4.2 Для изменения адреса ячейки памяти использовать кнопки “**↓**” и “**↑**”. Они позволяют изменять мигающий номер. Нажатие кнопки “**ВВОД**” позволяет переключаться между режимами изменения номера группы и номера результата измерения.

5.5.4.3 Для выхода из режима просмотра нажать кнопку **МЕНЮ**.

Примечания: 1. Если первый раз включается режим просмотра после выполнения записей, то на экране начинает мигать последний стоящий там номер результата, который соответствует номеру первой свободной ячейки. Поэтому на экране не будет никакого результата измерений. Для его появления необходимо уменьшить номер ячейки, нажав кнопку “↵”.

2. Если выйти из режима просмотра, например, для настройки, или выключить питание, а затем снова вернуться к просмотру, то на экране появятся те номера группы и результата, которые были, при выходе из режима просмотра.

5.5.5 Передача записанных данных в компьютер.

5.5.5.1 Включить компьютер и запустить программу MF-23IM.exe.

5.5.5.2 Включить **МЕНЮ** магнитометра.

5.5.5.3 С помощью кнопки “↵” выбрать строку **ВЫВОД**.

5.5.5.4 Расположить магнитометр так, чтобы его передатчик инфракрасного канала связи (см. рис. 2.2) был напротив приемника. Расстояние между ними должно быть в пределах 5...10 см.

5.5.5.5 Нажать кнопку “**ПРИЁМ**” в программе MF-23IM.exe.

5.5.5.6 Нажать на магнитометре кнопку “**ВВОД**”. Магнитометр в течение нескольких секунд передаст данные в компьютер и, подав мелодичный звуковой сигнал, останется в состоянии готовности к передаче, то есть строка **ВЫВОД** в меню останется мигающей.

Если данные были переданы успешно, то в окне программы MF-23IM.exe появится таблица с переданными результатами измерений с указанием номера группы, номера результата измерения в группе, численного значения измеренной величины, единиц и режима измерения.

В программе MF-23IM.exe имеется возможность сохранения и просмотра ранее сохраненных результатов измерений. Файл с результатами измерений в дальнейшем может быть открыт в программе Microsoft Excel для последующей обработки и анализа результатов измерений, а также для их печати. Подробнее о работе с программой MF-23IM.exe см. раздел 5.6 настоящего руководства.

5.5.5.7 Если по какой-то причине произошел сбой передачи данных, следует нажать кнопку «**ПРЕРВАТЬ**» в программе MF-23IM.exe, при необходимости нажать кнопку «**ОЧИСТКА**» в программе MF-23IM.exe и повторить передачу данных.

Чаще всего сбой передачи данных может произойти из-за небольшого перемещения магнитометра относительно компьютера во время передачи данных, если держать магнитометр в руках. Поэтому при передаче данных рекомендуется положить магнитометр рядом с компьютером на стол и затем нажать кнопку “**ВВОД**”. Сбои передачи могут также возникать от ламп дневного света (люминесцентных) или от прямого солнечного света.

5.5.5.8 Для выхода из состояния готовности к передаче данных нажать кнопку “**МЕНЮ**” или просто выключить магнитометр.

5.5.6 Очистка памяти магнитометра.

5.5.6.1 Нажать кнопку “**МЕНЮ**” и помощью кнопки “**↓**” выбрать строку **ОЧИСТКА**.

5.5.6.2 Нажать кнопку “**ВВОД**”. Через несколько секунд прозвучит мелодичный звуковой сигнал, подтверждающий, что память очищена.

5.5.6.3 Нажать кнопку “**МЕНЮ**”. Магнитометр перейдет в режим измерений и, если включена функция **ПАМЯТЬ**, на экране появятся начальные номера группы и результата измерения **001-001**.

5.6 Работа с программой MF-23IM.exe

Программа MF-23IM.exe предназначена для приема и просмотра сохраненных результатов измерений магнитометра МФ-23ИМ. Для работы с программой необходим IBM PC-совместимый персональный компьютер, работающий под управлением ОС Windows 95/98/Me/NT/2000/XP/2003 и оснащенный ИК приемо-передатчиком, подключенным к СОМ-порту персонального компьютера.

5.6.1 Настройка компьютера для работы с программой MF-23IM.exe

5.6.1.1 Последовательный порт (СОМ-порт), к которому подключен ИК приемо-передатчик, через который планируется принимать данные программой MF-23IM.exe, должен иметь следующие настройки (здесь и далее в скобках приведены названия для англоязычных

версий ОС Windows и соответствующих программ): «Скорость (бит/с)» (“Baud rate (bits/s)”) - 9600; «Биты данных» (“Data bits”) - 8; «Четность» (“Parity”) – Нет (None); «Стоповые биты» (“Stop bits”) - 1; «Управление потоком» (“Flow control”) – Аппаратное (Hardware).

Примечания: 1. Чтобы открыть окно настройки СОМ-порта в ОС Windows, выберите «Пуск»->«Настройка»->«Панель управления»->«Система»->«Порты СОМ и LPT» при работе в Windows 95/98/Me («Start»->«Settings»->«Control panel»->«System»->«COM & LPT ports») или «Пуск»->«Настройка»->«Панель управления»->«Система»->«Оборудование»->«Диспетчер устройств»->«Порты (СОМ и LPT)» при работе в Windows NT/2000/XP/2003 («Start»->«Settings»->«Control panel»->«System»->«Hardware»->«Device manager»->«Ports (COM & LPT)»). Далее выберите из списка СОМ-порт, к которому подключен ИК приемо-передатчик.

2. При работе с программой MF-23IM.exe в Windows 2000/XP/2003 необходимо отключить стандартный драйвер операционной системы для устройства инфракрасной связи до запуска программы. В противном случае программа работать не будет. Для отключения драйвера:

а) выберите «Пуск»->«Настройка»->«Панель управления»->«Система»->«Оборудование»->«Диспетчер устройств»->«Устройства ИК-связи» («Start»->«Settings»->«Control panel»->«System»->«Hardware»->«Device manager»->«Infrared devices»);

б) выберите из списка название ИК приемо-передатчика и щелкните по нему правой кнопкой мыши;

в) в появившемся контекстном меню выберите «Отключить» («Disable»);

г) на запрос системы нажмите «Да» («Yes»).

После работы с программой MF-23IM.exe стандартный драйвер операционной системы для устройства инфракрасной связи можно включить, выполнив ту же последовательность действий, что и для отключения, и выбрав из контекстного меню пункт «Задействовать» («Enable») на шаге в).

3. Для ОС Windows XP/2003 указанные пути доступа к настройкам оборудования соответствуют «классическому» виду меню «Пуск» и «Панели управления». Если меню «Пуск» отображается в стандартном для Windows XP виде (в 2 колонки), пункт «Панель управления» доступен сразу из меню «Пуск» (не нужно выбирать подменю «Настройка»). Если «Панель управления» отображается в виде «По категориям» (Вы видите надпись «Выберите категорию» («Select category») при открытии «Панели управления»), нажмите ссылку «Переключение к классическому виду» («Switch to classic view») в «Панели управления».

4. При работе в ОС Windows NT/2000/XP/2003 для изменения настроек оборудования требуются права администратора. Проконсультируйтесь по данному вопросу со своим системным администратором.

5.6.2 Интерфейс программы MF-23IM.exe

Внешний вид окна программы MF-23IM.exe представлен на рис.

5.3.



1 – кнопка открытия файла, 2 – кнопка сохранения файла, 3 - выпадающий список выбора COM-порта, 4 - кнопка запуска/остановки приема данных, 5 - кнопка очистки таблицы, 6 – таблица результатов измерений, 7 –индикатор прогресса приема данных, 8 – поле вывода сообщений программы.

Рис. 5.3 Внешний вид окна программы MF-23IM.exe

5.6.2.1 Прием данных с магнитометра

Перед приемом данных выбрать в выпадающем списке 3 (см. рис. 5.3) COM-порт, к которому подключен ИК передатчик (см. также п. 5.6.1). Затем нажать кнопку 4 «Приём» для начала приема данных и начать передачу данных с магнитометра как описано в пп. 5.5.5.2-5.5.5.4 и 5.5.5.6 настоящего руководства. При этом в поле 8 будет выведено сообщение «Идет прием данных» и название кнопки 4 сменится на «Прервать». Если принять данные невозможно (например,

из-за неверно выбранного порта в выпадающем списке 3 или невыполнении действий, указанных в примечании 2 к п. 5.6.1.1), нажатием на кнопку 4 можно остановить прием данных, устранить причины, препятствующие нормальной связи и запустить прием данных снова. При отмене приема в поле 8 будет выведено сообщение «Прием данных остановлен».

Если данные были переданы успешно, то в окне программы MF-23IM.exe таблица 6 будет заполнена переданными результатами измерений с указанием номера группы, номера результата измерения в группе, численного значения измеренной величины, единиц и режима измерения. В поле 8 будет выведено сообщение «Прием данных завершен». Индикатор 7 отображает прогресс приема данных с магнитометра и полностью закрашивается при завершении приема.

5.6.2.2 Очистка таблицы результатов измерений

Если сохранять принятые с магнитометра МФ-23ИМ результаты измерений не нужно, нажатие на кнопку 5 «Очистка» позволяет очистить таблицу результатов измерений 6 и продолжить работу с программой. При этом таблица 6 очищается целиком, возможность удалять отдельные строки в программе MF-23IM.exe отсутствует.

5.6.2.3 Сохранение принятых результатов измерений

Для сохранения принятых с магнитометра МФ-23ИМ результатов измерений следует нажать на кнопку 2 и указать имя и размещение файла, в который будут сохранены данные. По умолчанию предлагается создать файл с именем default.mf2 в каталоге, из которого запущена программа MF-23IM.exe. Данные из таблицы 6 целиком пишутся в указанный файл, который в дальнейшем можно просмотреть с помощью программ MF-23IM.exe или Microsoft Excel. После завершения записи в поле 8 появится сообщение «Данные сохранены».

5.6.2.4 Просмотр ранее сохраненных результатов измерений в программе MF-23IM.exe

Для просмотра ранее принятых с магнитометра МФ-23ИМ результатов измерений, сохраненных на компьютере, следует нажать на кнопку 1 и выбрать файл, из которого будут прочитаны данные. По умолчанию предлагается открыть файл с именем default.mf2 в каталоге, из которого запущена программа MF-23IM.exe. Таблица 6 будет заполнена данными из выбранного файла.

Также просмотреть файл с результатами измерений можно, щелкнув на нем правой кнопкой мыши в «Проводнике» Windows и выбрав из контекстного меню пункт «Open with MF-23IM». При этом откроется окно диалога открытия файла, в котором будет уже выбрано имя соответствующего файла. После нажатия на кнопку «Открыть» в этом диалоге откроется окно программы MF-23IM.exe и таблица 6 будет заполнена прочитанными из файла данными.

По завершении загрузки данных из файла в поле 8 будет выведено сообщение «Просмотр файла ...» с указанием имени файла, из которого были загружены данные.

5.6.2.5 Просмотр ранее сохраненных результатов измерений в программе Microsoft Excel

Для просмотра ранее сохраненных результатов измерений в программе Microsoft Excel необходимо запустить Microsoft Excel, выбрать из меню «Файл» («File») пункт «Открыть» («Open») и выбрать файл с результатами измерений или щелкнуть на файле правой кнопкой мыши в «Проводнике» Windows и выбрать из контекстного меню пункт «Открыть» («Open»). Откроется окно «Мастера текста» («Text import wizard»). В полях «Начать импорт со строки» («Start import from line») и «Формат файла» («File format») необходимо установить значения 1 и 1251: Cyrillic (Windows) соответственно (если соответствующие поля доступны и их значения отличаются от указанных). Затем выбрать формат данных «С разделителями» («With separators») и нажать «Далее>» («Next>»). Указать в качестве символа-разделителя «Запятая» («Comma») и нажать «Далее>» («Next>»). Для каждого столбца таблицы выделить его в окне предварительного просмотра, выбрать «Текстовый» («Text») формат данных столбца и нажать «Готово» («OK»). В окне программы Microsoft Excel будут отображены прочитанные из файла данные, правильно распределенные по столбцам.

Примечание: При открытии файла щелчком по нему правой кнопкой мыши в «Проводнике» Windows в окне программы Microsoft Excel появятся данные, прочитанные из файла и расположенные в одном столбце А. Для правильного форматирования данных следует выделить столбец А и выбрать пункт меню «Данные»-> «Текст по столбцам» («Data»-> «Text import wizard») после чего выполнить в нем вышеуказанные действия.

5.6.2.6 Завершение соединения магнитометра МФ-23ИМ с компьютером

После передачи всех записанных в памяти магнитометра МФ-23ИМ результатов измерений соединение с компьютером будет закрыто автоматически. Никаких специальных действий по закрытию соединения выполнять не требуется.

6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

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

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

6.3 Периодичность профилактических 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 измерительных преобразователей.

6.4 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.

6.5 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 связей и т. п.).

6.6 Поверка магнитометра осуществляется не реже одного раза в год и после ремонта в соответствии с п.8 "Методики поверки".

7 ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

7.1 Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Возможная неисправность	Вероятная причина	Способ устранения
<p>При включении питания на экране не появляется информация и нет никаких звуковых сигналов</p>	<p>1. Разряжена батарея 2. Плохой контакт в цепи батареи</p>	<p>Заменить батарею. Зачистить контакты в батарейном отсеке.</p>
<p>При вставке подключенного к магнитометру преобразователя в калибр показания индикатора не изменяются. При работе с другим преобразователем показания изменяются</p>	<p>Обрыв в соединении кабеля с элементами преобразователя</p>	<p>Найти место обрыва и, если возможно, устранить</p>

8 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

8.1 Введение

8.1.1 Настоящая методика поверки распространяется на магнитометры дефектоскопические МФ-23ИМ (далее по тексту — магнитометр) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок в режимах измерения напряженности (индукции) (далее по тексту — $H(B)$) постоянного, переменного и импульсного магнитных полей.

8.1.2 Первичная поверка магнитометра производится при выпуске его из производства.

8.1.3 Периодическая поверка магнитометра производится не реже одного раза в год и после ремонта.

8.1.4 Поверка проводится организациями, получившими в установленном порядке право проведения данных работ.

8.1.5 При проведении операций поверки необходимо пользоваться техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации на установку поверочную УП-1000 и источник импульсного тока ИИТ-1.

8.2 Операции поверки

8.2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Наименование операций	Номера пунктов Методики поверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	8.5.1	Да	Да
Опробование	8.5.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик при измерении:			

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4
- постоянного магнитного поля с напряженностью до 400 А/см	8.5.3.1	Да	Да
- постоянного магнитного поля с напряженностью от 400 до 8000 А/см	8.5.3.2	Да	Да
- амплитудных значений индукции переменного магнитного поля до 70 мТл и средних значений до 50 мТл	8.5.3.3	Да	Да
- амплитудных значений индукции переменного магнитного поля от 70 до 1000 мТл и средних значений от 50 до 700 мТл	8.5.3.4	Да	Да
- амплитудного значения индукции импульсного магнитного поля	8.5.3.5	Да	Да

8.2.2 Нормативное время поверки, ч, не более — 16

8.3 Средства поверки

8.3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 8.2.

Допускается применение других средств, характеристики которых не хуже указанных в таблице 8.2.

Таблица 8.2

Наименование и тип средства поверки	Основные технические характеристики	Назначение
1	2	3
*Катушка магнитного поля КМП-50 Иа5.760.009	Диапазон от 0,5 до 50 мТл (от 4 до 400 А/см); неоднородность магнитного поля в рабочем объеме КМП-50 2×5×5 мм не выше 0,5%.	Воспроизведение H(B) при поверке магнитометра в режимах измерения постоянных и переменных полей.

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3
<p>*Электромагнит ЭМ-1000 Иа6.650.001</p> <p>*Источник питания постоянного тока Б5-48</p> <p>*Автотрансформатор лабораторный ЛАТР -1М</p> <p>*Блок управления БУ 0,5-1000 Иа5.139.002</p> <p>*Вольтметр В7-28</p>	<p>Диапазон от 50 до 1000 мТл (от 400 до 8000 А/см); неоднородность магнитного поля в рабочем объеме электромагнита 1,5×5×5 мм не выше 0,5%.</p> <p>Нестабильность выходного напряжения — не хуже ±0,05% за 5 мин.; нестабильность выходного тока — не хуже ±0,1% за 5 мин.</p> <p>Выходное напряжение до 250 В, ток до 10 А.</p> <p>Предел допускаемой основной относительной погрешности воспроизведения $H(B)$ — не хуже 1,5%; дискретность регулирования магнитной индукции — не более 3% от установленного значения.</p> <p>Предел допускаемой основной относительной погрешности измерений: $-(0,03+0,005 \times U_{п}/U_{и})\%$ для постоянного напряжения; $-(0,25+0,15 \times U_{п}/U_{и})\%$ для переменного напряжения в диапазоне частот от 20 до 5000 Гц.</p>	<p>То же</p> <p>Питание катушки и электромагнита при воспроизведении постоянных магнитных полей.</p> <p>Питание катушки и электромагнита при воспроизведении переменных магнитных полей на частоте 50 Гц.</p> <p>Управление воспроизведением магнитной индукции постоянного и переменного магнитных полей.</p> <p>Отсчет значений $H(B)$ постоянного и переменного магнитных полей</p>

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3
Катушка импульсного поля КИП-3 Иа5.760.008	Диапазон от 2 до 1000 мТл (от 16 до 8000 А/см); неоднородность магнитного поля в рабочем объеме КИП-3 2×5×5 мм не выше 0,5%	Воспроизведение Н(В) импульсного магнитного поля
Осциллограф запоминающий С9-8	Диапазон входного сигнала от 0,05 до 50 В; погрешность измерения амплитуды сигнала — 1,5%.	Измерение амплитуды импульсного магнитного поля.
Источник импульсного тока ИИТ-1 Иа3.118.001 Шунт 75ШСУЗ	Длительность импульсов — от 1 до 10 мс Класс 0,5	Воспроизведение импульсного магнитного поля Измерение амплитуды импульсных магнитных полей
Компас	Цена деления — не хуже 5°	Ориентирование катушки КМП-50

Примечания: 1. Средства поверки, помеченные *, входят в состав установки УП-1000 (Иа2.002.001).

2. Установка УП-1000, катушка КИП-3 и источник импульсного тока ИИТ-1 являются нестандартизованными средствами измерения. По вопросам их приобретения обращаться на предприятие-изготовитель магнитометра.

8.3.2 Используемые средства поверки должны иметь действующие свидетельства о метрологической аттестации или поверке.

8.4 Условия поверки

8.4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- * температура окружающего воздуха плюс $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- * относительная влажность воздуха от 45 до 80%
- * атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа

8.4.2 Перед проведением поверки магнитометр и средства поверки необходимо распаковать и выдержать в условиях по п. 8.4.1 не менее 2 часов.

8.4.3 При проведении поверки должны соблюдаться требования эксплуатационной документации.

8.5 Проведение поверки

8.5.1 Внешний осмотр

8.5.1.1 Убедиться, что комплектность магнитометра соответствует разделу 3 паспорта.

8.5.1.2 Проверить четкость всех надписей и обозначений.

8.5.1.3 Убедиться, что электронный блок магнитометра опломбирован.

8.5.1.4 Магнитометр не должен иметь механических повреждений и следов грязи.

8.5.1.5 Проверить четкость фиксации разъемов преобразователей в разъеме на электронном блоке.

8.5.2 Опробование

8.5.2.1 Подготовить магнитометр к работе в соответствии с разделом 4 настоящего руководства по эксплуатации.

8.5.2.2 Нажать кнопку “МЕНЮ” и проверить возможность переключения функций **ПАМЯТЬ**, **РЕЖИМ**, **ЕДИНИЦЫ**, **ГРАФИКА** и **ЗВУК**, выполняя указания п. 5.1 настоящего руководства по эксплуатации.

8.5.2.3 Провести настройку пределов измерений в соответствии с требованиями п. 5.2 настоящего руководства по эксплуатации.

Данная операция выполняется отдельно для каждого преобразователя, входящего в комплект поставки магнитометра.

8.5.3 Определение метрологических характеристик магнитометра

- Примечания:
1. Все измерения производятся для каждого преобразователя, входящего в комплект поставки магнитометра.
 2. Так как переход от измерения индукции к измерению напряженности магнитного поля является чисто арифметической операцией, то допускается производить поверку для одного из измеряемых параметров поля (напряженности или индукции) по выбору поверителя.

8.5.3.1 Определение погрешности магнитометра при измерении постоянных магнитных полей напряженностью до 400 А/см (с индукцией до 50 мТл) производить методом прямых измерений.

8.5.3.1.1 Из комплекта приборов, входящих в состав поверочной установки УП-1000, собрать меру Н(В) до 400 А/см (50 мТл) (см. рис.8.1).

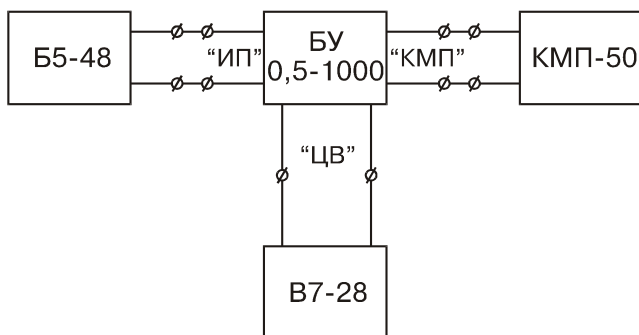


Рис.8.1 Мера магнитной индукции до 50 мТл постоянного магнитного поля

8.5.3.1.2 Установить, используя компас, катушку КМП-50 так, чтобы азимут ее продольной оси был равен $(90 \pm 10)^\circ$.

8.5.3.1.3 Подготовить магнитометр к проведению измерений согласно пп. 5.1 и 5.2 руководства по эксплуатации в режиме измерения $H(B)$ постоянных магнитных полей.

8.5.3.1.4 Вставить преобразователь в щель катушки КМП-50 так, чтобы преобразователь Холла находился в центральной части её рабочего объема.

8.5.3.1.5 Последовательно установить значения $H(B)$ магнитного поля в катушке КМП-50 в соответствии с таблицей 1 Приложения.

8.5.3.1.6 Измерить значения $X_{и}$ $H(B)$ постоянного магнитного поля магнитометром и соответствующие им значения напряжения U вольтметром меры магнитной индукции.

8.5.3.1.7 Определить значение X_0 $H(B)$ постоянного магнитного поля, измеренного по п.9.5.3.1.6, по формуле

$$X_0 = K \cdot U. \quad (8.1)$$

где K — коэффициент связи между напряженностью (индукцией) магнитного поля в катушке КИП-50 и напряжением по вольтметру установки УП-1000;

U — показания вольтметра.

8.5.3.1.8 Вычислить погрешность δ измерения постоянных значений $H(B)$ магнитного поля по формуле

$$\delta = (X_{и}/X_0 - 1) \cdot 100\%. \quad (8.2)$$

8.5.3.1.9 Изменить направление магнитного поля с помощью переключателя "ПОЛЯРНОСТЬ" блока БУ 0,5-1000 меры магнитной индукции и заново выполнить операции по пп.8.5.3.1.5...8.5.3.1.8.

Вычисленные по формуле (8.2) значения погрешности не должны превышать значений, определяемых для напряженностей магнитного поля по формуле (1.1) и для индукции магнитного поля по формуле (1.3) руководства по эксплуатации.

8.5.3.2 Определение погрешности магнитометра при измерениях постоянного магнитного поля с напряженностью (индукцией) магнитного поля от 400 до 8000 А/см (от 50 до 1000 мТл) проводить методом прямых измерений по следующей методике.

8.5.3.2.1 Собрать меру индукции (напряженности) магнитного поля до 1000 мТл (8000 А/см) по следующей методике (см. рис.8.2):

8.5.3.2.1.1 Соединить клеммы "0-50 В"; "-2А" источника Б5-48, соблюдая полярность с клеммами "ИП" блока БУ 0,5-1000;

8.5.3.2.1.2 Подсоединить силовой кабель электромагнита ЭМ-1000 к клеммам "ЭМ" блока БУ 0,5-1000;

8.5.3.2.1.3 Подсоединить, соблюдая полярность, входной кабель вольтметра В7-28 к клеммам "ЦВ" блока БУ 0,5-1000.

Примечание. Для устранения возможного возбуждения источника рекомендуется зашунтировать его выходные клеммы электролитическим конденсатором 1000 мкФ, 50 В.

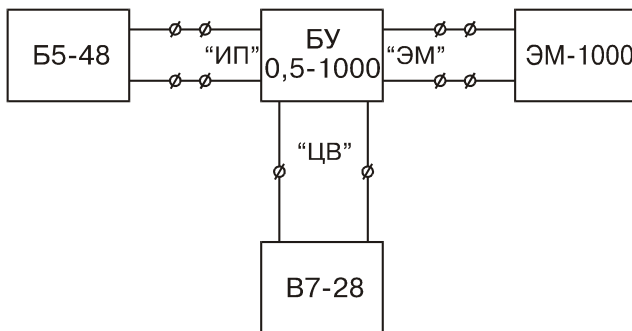


Рис.8.2 Мера магнитной индукции до 1000 мТл постоянного магнитного поля

8.5.3.2.2 Ввести преобразователь в щель электромагнита ЭМ-1000 так, чтобы преобразователь Холла находился в середине её рабочего объема.

8.5.3.2.3 Воспроизвести ряд значений магнитной индукции (напряженности) магнитного поля в соответствии с таблицами 3 и 4 Приложения по следующей методике:

8.5.3.2.3.1 Установить на блоке БУ 0,5-1000 переключатель "ДИАПАЗОН" в положение "1";

8.5.3.2.3.2 Набрать переключателями "А" источника Б5-48 значение "0,99";

8.5.3.2.3.3 Набрать переключателями "V" источника Б5-48 напряжение $U_{ист}$ в зависимости от требуемого значения магнитной индукции $H(B)$.

8.5.3.2.3.4 Перевести переключатель "ДИАПАЗОН" блока БУ 0,5-1000 в положение "2" и затем обратно в положение "1";

Значение $H(B)$ в А/см (мТл) определить по показаниям вольтметра В7-28 (U в милливольтгах) в соответствии с формулой

$$H(B) = M U, \quad (8.3)$$

где M — градуировочный коэффициент электромагнита ЭМ-1000.

При установке другого значения $H(B)$ заново выполнить операции по пп.8.5.3.2.3.3 ... 8.5.3.2.3.4.

8.5.3.2.3.5 Изменить направление магнитного поля с помощью переключателя "ПОЛЯРНОСТЬ" блока БУ 0,5-1000 меры магнитной индукции по п.8.5.3.2.1 и заново выполнить операции по пп.8.5.3.2.3.3, 8.5.3.2.3.4.

8.5.3.2.3.6 Занести результаты измерений и вычислений в таблицы 3 и 4 Приложения.

8.5.3.2.3.7 Вычислить относительную погрешность δ измерений магнитометра по формуле (8.2).

Результаты вычислений по формуле (8.2) не должны превышать значений, определяемых по формулам (1.1) и (1.3) руководства по эксплуатации для соответствующих значений напряженности (индукции) магнитного поля.

8.5.3.3 Определение погрешности магнитометра при измерении амплитудных значений напряженности переменного магнитного поля до 560 А/см (индукции до 70 мТл) и средних значений напряженности до 400 А/см (индукции до 50 мТл) производить методом прямых измерений на частоте 50 Гц.

8.5.3.3.1 Из комплекта приборов, входящих в состав установки УП-1000, собрать меру магнитной индукции переменного магнитного поля до 50 мТл частотой 50 Гц. (см. рис.8.3).

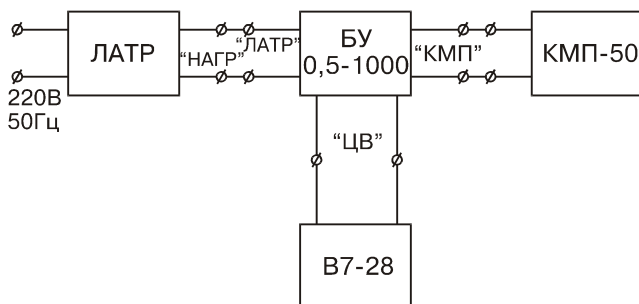


Рис.8.3 Мера магнитной индукции до 50 мТл переменного магнитного поля частотой 50 Гц

8.5.3.3.2 По показаниям индикатора магнитометра последовательно установить значения амплитуды $H(B)$ переменного магнитного поля в соответствии с таблицей 5 Приложения.

8.5.3.3.3 Измерить амплитудное значение $X_{и}$ напряженности (индукции) переменного магнитного поля магнитометром и соответствующие им значения напряжения U вольтметром меры магнитной индукции.

8.5.3.3.4 Определить амплитудное значение X_0 напряженности (индукции) переменного магнитного поля по формуле

$$X_0 = 1,414 \cdot K \cdot U. \quad (8.4)$$

8.5.3.3.5 Вычислить погрешность δ измерения амплитудного значения напряженности (индукции) переменного магнитного поля по формуле (8.2).

8.5.3.3.6 Перевести магнитометр и меру магнитной индукции по п.8.5.3.3.1 в режим измерения средних значений напряженности (индукции) переменных магнитных полей.

8.5.3.3.7 Последовательно установить средние значения напряженности (индукции) переменного магнитного поля в соответствии с таблицей 6 Приложения.

8.5.3.3.8 Измерить средние значения $X_{и}$ напряженности (индукции) переменного магнитного поля магнитометром и соответствующие им значения напряжения U вольтметром меры магнитной индукции.

8.5.3.3.9 Вычислить среднее значение X_0 напряженности (индукции) переменного магнитного поля по формуле

$$X_0 = 0,9 K \cdot U. \quad (8.5)$$

8.5.3.3.10 Вычислить погрешность δ измерения средних значений напряженности (индукции) переменного магнитного поля по формуле (8.2).

Магнитометр считается выдержавшим испытания, если ни одно из вычисленных по формуле (8.2) значений погрешности δ не превышает величину, определенную по формуле (1.1) для напряженности или (1.3) для индукции магнитного поля настоящего руководства по эксплуатации.

8.5.3.4 Определение погрешности магнитометра при измерении амплитудных значений напряженности переменных магнитных полей от 560 до 8000 А/см (индукции от 70 до 1000 мТл) и средних значений напряженности от 400 до 8000 А/см (индукции от 50 до 1000 мТл) производить методом прямых измерений на частоте 50 Гц.

8.5.3.4.1 Из комплекта приборов, входящих в состав поверочной установки УП-1000, собрать меру магнитной индукции переменного магнитного поля от 50 до 1000 мТл частотой 50 Гц. (см. рис 8.4).

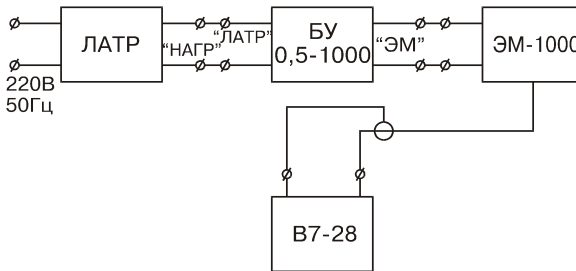


Рис.8.4 Мера магнитной индукции до 1000 мТл переменного магнитного поля частотой 50 Гц

8.5.3.4.2 Последовательно установить значения амплитуды $H(B)$ переменного магнитного поля в соответствии с таблицей 7 Приложения.

8.5.3.4.3 Измерить амплитудное значение $X_{и} H(B)$ переменного магнитного поля магнитометром и соответствующие им значения напряжения U вольтметром меры магнитной индукции.

8.5.3.4.4 Определить амплитудное значение $X_0 H(B)$ переменного магнитного поля, измеренного по п.9.5.3.5.3, по формуле

$$X_0 = M \cdot U, \quad (8.6)$$

где M — градуировочный коэффициент электромагнита ЭМ-1000 при измерении амплитудных значений $H(B)$ переменных магнитных полей.

8.5.3.4.5 Вычислить погрешность δ измерения амплитудных значений $H(B)$ переменного магнитного поля по формуле (8.2).

8.5.3.4.6 Перевести магнитометр и меру магнитной индукции по п.8.5.3.4.1 в режим измерения средних значений $H(B)$ переменных магнитных полей.

8.5.3.4.7 Последовательно установить средние значения $H(B)$ переменного магнитного поля в соответствии с таблицей 8 Приложения.

8.5.3.4.8 Измерить средние значения $X_{и} H(B)$ переменного магнитного поля магнитометром и соответствующие им значения напряжения U вольтметром меры магнитной индукции.

8.5.3.4.9 Вычислить средние значения $X_0 H(B)$ переменного магнитного поля по формуле

$$X_0 = M \cdot U, \quad (8.7)$$

где M — градуировочный коэффициент электромагнита ЭМ-1000 при измерении средних значений $H(B)$ переменных магнитных полей.

8.5.3.4.10 Вычислить погрешность δ измерения средних значений $H(B)$ переменного магнитного поля по формуле (8.2).

Магнитометр считается выдержавшим испытания, если ни одно из вычисленных значений погрешности δ по формуле (8.2) не превышает величины, определенной по формуле (1.1) для напряженности или (1.3) для индукции переменного магнитного поля руководства по эксплуатации.

8.5.3.5 Определение погрешности магнитометра при измерении амплитудных значений $H(B)$ импульсных магнитных полей производить при фиксированной длительности импульса от 1 до 10 мс методом прямых измерений в катушке импульсного магнитного поля КИП-3.

8.5.3.5.1 Подключить катушку импульсного магнитного поля КИП-3 к источнику импульсного тока ИИТ-1 согласно схеме рис. 8.5.

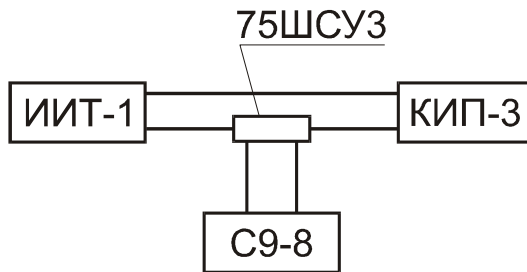


Рис. 8.5 Схема соединений для определения погрешности магнитометра при измерении амплитудных значений напряженности (индукции) импульсных магнитных полей

8.5.3.5.2 Поместить преобразователь в катушку КИП-3 так, чтобы преобразователь Холла оказался в центральной части рабочего объема катушки.

8.5.3.5.3 Последовательно подать в катушку импульсы магнитного поля с амплитудными значениями из таблицы 9 Приложения и произвести измерения амплитудных значений напряженности X_n импульсного магнитного поля с помощью проверяемого магнитометра.

Установленные значения импульсного магнитного поля рассчитать по формуле

$$X_0 = B_0 = N \times U / Z \text{ или } X_0 = H_0 = 7,96 \times N \times U / Z, \quad (8.8)$$

где N — постоянная катушки КИП-3, мТл/А;

U — амплитуда импульса по показаниям осциллографа, В;

Z — сопротивление шунта, Ом.

8.5.3.5.4 Вычислить погрешность измерений по формуле (8.2).

8.5.3.5.5 Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 9 Приложения.

8.5.3.5.6 Изменить полярность импульсов магнитного поля и повторите п. 8.5.3.6.4.

8.5.3.5.7 Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 10 протокола Приложения.

Вычисленные по формуле (8.2) значения относительной погрешности в процентах не должны превышать значений, определяемых для напряженности магнитного поля по формуле (1.2) и для индукции по формуле (1.4) руководства по эксплуатации.

8.6 Оформление результатов поверки

8.6.1 Результаты поверки магнитометра вносятся в протокол.

8.6.2 Магнитометр, прошедший поверку с положительным результатом, признается годным к обращению и применению.

8.6.3 Положительные результаты поверки магнитометра при выпуске из производства или после ремонта, а также при периодической поверке оформляются путем выдачи свидетельства о поверке по форме, утвержденной в установленном порядке.

8.6.4 Магнитометр, не прошедший поверку по любому из пунктов настоящей методики, в обращение не допускается, и на него оформляется извещение о непригодности и изъятии из обращения и эксплуатации в установленном порядке.

ПРОТОКОЛ
поверки магнитометра дефектоскопического МФ-23ИМ

“ ____ “ _____ 200 г.

Магнитометр дефектоскопический МФ-23ИМ заводской № ____
принадлежит _____

Результаты поверки

Результаты поверки магнитометра с преобразователями, входящими в комплект поставки, представлены в таблицах 1...10.

Заключение

Магнитометр дефектоскопический МФ-23ИМ заводской № ____
(не) прошел поверку и (не)допускается к применению в качестве рабочего средства измерения.

М.П. Поверитель _____

Дата _____

Приложение

Таблица 1

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении индукции постоянного магнитного поля до 50 мТл (напряженности до 400 А/см).

Направление магнитного поля — условно положительное

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
0,50	3,98		
5,00	39,80		
10,0	79,60		
25,0	199,0		
50,0	398,0		

Таблица 2

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении индукции постоянного магнитного поля до 50 мТл (напряженности до 400 А/см).

Направление магнитного поля — условно отрицательное

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
0,50	3,98		
5,00	39,80		
10,0	79,60		
25,0	199,0		
50,0	398,0		

Приложение

Таблица 3

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении индукции постоянного магнитного поля от 50 до 1000 мТл (напряженности от 400 до 8000 А/см).

Направление магнитного поля — условно положительное

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
50	398		
100	796		
250	1990		
500	3980		
1000	7960		

Таблица 4

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении индукции постоянного магнитного поля от 50 до 1000 мТл (напряженности от 400 до 8000 А/см).

Направление магнитного поля — условно отрицательное

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
50	398		
100	796		
250	1990		
500	3980		
1000	7960		

Приложение

Таблица 5

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении амплитуды переменного магнитного поля с индукцией до 70 мТл (напряженности до 560 А/см).

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
2,0	15,92		
5,0	39,80		
10,0	79,60		
25,0	199,0		
50,0	398,0		
70,0	557,0		

Таблица 6

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении среднего значения индукции переменного магнитного поля до 50 мТл (напряженности до 400 А/см).

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
2,0	15,92		
5,0	39,80		
10,0	79,60		
25,0	199,0		
50,0	398,0		

Приложение

Таблица 7

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении амплитуды переменного магнитного поля с индукцией от 70 до 1000 мТл (напряженности от 560 до 8000 А/см).

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
70	557		
100	796		
250	1990		
500	3980		
1000	7960		

Таблица 8

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении среднего значения индукции переменного магнитного поля от 50 до 1000 мТл (напряженности от 400 до 8000 А/см).

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
50	398		
100	796		
250	1990		
500	3980		
750	5970		
1000	7960		

Приложение

Таблица 9

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении амплитудного значения индукции (напряженности) импульсного магнитного поля
 Направление магнитного поля — условно положительное

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
10,0	79,6		
25,0	199		
100	796		

Таблица 10

Определение допускаемой относительной погрешности магнитометра при измерении амплитудного значения индукции (напряженности) импульсного магнитного поля
 Направление магнитного поля — условно отрицательное

Рекомендуемые значения		Результат измерения (погрешность $\delta, \%$)	
индукции, мТл	напряженности, А/см	Преобразователь 1	Преобразователь 2
10,0	79,6		
25,0	199		
100	796		