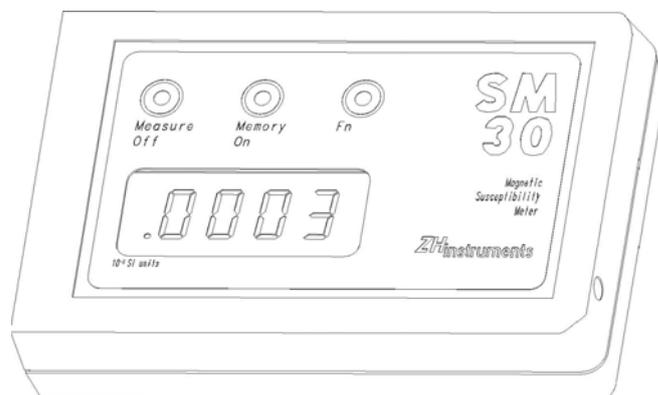


# ZH instruments

---

## Измеритель магнитной восприимчивости **SM-30**

ИНСТРУКЦИЯ ПО  
ЭКСПЛУАТАЦИИ



---

**Дата публикации: Июнь 2010 г.**

## **АДРЕС**

Zdeněk Hůlka  
ZHinstruments  
Kárníkova 22 621 00 Brno  
Czech Republic  
Тел/Факс: +420 - 541634297  
Тел.: +420 - 603795973  
E-mail: [zhinstruments@email.cz](mailto:zhinstruments@email.cz)  
Web: [www.zhinstruments.cz](http://www.zhinstruments.cz)

<b>1.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....</b>	<b>4#</b>
1.1 Применение.....	4#
1.2 Спецификация.....	5#
<b>2. ОПИСАНИЕ ПРИБОРА.....</b>	<b>6#</b>
2.1 Общее описание.....	6#
2.2 Принцип работы.....	7#
<b>2.2.1 Основные режимы А и В.....</b>	<b>8#</b>
<b>2.2.2 Режим экстраполяции.....</b>	<b>9#</b>
<b>2.2.3 Режим интерполяции.....</b>	<b>10#</b>
<b>2.2.4 Режим сканирования .....</b>	<b>10#</b>
<b>2.2.5 Режим усреднения.....</b>	<b>11#</b>
<b>2.2.6 Сравнение режимов.....</b>	<b>11#</b>
<b>3. ПРОЦЕСС РАБОТЫ.....</b>	<b>14#</b>
3.1 Включение прибора ON и OFF .....	14#
3.2 Настройка и индикация режима работы.....	15#

3.3 Измерение магнитной восприимчивости горных пород.....	15#
<b>3.3.1 Основные режимы А и В .....</b>	<b>15#</b>
<b>3.3.2 Режим экстраполяции.....</b>	<b>16#</b>
<b>3.3.3 Режим интерполяции.....</b>	<b>18#</b>
<b>3.3.4 Режим сканирования.....</b>	<b>19#</b>
<b>3.3.5 Режим усреднения.....</b>	<b>21#</b>
3.4 Ячейки памяти .....	23#
3.5 Замена батареи.....	24#
3.6 Связь с компьютеров.....	25#
<b>3.6.1 Общие сведения.....</b>	<b>25#</b>
<b>3.6.2 Работа с прибором при помощи компьютера.....</b>	<b>25#</b>
<b>3.6.3 Передача данных на компьютер.....</b>	<b>26#</b>
3.7 Сообщения об ошибках.....	28#

## **4 РИСУНКИ..... 30#**

4.1 Рисунок 1.....	30#
4.2 Рисунок 2 .....	31#
4.3 Рисунок 3 .....	32#
4.4 Рисунок 4 .....	33#
4.5 Рисунок 5 .....	34#

4.6 Рисунок 6 .....	35#
4.7 Рисунок 7 .....	36#
<b>5.ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>37#</b>
5.1 Программное обеспечение SM30.....	37#
5.2 SM30 для Windows 95/98/NT/2000 .....	37#
<b>5.2.1 Начало работы с программой.....</b>	<b>37#</b>
<b>5.2.2 Чтение ячеек памяти .....</b>	<b>38#</b>
<b>5.2.3 Связь с компьютером on-line.....</b>	<b>38#</b>
<b>5.2.4 Обработка графиков.....</b>	<b>39#</b>
<b>5.2.5 Сохранение данных .....</b>	<b>40#</b>
5.3 Коррекция за конечную мощность слоя.....	41#
5.4 Эффект проводимости.....	42#
5.5 Коррекция эффекта размагничивания.....	44#
5.6 Коррекция при измерениях образцов керна.....	45#

# **1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

## **1.1 Применение**

Измеритель SM-30 предназначен для измерения магнитной восприимчивости пород. Благодаря его высокой чувствительности можно проводить измерения горных пород с очень низкой магнитной восприимчивостью. Также можно проводить измерения для диамагнитных веществ. Максимум чувствительности прибора достигается за очень короткое время после включения. Прибор эффективно уменьшает влияние внешних электромагнитных помех и шумов электронных схем за счет использования специальных способов обработки сигнала. Его малый вес и небольшие размеры делают его идеальным для использования в полевых условиях.

## 1.2 Спецификация

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ.....	$1 \times 10^{-7}$ ед. СИ
МАКСИМАЛЬНОЕ ИЗМЕРЯЕМОЕ ЗНАЧЕНИЕ.....	1 ед. СИ
РАЗМЕРЫ.....	100 x 65 x 25 мм
ВЕС.....	0.150 кг
РАБОЧАЯ ЧАСТОТА.....	8кГц
ВРЕМЯ ИЗМЕРЕНИЯ	
• .....	в стандартном режиме примерно 5 с
• .....	в режиме коррекции дрейфа примерно 8с
ДИСПЛЕЙ.....	4х значный ЖК, 10мм высотой
УПРАВЛЕНИЕ.....	3 кнопки
ПАМЯТЬ.....	до 250 измерений
ПРИЕМНЫЙ КОНТУР:.....	50 мм в диаметре
РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА.....	-20°C до +50°C
ПИТАНИЕ.....	2 литиевых аккумулятора 3V тип CR2430
ВРЕМЯ РАБОТЫ ОТ АККУМУЛЯТОРА.....	около 80 часов
СВЯЗЬ С КОМПЬЮТЕРОМ.....	RS232

## **2. ОПИСАНИЕ ПРИБОРА**

### **2.1 Общее описание**

Измеритель магнитной восприимчивости заключён в бокс, на передней панели которого имеются кнопки и четырёхзначный десятимиллиметровый буквенно-цифровой дисплей. Для того чтобы получить верное значение в единицах СИ, пользователь должен домножить считываемое значение на  $10^{-3}$ .

За передней панелью находится зуммер, который контролирует работу измерителя, при помощи звуковых сигналов. На правой стороне корпуса расположен разъём для соединения с компьютером. Соединительный кабель входит в комплект поставки. В нижней панели корпуса находится небольшой отсек, в котором размещаются две литиевые батареи.

50 мм приёмная катушка расположена на левой стороне параллельно нижней части корпуса (рис. 6).

## 2.2 Принцип работы

Измеритель содержит генератор колебаний (осциллятор) с приёмной катушкой. Частота колебаний зависит от расстояния между измерителем и горной породой. Изменение частоты пропорционально величине магнитной восприимчивости образца. Для того чтобы обнаружить это изменение необходимо дважды измерить частоту колебаний. Первое измерение выполняется вблизи горной породы, это называется этап съёмки.

Второе измерение выполняется, когда прибор удалён от горной породы (измерение в воздухе). Вторая фаза называется этапом компенсации.

После того как второй этап завершён, оба значения вычитаются и отображаются на дисплее. Оба измерения производятся по команде оператора. Описанный режим работы называется основным режимом или режимом 1.

В случае, когда измеряемая магнитная восприимчивость горной породы очень мала, имеется вероятность того, что тепловой дрейф осциллятора будет превышать влияние, оказываемое горной породой. В этом случае необходимо измерять не только магнитную восприимчивость, но также и тепловой дрейф, значение которого потом сравнивается с величиной магнитной восприимчивости. Для определения величины теплового дрейфа необходимо проведение двух измерений вдали от горной породы, таким образом, весь процесс измерения магнитной восприимчивости будет происходить в три этапа: два измерения вдали от горной породы и одно вблизи неё.

В измерителе SM-30 имеется два способа коррекции дрейфа. Первый называется: режим экстраполяции или режим 2. Второй режим называется режимом интерполяции или режимом 3. В тех случаях, когда точки измерений расположены очень близко друг к другу, лучше использовать режим сканирования. Он также учитывает тепловой дрейф, и измерения при этом занимают мало времени, хотя учёт дрейфа, в данном случае, не столь точен, как в режимах экстраполяции или интерполяции.

### **2.2.1 Основные режимы А и В**

Процесс измерения показан на Рис. 1а. Рис. 1б. иллюстрирует, как измеряемый объект влияет на частоту осциллятора. Он также показывает разницу частот на двух этапах измерения, которая является основой при вычислении магнитной восприимчивости. Рис.1. иллюстрирует работу измерителя в идеальном случае, когда нет теплового дрейфа. Магнитная восприимчивость (маг.воспр.) рассчитывается по формуле:

$$\text{маг.воспр.} = f_2 - f_1$$

Значение **маг.воспр.** отображается после завершения этапа компенсации.

Влияние теплового дрейфа при работе в базовом режиме проиллюстрировано на Рис.2, откуда видно, что частота осциллятора изменяется не только под влиянием горной породы на этапе съёмки, но также и без видимых причин, вызывая ошибку измерения.

Измеритель SM-30 имеет возможность работы в двух типах основного режима (А и В), единственная разница между которыми, состоит в длительности этапов съёмки и компенсации. В основном режиме В их длительность в 4 раза меньше, чем в режиме А. Режим В предназначен для измерения горных пород со средней и высокой магнитной восприимчивостью.

### 2.2.2 Режим экстраполяции

Процедура учёта влияния теплового дрейфа изображена на Рис.3. Время, прошедшее между этапом съёмки и первым этапом компенсации, выбирается оператором. Интервал времени между первым и вторым этапами компенсации задаётся автоматически и обозначается, как **t**. Величина дрейфа (**дрейф**) вычисляется по формуле:

$$\text{дрейф} = f_3 - f_2$$

поскольку

$$\text{маг.воспр.} + \text{дрейф} = f_2 - f_1$$

получаем

$$\text{маг.воспр.} = f_2 - f_1 - (f_3 - f_2) = 2f_2 - f_1 - f_3$$

Учёт дрейфа выполняется автоматически в соответствии с последним уравнением.

По завершении первого этапа компенсации на экране сначала отображается неисправленное значение **f2 - f1**. Измеренная величина корректируется после завершения второго этапа компенсации и на экране отображается значение **2f2 - f1 - f3**.

### **2.2.3 Режим интерполяции**

Этот метод требует установки измерителя вблизи горной породы на втором этапе. Компенсация осуществляется на первом и третьем измерениях. В данном режиме третье измерение (оно же является вторым этапом компенсации) начинается автоматически. Из Рис.4 следует что:

$$\text{маг.воспр.} = (f1 + f3)/2 - f2 = -1/2 (2f2 - f1 - f3)$$

Измеренное значение, корректируется после второго этапа компенсации и на экране отображается: **-1/2 (2f2 - f1 - f3)**.

### **2.2.4 Режим сканирования**

Принцип работы измерителя в данном режиме проиллюстрирован на Рис.5., где показана серия измерений. Первое и последнее измерения являются этапами компенсации (измерения в воздухе, на удалении от горной породы). Первый этап компенсации запускается путём нажатия левой кнопки, затем следуют этапы съёмки (вблизи горной породы), которые также запускаются левой кнопкой. Измерение заканчивается вторым этапом компенсации, запуск которого, осуществляется нажатием **средней кнопки**. На экране отображаются

значения магнитной восприимчивости, рассчитываемые после каждого этапа съёмки, аналогично тому, как это делается в **Основном** режиме. При этом принимается во внимание значение, измеренное на первом этапе компенсации (fc1). Значения записываются в оперативную память процессора вместе со временем, прошедшим после первого этапа компенсации (Рис. 5.). По завершении второго, последнего этапа компенсации (запуск которого осуществляется нажатием **на среднюю кнопку**), учёт дрейфа осуществляется интерполированием. Исправленные значения магнитной восприимчивости записываются в память прибора и отображаются на экране обычным образом. Серия измерений состоит из 20 этапов съёмки. После двадцатого этапа прибор выдаёт оператору предупреждение, о том что серия измерений должна быть завершена вторым этапом компенсации.

### **2.2.5 Режим усреднения**

Этот режим (Режим 5) очень похож на Режим сканирования (Режим 4), за исключением самого конца процедуры измерений. После нажатия **средней кнопки** и учёта дрейфа, производится вычисление среднего значения и его запись в память (Рис. 5.).

### **2.2.6 Сравнение режимов**

Оба основных режима являются простыми и применимыми в большинстве случаев. Основной режим В удобен при изучении объектов со средней и высокой магнитной восприимчивостью.

Режим экстраполяции полезен в случаях, когда значения магнитной восприимчивости горных пород малы.

Процесс работы измерителя, в данном случае, такой же, как и в Основном режиме, только коррекция итогового значения требует на несколько секунд больше времени.

Преимущества метода интерполяции можно видеть в уравнениях в пп. 2.2.2 и 2.2.3. Сравнение обоих способов вычисления показывает, что в Режиме интерполяции результат измерения делится  $-2$ . Это значит, что значение в два раза точнее по сравнению с тем, что получается в Режиме экстраполяции, т.к. верное значение получается обработкой данных таким же образом, что и в режиме экстраполяции, но с учетом усреднения и деления результата на  $-2$ . Метод интерполяции в два раза более эффективно устраняет шумы по сравнению с методом экстраполяции, однако, он меньше похож на основные режимы, используемые при большинстве измерений. Метод интерполяции полезен при работе с образцами, характеризующимися очень низкой магнитной восприимчивостью.

Режим сканирования лучше подходит при измерениях на нескольких точках на профиле. Хорошим примером является керн. Для того чтобы измерить  $n$  значений, необходимо измерить частоту  $n+2$  раза, в то время как при использовании методов интерполяции или экстраполяции надо выполнить  $3n$  измерений.

Недостатком режима сканирования является меньшая эффективность устранения дрейфа. Это особенно ярко проявляется, когда количество этапов съёмки между двумя этапами компенсации велико. Вследствие менее эффективного устранения дрейфа, отсчёты на экране отображаются с точностью до  $10^{-6}$  ед.СИ. Следующая таблица позволяет сравнить шесть вышеописанных режимов.

	объект измерения и способ запуска	объект измерения и способ запуска	объект измерения и способ запуска	разрешение [ед.СИ]
<b>Основные режимы*) А и В</b>	горная порода; нажатие левой кнопки	воздух; нажатие левой кнопки	----- -----	$10^{-6}$
<b>Режим экстраполяции (учёт дрейфа)</b>	горная порода; нажатие левой кнопки	воздух; нажатие левой кнопки	воздух; автоматически	$10^{-7}$
<b>Режим интерполяции (учёт дрейфа)</b>	воздух; нажатие левой кнопки	горная порода; нажатие левой кнопки	воздух; автоматически	$10^{-7}$
<b>Режим сканирования</b>	воздух; нажатие левой кнопки	горная порода; нажатие левой кнопки n раз	воздух; нажатие правой кнопки	$10^{-6}$
<b>Режим усреднения</b>	воздух; нажатие левой кнопки	горная порода; нажатие левой кнопки n раз	воздух; нажатие правой кнопки	$10^{-7}$

**\*) Время измерения в основном режиме В – в четыре раза меньше, чем в основном режиме А.**

## 3. ПРОЦЕСС РАБОТЫ

### 3.1 Включение и выключение прибора

Измеритель включается путём нажатия на среднюю кнопку. В процессе включения, в течение 0.2 секунд, он отображает номер режима работы, который использовался до выключения устройства. После того, как кнопка отпущена, на дисплее отображается последнее измеренное значение магнитной восприимчивости, и зуммер производит короткий сигнал. Режимы работы пронумерованы следующим образом:

основной режим А .....	-1-
режим экстраполяции.....	-2-
режим интерполяции.....	-3-
режим сканирования.....	-4-
режим усреднения.....	-5-
основной режим В.....	-6-

Соответствующим режимам присваиваются такие же номера в процессе выбора режима работы (см. следующую главу).

Измеритель выключается нажатием на левую кнопку и удерживанием её до тех пор, пока зуммер не издаст короткий сигнал, подтверждающий выключение. Это занимает около 5 секунд. Также измеритель отображает **OFF** на экране. После того, как кнопка будет отпущена, экран гаснет и измеритель выключается.

Измеритель выключается автоматически, в том случае, когда в течение трёх минут не нажимаются никакие кнопки, при этом выключение сопровождается коротким звуковым сигналом.

## **3.2 Установка и индикация режима работы**

Нажатие и удержание правой кнопки и последующее нажатие левой позволяет отобразить на экране номер режима работы в соответствии с таблицей, описанной в предыдущем параграфе. Повторное нажатие левой кнопки позволяет пользователю последовательно изменять номер режима в порядке возрастания. За режимом 6 опять следует режим 1. После завершения этой процедуры будет использован заданный режим.

## **3.3 Измерение магнитной восприимчивости горной породы**

**3.3.1 Основные режимы А и В** В случае необходимости переключите прибор в Основные режимы сбора данных, имеющие номера **-1-** или **-6-**. Единственным отличием одного режима от другого является длительность этапов съёмки и компенсации. В основном режиме В она в 4 раза меньше, чем в режиме А.

Включённый измеритель кладётся рядом горной породой, и оператор нажимает левую кнопку, при этом измеритель издаёт высокий звуковой сигнал. Когда оператор отпускает кнопку, измеритель осуществляет этап съёмки, то есть измеряет частоту вблизи горной породы.

В процессе измерения частоты зуммер издаёт низкий звук, и дисплей отображает три средних горизонтальных сегмента. Этап съёмки занимает приблизительно 2 секунды. По его завершении, зуммер отключается, и на экране отображается номер ячейки памяти, в которую будет записано измеренное значение.

Затем оператор относит измеритель от горной породы и нажимает левую кнопку, при этом зуммер издаёт высокий звук. После того, как кнопка отпущена, измеритель осуществляет этап компенсации, который, в данном случае, сводится к одному измерению на удалении от горной породы. Во время измерения частоты зуммер производит низкий звук, при этом на дисплее отображаются три средних горизонтальных сегмента. Продолжительности этапов компенсации и съёмки составляют 2 секунды. По завершении этапа компенсации, зуммер отключается и на дисплее отображается значение магнитной восприимчивости, которое должно быть умножено на  $10^{-3}$ , чтобы соответствовать единицам системы СИ. В основном режиме полученные значения отображаются с точностью  $10^{-6}$  ед.СИ.

**3.3.2 Режим экстраполяции** в случае необходимости переключите прибор в режим экстраполяции, обозначенный цифрой **-2-**.

Включённый измеритель устанавливается рядом горной породой, и оператор нажимает левую кнопку, при этом измеритель издаёт высокий звуковой сигнал. Когда оператор отпускает кнопку, измеритель осуществляет этап съёмки, то есть измеряет частоту вблизи горной породы. В процессе измерения частоты зуммер

издаёт низкий звук, и дисплей отображает три средних горизонтальных сегмента. Этап съёмки занимает приблизительно 2 секунды. По его завершении, зуммер отключается, и на экране отображается номер ячейки памяти, в которую будет записано измеренное значение.

Затем оператор относит измеритель от горной породы и нажимает левую кнопку, при этом зуммер издаёт высокий звук. После того, как кнопка отпущена, измеритель осуществляет этап компенсации, который, представляет собой измерение частоты на удалении от горной породы. Во время измерения частоты зуммер издаёт низкий звук, при этом на дисплее отображаются три средних горизонтальных сегмента. Продолжительности этапов компенсации и съёмки составляют 2 секунды. По завершении этапа компенсации, зуммер отключается и на дисплее отображается измеренное значение. Это же значение было бы окончательным при работе в основном режиме. Затем оператор удерживает измеритель вдали от горной породы. Через несколько секунд зуммер начинает издавать низкий звук, сигнализируя о втором этапе компенсации, состоящем в повторном измерении частоты вдали от горной породы. По завершению этого этапа на дисплее отображается скорректированное значение магнитной восприимчивости. Полученное значение не искажено линейной частью дрейфа, и оно должно быть умножено на  $10^{-3}$ , чтобы соответствовать единицам системы СИ.

В режиме экстраполяции полученные значения отображаются с точностью  $10^{-7}$  ед.СИ.

### **3.3.3 Режим интерполяции** в случае необходимости переключите прибор в режим интерполяции обозначенный цифрой **-3-**

Затем оператор удерживает измеритель вдали от горной породы и нажимает левую кнопку, при этом зуммер издаёт высокий звук. После того, как кнопка отпущена, измеритель осуществляет первый этап компенсации, который, представляет собой измерение частоты на удалении от горной породы. Во время измерения частоты зуммер производит низкий звук, при этом на дисплее отображаются три средних горизонтальных сегмента. Продолжительность первого этапа компенсации составляет приблизительно 2 секунды. По завершении этапа, зуммер отключается, и на экране отображается номер ячейки памяти, в которую будет записано измеренное значение. Затем измеритель располагается вблизи горной породы и оператор опять должен нажать левую кнопку. Зуммер издаёт высокий звук, и когда оператор отпускает кнопку, измеритель осуществляет этап съёмки, то есть измеряет частоту вблизи горной породы. В процессе измерения частоты зуммер издаёт низкий звук, и дисплей отображает три средних горизонтальных сегмента. Продолжительности первого этапа компенсации и этапа съёмки составляют приблизительно 2 секунды. По завершении этапа съёмки, зуммер отключается и на экране отображается измеренное значение. Это же значение было бы окончательным при работе в основном режиме. Далее оператор удерживает измеритель вдали от горной породы. Через несколько секунд, зуммер начинает издавать низкий звук,

сигнализируя о втором этапе компенсации, состоящем в повторном измерении частоты вдали от горной породы. По завершению этого этапа на дисплее отображается скорректированное значение магнитной восприимчивости. Полученное значение не искажено линейной частью дрейфа, и оно должно быть умножено на  $10^{-3}$ , чтобы соответствовать единицам системы СИ.

В режиме интерполяции полученные значения отображаются с точностью  $10^{-7}$  ед.СИ.

**3.3.4 Режим сканирования** в случае необходимости переключите прибор в режим сканирования обозначенный цифрой **-4-**

Оператор удерживает измеритель на расстоянии от горной породы и нажимает левую кнопку, при этом зуммер издаёт высокий звук. После того, как кнопка отпущена, измеритель осуществляет первый этап компенсации, который, представляет собой измерение частоты на удалении от горной породы. Во время измерения частоты зуммер издает низкий звук, при этом на дисплее отображаются три средних горизонтальных сегмента. Продолжительность первого этапа компенсации составляет приблизительно 2 секунды. По завершении этапа, зуммер отключается, и на экране отображается значение **.0000.**

Затем измеритель располагается вблизи горной породы и оператор опять должен нажать левую кнопку. Зуммер издаёт высокий звук, и когда оператор отпускает кнопку, измеритель осуществляет этап съёмки, то есть измеряет частоту вблизи

горной породы. В процессе измерения частоты зуммер издаёт низкий звук, и дисплей отображает - :**1**, что говорит о том что измерение было первым в серии. Продолжительности первого этапа компенсации и этапов съёмки составляют приблизительно 2 секунды. По завершении этапа съёмки, зуммер отключается и на экране отображается измеренное значение. Это же значение было бы окончательным при работе в основном режиме. Затем оператор помещает измеритель в другом месте и измеряет частоту вблизи горной породы, при этом на экране отображается значение -:**2**.

Цифра обозначает, что измерение является вторым в серии. На других точках измерения проводятся аналогично, и их максимальное количество не превышает 20. Затем оператор относит измеритель от горной породы и нажатием средней кнопки запускает второй этап компенсации. После того как он будет завершён, на экране отображаются разница между первым и вторым этапами компенсации, т.е. дрейф за время измерения. По завершении второго этапа компенсации измеритель осуществляет интерполяционную коррекцию дрейфа, и исправленные данные записываются в ячейки памяти. Перед первым значением на экране отображаются двойные открывающиеся скобки, после последнего – двойные закрывающиеся. Длина блока может достигать 22 ячейки памяти. Программное обеспечение, входящее в комплект поставки измерителя, заменяет двойные скобки на "begin" и "end" при передаче данных на компьютер. В случае, когда два блока следуют один за другим, символы начала нового блока (открывающиеся скобки) заменяют символы, обозначающие конец предыдущего (закрывающиеся скобки).

При запуске режима сканирования измеритель проверяет количество доступных ячеек памяти. В случае, когда их количество недостаточно для проведения измерения в этом режиме, прибор просигнализирует о невозможности его проведения двумя короткими звуковыми сигналами. Измеритель должен иметь, по крайней мере, 21 доступную ячейку памяти, для работы в режиме сканирования, таким образом, Указатель Ячеек должен иметь значение **229** или меньше (см. следующую главу).

**3.3.5 Режим усреднения** в случае необходимости переключите прибор в режим усреднения обозначенный цифрой **-5-**

Оператор удерживает измеритель вдали от горной породы и нажимает левую кнопку, при этом зуммер издаёт высокий звук. После того, как кнопка отпущена, измеритель осуществляет первый этап компенсации, который, представляет собой измерение частоты на удалении от горной породы. Во время измерения частоты зуммер издает низкий звук, при этом на дисплее отображаются три средних горизонтальных сегмента. Продолжительность первого этапа компенсации составляет приблизительно 2 секунды. По завершении этапа, зуммер отключается, и на экране отображается значение **.0000**.

Затем измеритель располагается вблизи горной породы и оператор опять должен

нажать левую кнопку. Зуммер издаёт высокий звук, и когда оператор отпускает кнопку, измеритель осуществляет этап съёмки, то есть измеряет частоту вблизи горной породы. В процессе измерения частоты зуммер издаёт низкий звук, и дисплей отображает **A:1**, что говорит о том что измерение было первым в серии. Продолжительности первого этапа компенсации и этапов съёмки равны и составляют приблизительно 2 секунды. По завершении этапа съёмки, зуммер отключается и на экране отображается измеренное значение. Это же значение было бы окончательным при работе в основном режиме. Затем оператор помещает измеритель в другом месте и измеряет частоту вблизи горной породы, при этом на экране отображается значение **A:2**.

Цифра обозначает, что измерение является вторым в серии. На других точках измерения проводятся аналогично, и их максимальное количество не превышает 20. Затем оператор относит измеритель от горной породы и нажатием средней кнопки запускает второй этап компенсации. После того как он будет завершён, измеритель осуществляет интерполяционную коррекцию дрейфа, после чего среднее значение исправленных данных выводится на экран и записывается в ячейки памяти.

Существуют два способа прерывания измерений (Рис.7.):

- а) Нажать и отпустить среднюю кнопку до того как завершится второй этап компенсации. Среднее значение отобразится на экране (Рис.7а,с жирная линия
- б) Нажать, отпустить, нажать и удерживать среднюю кнопку. Когда

завершится второй этап компенсации, на экране отобразится значение дрейфа. После того как средняя кнопка отпущена, на экране отобразится среднее значение (Рис.7а,д, пунктирная линия).

### 3.4 Ячейки памяти

Измеритель SM-30 имеет 250 ячеек памяти для записи измеренных данных. Кроме того, прибор всегда сохраняет измеренное значение перед выключением, и оно автоматически отображается на экране после включения измерителя. Ячейки памяти пронумерованы как **R1, R2,..., R250**. Ячейка памяти выбирается Указателем ячеек (RP). Содержимое можно использовать различными способами. Ячейки памяти могут использоваться следующим образом:

1. Сохранение. Отображённое значение, полученное при последнем измерении, сохраняется нажатием средней кнопки. Когда оператор нажимает её, на экране отображается номер ячейки памяти, в который будет записано измеренная величина. Её сохранение происходит после того, как оператор отпустит среднюю кнопку. После этой процедуры Указатель ячеек показывает большее значение, и данные следующего измерения записываются в ячейку с большим номером. Запись производится до того момента, пока не заполнится ячейка с номером **R250**. В случае неудачной попытки сохранения данных, зуммер сигнализирует о ней звуковым сигналом, и на экране отображается символ **FL** вместо значения указателя ячейки.
2. Число, которое не было получено непосредственно перед нажатием на правую кнопку, не сохраняется. Нажав на правую кнопку, оператор получает

возможность просмотреть содержимое Указателя ячеек, отпустив её, у него появляется возможность посмотреть содержимое выбранной ячейки. Значение указателя ячеек увеличивается при пролистывании, и оператор может просмотреть всю память, последовательно нажимая среднюю кнопку. Просмотр ячеек осуществляется последовательно и циклически, то есть за ячейкой с номером **R250** будет следовать ячейка с номером **R1**.

Содержимое ячеек памяти может быть просмотрено путём нажатия на правую кнопку. В этом случае, номер следующей ячейки будет меньше предыдущего. Просмотр ячеек здесь также осуществляется последовательно и циклически, то есть за ячейкой с номером **R1** будет следовать ячейка с номером **R250**.

1. Для того чтобы очистить ячейки, оператор должен нажать правую кнопку, затем, удерживая её нажать, две оставшиеся. Указатель ячейки примет значение 1, и содержимое всех ячеек памяти будет удалено. В процессе удаления данных на дисплее будет отображаться символ **:CL**.
2. Если пользователь хочет просмотреть ячейки, не сохраняя при этом результат последнего измерения, нужно нажать правую кнопку, или выключить и включить измеритель. Хотя последнее измерение и отображается на экране после включения прибора, до момента нажатия на среднюю кнопку, в памяти оно не сохранено.

### **3.5 Замена батареи**

1 Сдвиньте крышку на нижней поверхности корпуса измерителя. Там располагаются две литиевые батареи, удерживаемые на месте планкой и двумя винтами.

- 2 Ослабьте винт, расположенный в углу. Вывинтите второй винт полностью.
- 3 Замените батареи.
- 4 Закрепите планку.
- 5 Поместите крышку батарейного отсека на место.

## **3.6 Соединение с компьютером**

### **3.6.1 Общая информация**

Прибор подключается к компьютеру посредством специального кабеля, входящего в комплект поставки. Со стороны, подключаемой к компьютеру, на кабеле имеется 9-контактный XLR разъем (Кэнон-разъем). Скорость соединения составляет 9600 Bd. В программном обеспечении должны быть установлены: выход **DTR=1** (положительный) и выход **RTS=0** (отрицательный). Обмен данными осуществляется в кодировке ASCII.

### **3.6.2 Работа с прибором при помощи компьютера**

Оператор может при помощи компьютера имитировать функции всех кнопок. Символ ASCII

**"1"** имитирует левую кнопку. Также символ ASCII

**"2"** имитирует среднюю кнопку и символ ASCII

**"3"** имитирует правую кнопку.

Символ **"r"** осуществляет запрос на пересылку всем ячейкам.

Символ "**v**" запрашивает версию программного обеспечения.

### **3.6.3 Передача данных на компьютер**

Измеритель автоматически пересылает данные, отображаемые на экране, по последовательному каналу.

Для дальнейшего использования в тексте руководства определим термин **<data>** как строку символов ASCII, имеющую вид

**-xxx.xxxxx** в случае отрицательного значения (10 байт) и **xxx.xxxxx** в случае положительного значения (9 байт). Где символ **x** заменяет цифру в кодировке ASCII в диапазоне **1..9**. Измеритель передаёт больше значащих цифр, чем отображается на его экране. Это бывает удобным при оценке уровня шума прибора. Количество цифр непостоянно и зависит от режима работы измерителя.

Также определим термин **<reg>**, как строку числовых символов ASCII, обозначающих номер ячейки.

а) Значения полученные в Основном режиме

**M<data><LF>** например **M-000.256<LF>**

b) Значение полученное в режиме коррекции дрейфа

**M<data1><space> ... M<data2><LF>**

Точки стоят на месте истекшего времени, например

**M000.006<space> M-000.002<LF>**

c) Сохранение данных в ячейку памяти

**W<reg>I<data><LF>** например. **W03I-023.123<LF>** В случае переполнения памяти вместо данных передаётся символ "O"

. d) Чтение ячейки памяти

**R<reg>I<data><LF>** например

**R23I000.452<LF>**

e) Значение, полученное в режиме сканирования

**GB<LF>** - обозначает начало блока данных в режиме сканирования

**G<reg>I<data><LF>** - измеренные данные **GE<LF>** - обозначает конец блока данных в режиме сканирования

например **GB<LF>**

**G100I000.452<LF>**

**G101I000.401<LF>**

**G102I000.392<LF>**

**GE<LF>**

Включение прибора при помощи компьютера, и считывание последнего измеренного значения, которое отображается на экране сразу после включения прибора – невозможно.

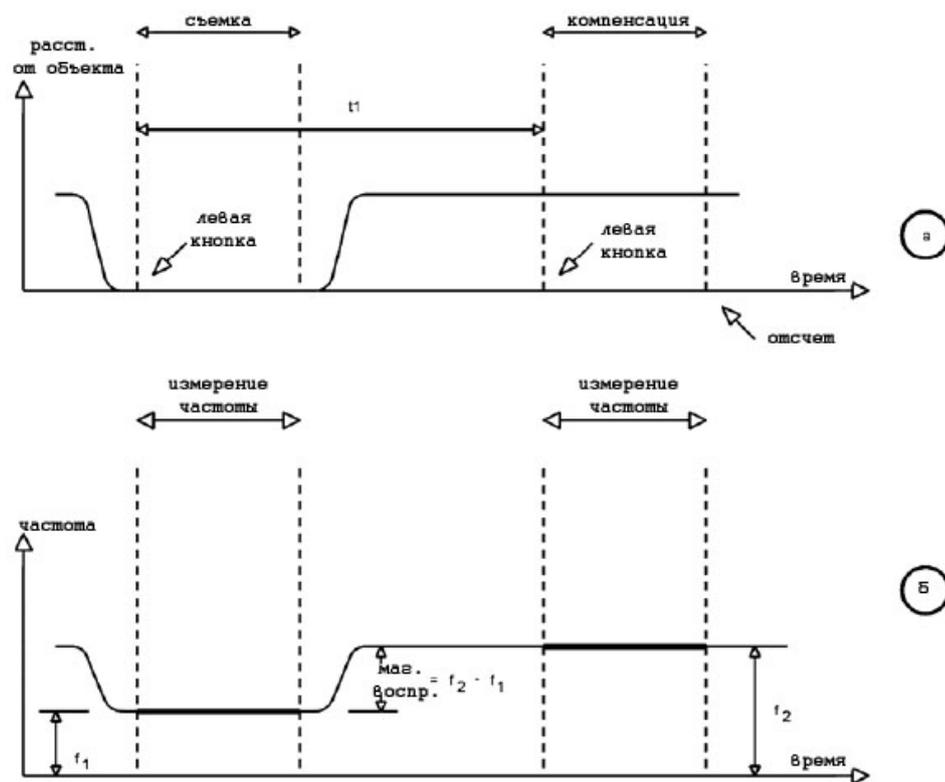
### **3.7 Сообщения об ошибках**

- **Err** –Этап был запущен слишком поздно после завершения предыдущего.
- **LO BAT** –Батарея разряжена. После первого предупреждения, измеритель будет работать некоторое время.
- **FL** – Ячейки памяти заполнены.

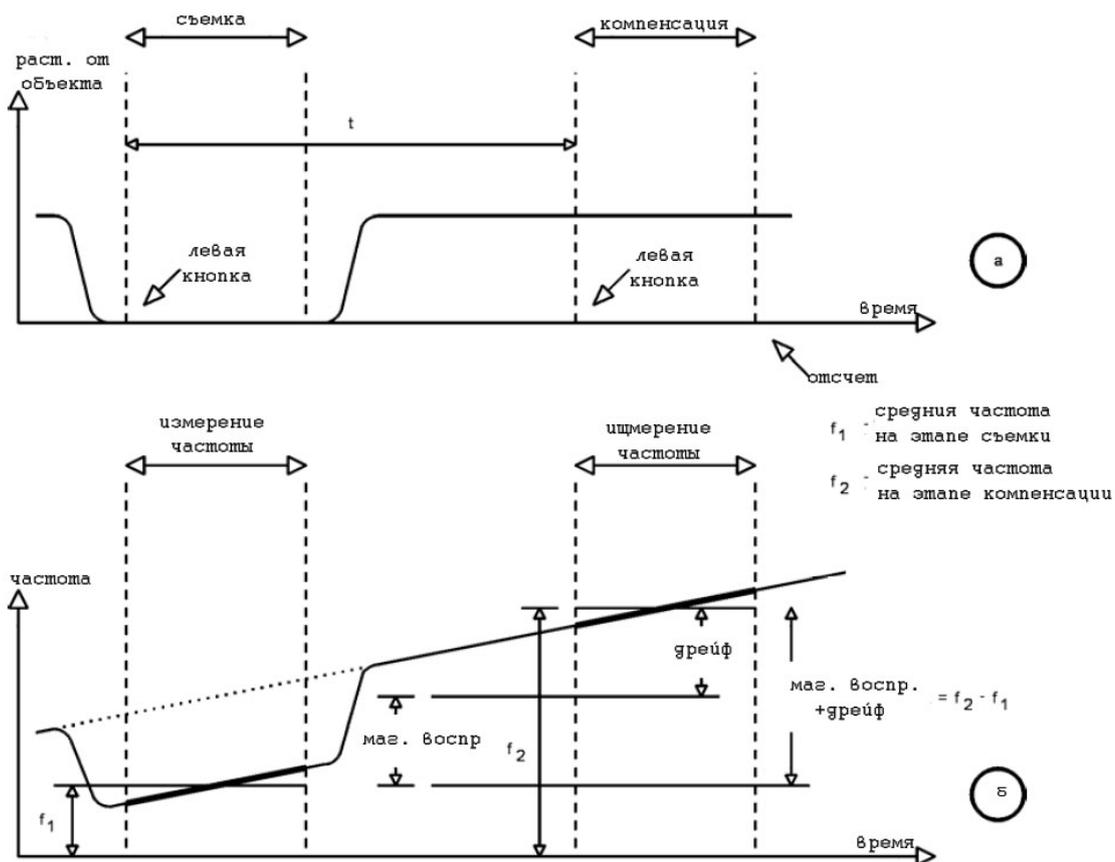
- **OL** – Измеритель перегружен, измеренная магнитная восприимчивость превосходит предел измерений (т.е. измеренное значение  $> 1$  ед.СИ).

# 4 РИСУНКИ

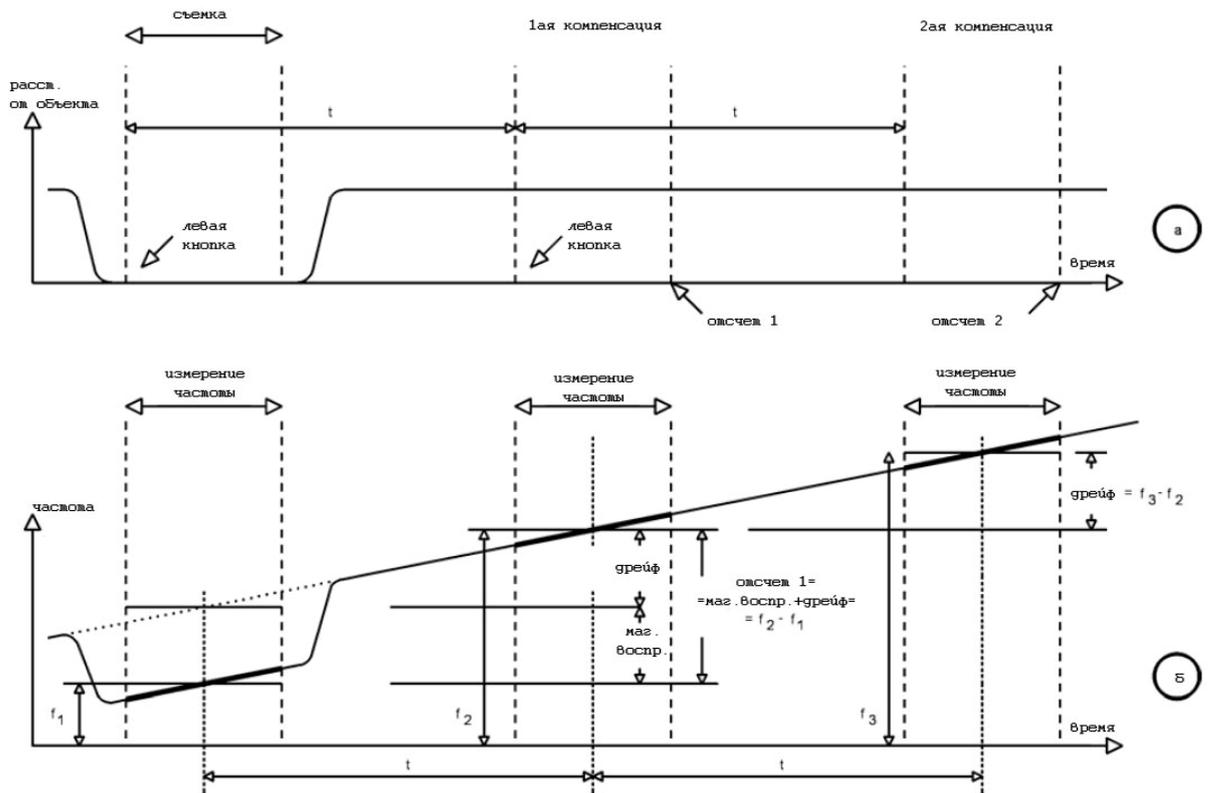
## 4.1 Рисунок 1



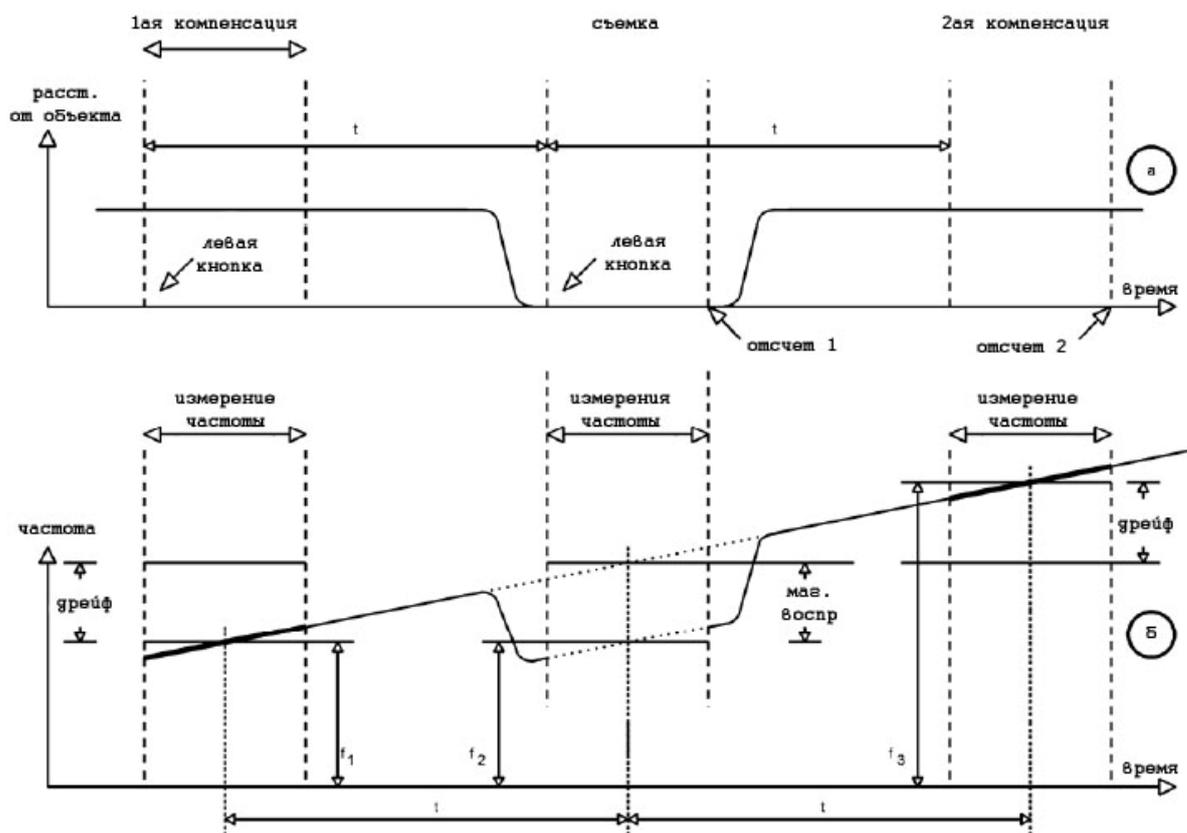
## 4.2 Рисунок 2



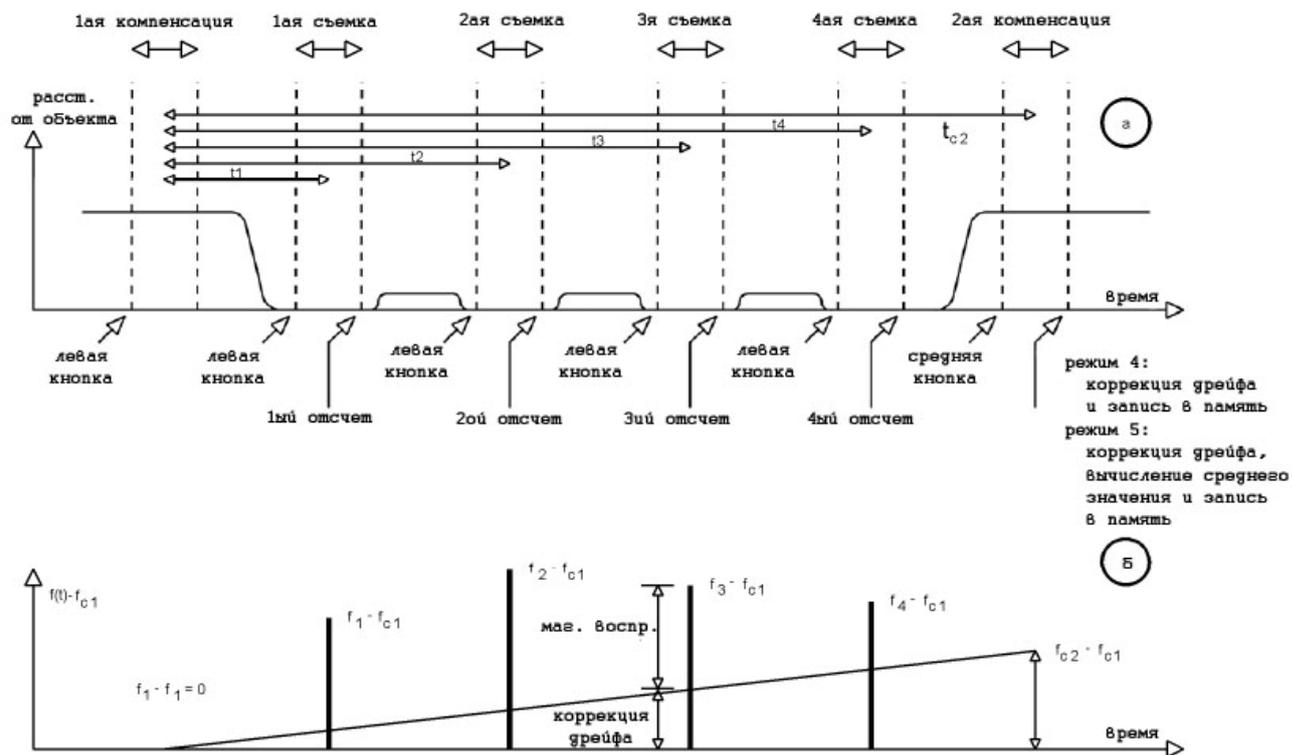
### 4.3 Рисунок 3



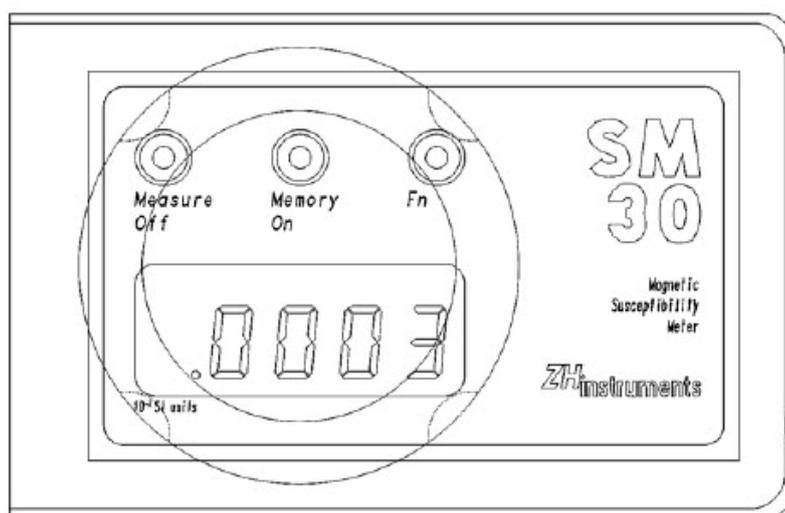
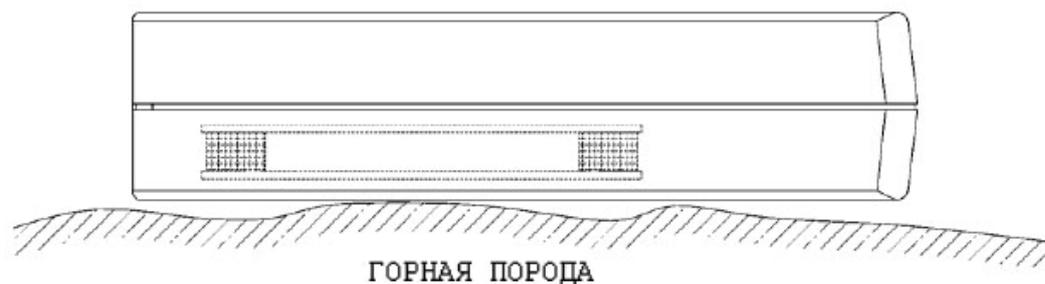
## 4.4 Рисунок 4



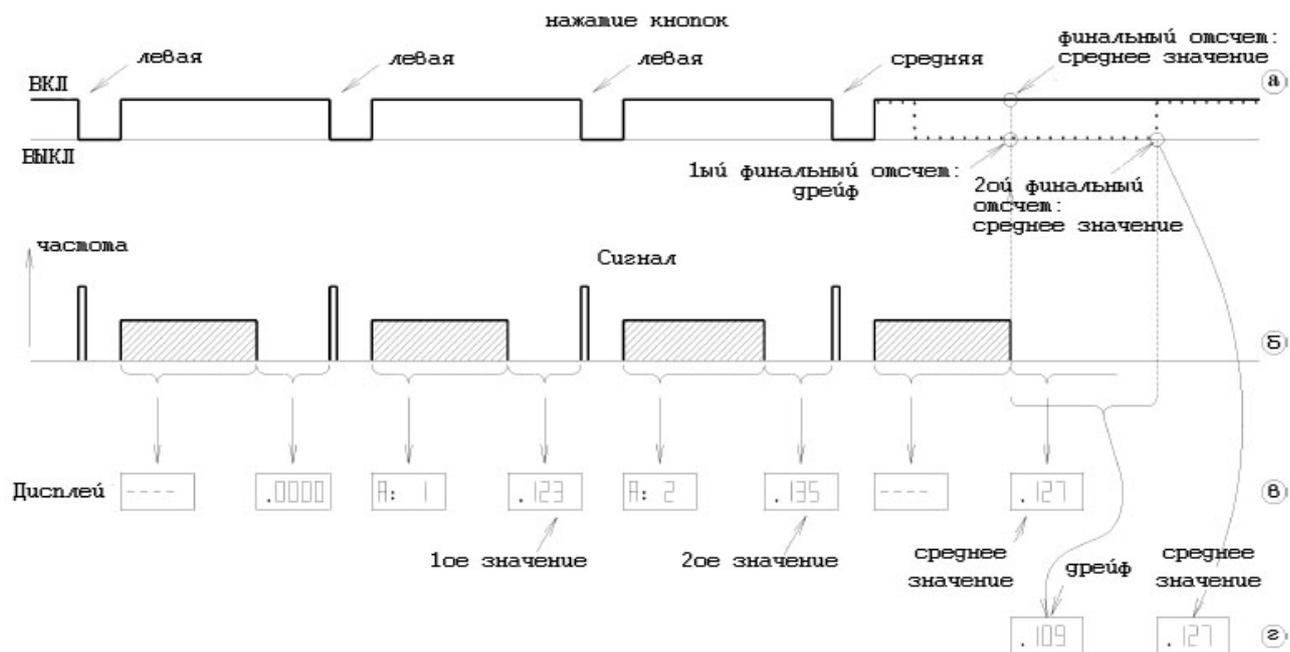
## 4.5 Рисунок 5



## 4.6 Рисунок 6



## 4.7 Рисунок 7



## **5. ПРИЛОЖЕНИЯ**

### **5.1 Программное обеспечение SM30**

С измерителем SM30 поставляется программа, обеспечивающая связь с персональным компьютером. Программа позволяет импортировать данные из встроенной памяти измерителя SM30, а также осуществлять контроль измерений прибора. Более современная версия программы – SM30W – позволяет визуализировать полученные данные в виде графиков, а также может быть использована для тестирования шумов и температурной стабильности прибора.

### **5.2 SM30 для Windows 95/98/NT/2000**

#### **5.2.1 Начало работы с программой**

Скопируйте файл SM30W.EXE и KOMUN.DLL на ваш жесткий диск.

- Запустите программу
- Подключите кабель к порту, запустите SM30 и выберите количество каналов связи, которое вы собираетесь использовать.

### 5.2.2 Чтение ячеек памяти

- Выберите вкладку **Registers** с правой стороны окна (по умолчанию)
- Выберите меню **Device** на верхней панели инструментов и выберите **Read registers** в меню.

Меньшее окно справа начнет показывать данные, которые будут списываться с прибора SM-30. Когда все 250 измерений будут прочитаны, указатель измерений примет значение 1. Одновременно полученные данные визуализируются в виде графика. При наличии отдельных выбросов данные могут не отображаться на графике, в этом случае следует изменить вертикальный масштаб графика. Если данные были собраны в режиме 4 (сканирование), графики для каждого блока будут отображаться отдельно. Данные, собранные в режиме 5 (осреднение) будут отображаться, как отдельные точки.

### 5.2.3 Связь с компьютером on-line

Контроль прибора SM30 может осуществляться нажатием кнопок 1, 2 и 3 или из меню **Device**. В случае, когда для работы аппаратуры необходимо нажать две или более кнопок одновременно, управление с компьютера невозможно. Опция **Test** предназначена для тестирования аппаратуры. Во время тестирования измеритель SM-30 запускается каждые 15 секунд. Если выбран режим 1, собранные данные будут представлены в виде графика. В режиме 2 и 3, будут показаны два графика: один из них отображает данные, полученные в режиме 1

и остальные – данные, собранные в режиме 2 или 3. Численные значения отображаются в правой части окна. Во время он-лайн тестирования данные заносятся в компьютер с разрешением  $10^{-8}$  ед. Си.

#### **5.2.4 Обработка графиков**

Длина графиков может составлять 100 или 250 точек. Для изменения длины графика используйте **N** или **W** на верхней панели инструментов. Таким же образом может быть изменен вертикальный масштаб, нажав + или – на верхней панели инструментов. Опция **Undo** активируется нажатием стрелки на верхней панели инструментов. Каждая ось имеет числовую шкалу. Значения шкалы должны быть умножены на коэффициент, представляющий 10 в некоторой степени.

Опция **Zoom** предназначена для детального просмотра. Для того чтобы выбрать отдельный прямоугольный участок графика используйте левую кнопку мыши одновременно. Чтобы увеличить выделенный участок кликните дважды левой кнопкой по выделенному участку. Для возврата к исходным размерам графика нажмите стрелку на верхней панели инструментов. Весь график может быть перемещен с помощью мыши после нажатия клавиши Shift на клавиатуре и левой кнопки мыши одновременно. После нажатия правой кнопки мыши появляется всплывающее меню. Команды меню позволяют пользователю скрыть или отобразить различные компоненты графика.

Опция **Properties** позволяет пользователю выбрать цвет графика. Также она позволяет скрыть выбранные графики. Меню **View** позволяет пользователю скрыть таблицу значений с правой стороны панели.

#### **5.2.5 Сохранение данных**

Полученные данные могут быть сохранены на жесткий диск для последующего использования. Данные сохраняются в формате XML. Для некоторых приложений требуется, чтобы порядковый номер и значение магнитной восприимчивости содержались в одной строке. Для формирования данных в таком формате используйте опцию **Export** в меню **File**.

### 5.3 Коррекция за конечную мощность слоя

Мощность слоя [мм]	Процент от отсчета [%]
1	12.46
2	23.02
3	32.02
4	39.71
5	46.39
6	52.18
7	57.19
8	61.60
9	65.41
10	68.81
12	74.42
14	78.83
16	82.35
18	85.15
20	87.42
22	89.27
24	90.82
26	92.07
28	93.14
30	93.98
35	95.65
40	96.72

Мощность слоя [мм]	Процент от отсчета[%]
45	97.50
50	98.09
55	98.45
60	98.75
65	98.99
70	98.17
100	99.70
500	100.00

В таблице показана зависимость измеренной магнитной восприимчивости от мощности слоя. Таблица также помогает определить степень влияния дополнительного воздушного слоя.

Например: предположим мощность слоя горной породы 20 мм и воздушного слоя между SM-30 и горной породой 2 мм. Поправка для отсчета соответственно будет:

$$89.27\% - 23.02\% = 66.25\%$$

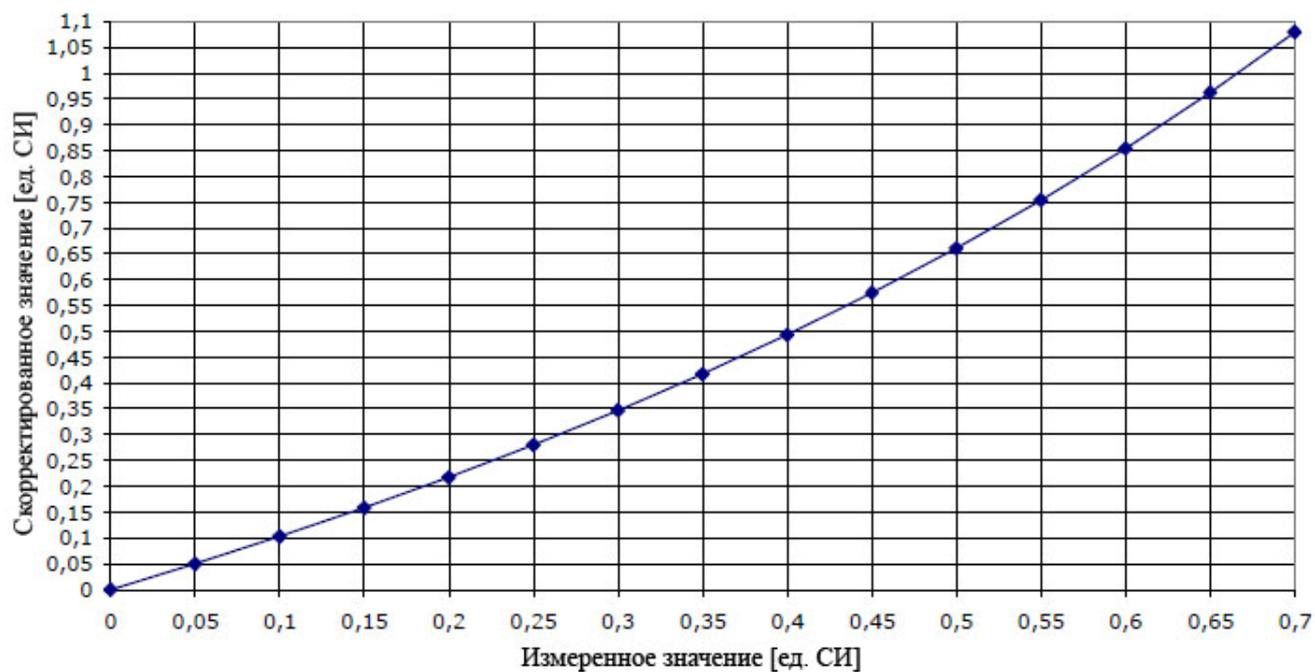
На дисплее отображается 66.25% истинного значения магнитной восприимчивости слоя с бесконечной мощностью.

#### 5.4 Эффект проводимости

В таблице показаны кажущееся значения магнитной восприимчивости для нескольких значений проводимости. Предполагается, что слой имеет нулевую восприимчивость и бесконечную мощность.

Conductivity [S/m]	Apparent susceptibility [SI units]
0.000	0
0.001	0
0.010	0
0.100	0
1.000	0
10.00	-0.0029x10 <sup>-3</sup>
100.0	-0.0917x10 <sup>-3</sup>

## 5.5 Коррекция эффекта размагничивания



Когда измерения проводятся для горных пород с высокой магнитной восприимчивостью эффект размагничивания проявляется нелинейно. Для обеспечения приемлемых значений погрешности, значения более  $50 \times 10^{-3}$  ед. СИ корректируются. На рисунке выше показана корректирующая функция. Данная функция кусочно линейна на 14 участках.

## 5.6 Коррекция при измерениях образцов керна

Измеритель SM-30 может быть использован для измерения магнитной восприимчивости керна. Измеренное значение должно быть умножено на корректирующий множитель (CF), который зависит от следующих параметров:

- Диаметр образца керна, D [мм]
- Длина образца керна, L [мм]
- Измеренное значение магнитной восприимчивости [ед. СИ]  
Корректирующий множитель зависит от измеренного значения магнитной восприимчивости из-за влияния эффекта размагничивания.

**Скорректированное значение = Измеренное значение \* CF**

Приведенная таблица содержит значения корректирующего множителя (CF) для образцов керна диаметром:

D = 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95 and 100 [мм] и длиной:

L = 400, 300, 200, 100, 80 and 60 [мм]

Строки 1...3 (0.001, 0.01, 0.1 [СИ]) показывают, что зависимость корректирующего множителя от эффекта размагничивания не значительно. Из этого следует, что выбор корректирующего множителя не принципиален.

Диаметр кернa 30 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина кернa [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	2,54490	2,54496	2,54540	2,56542	2,60918	2,77343
0,01	2,54729	2,54736	2,54301	2,56767	2,61118	2,77191
0,1	2,57073	2,57078	2,57121	2,58960	2,63062	2,78966
1	2,76225	2,76229	2,76241	2,76386	2,78111	2,90093

Диаметр кернa 35 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина кернa [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	2,26273	2,26279	2,26326	2,28313	2,32420	2,47241
0,01	2,26472	2,26478	2,26525	2,28497	2,32582	2,47365
0,1	2,28413	2,28418	2,28463	2,30284	2,34152	2,48563
1	2,43985	2,43988	2,43991	2,44163	2,46059	2,57557

Диаметр керна 40 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Core Length [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	2,06436	2,06443	2,06494	2,08481	2,12394	2,26061
0,01	2,06606	2,06613	2,06393	2,08636	2,12530	2,26165
0,1	2,08257	2,08264	2,06562	2,10133	2,13838	2,27174
1	2,21304	2,21306	2,21193	2,21547	2,23602	2,34731

Диаметр керна 45 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,91866	1,91873	1,91927	1,93924	1,97689	2,10503
0,01	1,92013	1,92021	1,92074	1,94056	1,97806	2,10593
0,1	1,93447	1,93454	1,93503	1,95338	1,98922	2,11462
1	2,04627	2,04628	2,04615	2,04963	2,07156	2,18001

Диаметр керна 50 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна[мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,80740	1,80748	1,80806	1,82814	1,86462	1,98599
0,01	1,80870	1,80878	1,80676	1,82930	1,86563	1,98678
0,1	1,82136	1,82144	1,82196	1,84048	1,85396	1,99442
1	1,91899	1,91898	1,91880	1,92341	1,94646	2,05230

Диаметр керна 55 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна[мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,72033	1,72042	1,72103	1,74126	1,77674	1,89278
0,01	1,72149	1,72158	1,72219	1,74228	1,77763	1,89348
0,1	1,73279	1,73287	1,73343	1,75215	1,78619	1,90027
1	1,81907	1,81905	1,81882	1,82461	1,84857	1,95226

Диаметр керна 60 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,64998	1,65008	1,65074	1,67108	1,74057	1,81743
0,01	1,65103	1,65113	1,65178	1,67199	1,70651	1,81805
0,1	1,66135	1,66131	1,66190	1,68080	1,71415	1,82416
1	1,73836	1,73832	1,73806	1,74500	1,76963	1,87142

Диаметр керна 65 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,59255	1,59265	1,59335	1,61380	1,64771	1,75571
0,01	1,59351	1,59361	1,59431	1,61463	1,64842	1,75628
0,1	1,60278	1,60287	1,60350	1,62258	1,65532	1,76183
1	1,67247	1,67243	1,67215	1,68018	1,70537	1,80535

Диаметр керна 70 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,54423	1,54434	1,54508	1,56561	1,59887	1,70381
0,01	1,54511	1,54522	1,54596	1,56637	1,59952	1,70433
0,1	1,55360	1,55369	1,55435	1,57359	1,60578	1,70939
1	1,61697	1,61691	1,61663	1,62566	1,65123	1,74962

Диаметр керна 75 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,50347	1,50359	1,50437	1,52498	1,55765	1,65976
0,01	1,50266	1,50278	1,50357	1,52429	1,55705	1,65929
0,1	1,49488	1,49501	1,49589	1,51771	1,55133	1,65465
1	1,43958	1,43987	1,44163	1,47205	1,51104	1,61817

Диаметр керна 80 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,46830	1,46843	1,46926	1,48991	1,52207	1,62186
0,01	1,46755	1,46768	1,46852	1,48928	1,52152	1,62143
0,1	1,46035	1,46049	1,46142	1,48322	1,51626	1,61715
1	1,40930	1,40962	1,41144	1,44122	1,47905	1,58299

Диаметр керна 85 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,43787	1,43800	1,43887	1,45956	1,49124	1,58882
0,01	1,43717	1,43731	1,43818	1,45897	1,49074	1,58842
0,1	1,43047	1,43062	1,43158	1,45336	1,48587	1,58446
1	1,38310	1,38344	1,38531	1,41449	1,45130	1,55234

Диаметр керна 90 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,41141	1,41156	1,41246	1,43318	1,46441	1,56038
0,01	1,41076	1,41091	1,41182	1,43263	1,46394	1,56000
0,1	1,40449	1,40466	1,40566	1,42741	1,45942	1,55632
1	1,36032	1,36067	1,36259	1,39122	1,42709	1,52591

Диаметр керна 95 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,38774	1,38790	1,38883	1,40957	1,44043	1,53461
0,01	1,38713	1,38728	1,38823	1,40906	1,44000	1,53426
0,1	1,38126	1,38143	1,38247	1,40418	1,43578	1,53084
1	1,33995	1,34033	1,34228	1,37040	1,40549	1,50205

Диаметр керна 100 мм						
Маг. воспр. [СИ]	Длина керна [мм]					
	400	300	200	100	80	60
0,001	1,36691	1,36707	1,36804	1,38878	1,41928	1,51194
0,01	1,36634	1,36650	1,36748	1,38830	1,41887	1,51162
0,1	1,36081	1,36099	1,36207	1,38373	1,41493	1,50841
1	1,32202	1,32242	1,32439	1,35202	1,38642	1,48106

Положение образца керна во время измерения SM-30.

