

ООО НПП ИНТРОМАГ

ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНАЯ АППАРАТУРА МЕТОДА СОПРОТИВЛЕНИЙ (АМС-1м)

Руководство по эксплуатации





Уважаемые пользователи аппаратуры!

Аппаратура АМС-1м (аппаратура метода сопротивлений, версия 1м) является одной из последних разработок в измерении электрических сопротивлений горных пород. Она представляет собой результат естественного развития отечественной аппаратуры, осуществляемого на базе современных достижений в области электроники с учетом достоинств и недостатков выпускаемой аппаратуры данного типа, накопленного опыта производства полевых электроразведочных наблюдений.

Основное внимание при ее разработке было направлено на совершенствование основных элементов, определяющих качество полевого материала и эффективность выполнения электроразведочных работ: 1) повышение точности и достоверности результатов полевых наблюдений; 2) обеспечение простоты и удобства в обращении; 3) осуществление оперативности процесса измерений; 2) повышение надежности в работе и расширение возможностей производства полевой съемки - снижение зависимости от внешних погодных условий (влажности, температуры,...), увеличение времени продолжительности съемки без подзарядки источников питания; 4) эффективности использования средств компьютерной интерпретации и др.

С этой целью был использован набор различных технических решений - осуществление визуального контроля спектра внешнего поля и соотношения сигнал-помеха, цифровая фильтрация различного рода помех, использование связи генераторного и измерительного блоков по радиоканалу, графическая визуализация на экране дисплея получаемых в процессе измерения результатов (кривых зондирования, графиков профилирования и др.), создание программного обеспечения для оптимизации процесса измерений, оперативной обработки и интерпретации результатов полевых наблюдений. Аппаратура обладает повышенной ударостойкостью, обеспечивает возможность выполнения работ при высокой влажности и достаточно широком температурном диапазоне (от -30 до +50 °С).

Аппаратура АМС-1м разработана ООО НПП ИНТРОМАГ с фирменным обозначением ИМ2470 при участии сотрудников кафедры геофизики Пермского государственного университета.

Надеемся, что использование аппаратуры повысит качество и производительность выполнения Ваших работ, а Ваши замечания и предложения послужат стимулом для дальнейшего ее совершенствования и развития.

Профессор кафедры геофизики
Пермского государственного университета, д.т.н.

В.П.Колесников

Директор ООО НПП «Интромаг», к.т.н.

В.П.Зеленин

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	4
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	4
4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСНОВНЫХ БЛОКОВ.....	6
4.1. Генератор	6
4.1.1. Описание функциональных элементов панели.....	6
4.1.2. Содержание и структура меню	6
4.1.3. Включение/выключение и процесс работы	7
4.1.4. Зарядка встроенного аккумулятора	8
4.2. Измеритель	9
4.2.1. Описание функциональных элементов панели.....	9
4.2.2. Содержание и структура меню	10
4.2.3. Включение/выключение и процесс работы	11
4.2.4. Зарядка встроенного аккумулятора	13
4.2.5. Загрузка полученной информации в компьютер	13
4.3. Проверка аппаратуры.....	14
5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	15
6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	15
7. ХРАНЕНИЕ АППАРАТУРЫ.....	16

ВНИМАНИЕ!

1. Запрещается эксплуатация аппаратуры без заглушек на разъемах и отверстиях для разъемов. Аппаратура в полевых условиях должна быть герметичной.

2. Не рекомендуется надолго оставлять аппаратуру под прямыми солнечными лучами. **Нагрев до температуры выше 60 градусов опасен для аккумуляторов.**

3. Для продления времени работы аккумулятора генератора без подзарядки рекомендуется использовать управление генератором по радиоканалу.

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство содержит описание аппаратуры АМС-1м, системного интерфейса, технических характеристик и сведений, необходимых для её эксплуатации.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Аппаратура АМС-1м предназначена для выполнения электроразведочных наблюдений методом сопротивлений - одним из наиболее широко используемых в практике электроразведочных работ. Область ее применения охватывает широкий круг задач, включая - геологическое картирование, поиск и разведку месторождений полезных ископаемых, проведение гидрогеологических, геоэкологических, инженерно-геологических, археологических изысканий и др. Она может применяться при выполнении полевой съемки любым из методов, основанных на гальваническом способе возбуждения и регистрации изучаемого электрического поля, в частности, методами ВЭЗ, ЭП, СГ, МЗТ, МДС и др.

Вместе с тем наличие широкого диапазона используемых рабочих частот, включающего интервал инфранизких частот (с частотой менее 10 Гц), позволяет применять данную аппаратуру и при выполнении некоторых модификаций индуктивной электроразведки, изучении естественных (метод ЕП) и техногенных (метод блуждающих токов и т.п.) полей, выполнять измерения методом вызванной поляризации (метод ВП) в частотной его модификации и др.

В состав комплекта аппаратуры АМС-1м входят **генератор**, **измеритель** и вспомогательное оборудование. **Генератор** предназначен для возбуждения в земле электрического поля заданной частоты. **Измеритель** выполняет цифровую регистрацию компонент электрического поля (разности потенциалов) заданной частоты, их контроль, визуализацию, хранение и вывод на компьютер результатов измерений.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Генератор.

3.1.1. Максимальное выходное напряжение	200 В
3.1.2. Значение выходного тока	0.5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100 мА
3.1.3. Форма выходного напряжения – «меандр» (прямоугольные разнополярные импульсы без паузы)	
3.1.4. Рабочие частоты	0.15; 0.30; 0.61; 1.22; 2.44; 4.88; 9.76; 19.5; 39.0; 78.0; 156.0; 312.5; 625; 1250; 2500 Гц
3.1.5. Погрешность стабилизации при активной нагрузке, не более	1%
3.1.6. Напряжение питания (встроенный литий-ионный аккумулятор) (допустимый диапазон напряжений от 16.8 до 12.0 В)	15.2 В
3.1.7. Емкость аккумулятора	2.6 А*час
3.1.8. Радиоканал для дистанционного управления	868 МГц

3.2. Измеритель

3.2.1. Рабочие частоты	0; 0.15; 0.30; 0.61; 1.22; 2.44; 4.88; 9.76; 19.5; 39.0; 78.0; 156.0; 312.5; 625; 1250; 2500 Гц
3.2.2. Диапазон измеряемого сигнала	от -4.0 до +4.0 В
3.2.3. Минимальный измеряемый сигнал	1 мкВ
3.2.4. Входное сопротивление	> 10 МОм

3.2.5. Разрядность АЦП (ADS1255 Texas Instrument)	24 бит
3.2.6. Микроконтроллер LPC2138 NXP ядро ARM7	
3.2.7. Объем памяти архивных данных	2 Мб
3.2.8. Тип интерфейса	USB, BLUETOOTH
3.2.9. Дисплей монохромный трансфлективный (два экрана), разрешение	128x64
3.1.10. Радиоканал для дистанционного управления генератором	868 МГц
3.2.11. Напряжение питания (встроенный литий-ионный аккумулятор)	3.8 В
3.2.12. Емкость аккумулятора	6.8 А*час
3.2.13. Величина потребляемого тока, не более:	
- ждущий режим	20 мА
- рабочий режим (измерение)	50 мА
- рабочий режим (измерение) с подсветкой	120 мА
- с включенным элементом подогрева	1600 мА
3.2.14. Пределы погрешности измерений	±1%
3.2.15. Измеритель вычисляет величину кажущегося сопротивления ρ_k , согласно формуле:	

$$\rho_k = K * U / J$$

где U – измеренное входное напряжение, В;

J – выходной ток генератора, А;

K – коэффициент измерительной установки, м.

3.3. Общие характеристики

3.3.1. Степень защиты от воздействия окружающей среды	IP65
3.3.2. Диапазон рабочих температур	от –30 до +50 °С
3.3.3. Габариты, не более:	
- измеритель	180x130x35 мм
- генератор	160x80x55 мм
3.3.4. Масса, не более:	
- измеритель	0.65 кг
- генератор	0.65 кг
3.3.5. Аппаратура выполнена в ударопрочных корпусах из поликарбоната	

3.4. Комплектность

3.4.1. Измеритель	1 шт.
3.4.2. Генератор	1 шт.
3.4.3. Ремни для переноски	2 шт.
3.4.4. Соединительные провода (комплект)	2 шт.
3.4.5. Кабель USB для подключения измерителя к ПЭВМ	1 шт.
3.4.6. Комплект шунтов (10 Ом; 100 Ом; 1 кОм) 0.2%	1 шт.
3.4.7. Зарядное устройство для измерителя (AC/DC адаптер 100-240/12 В ; 1.25 А)	1 шт.
3.4.8. Зарядное устройство для генератора (AC/DC адаптер 100-240/12 В ; 1.25 А)	1 шт.
3.4.9. Резистор нагрузочный 1 кОм; 20 Вт	1 шт.
3.4.10. Кейс для транспортировки комплекта	1 шт.
3.4.11. Паспорт	1 шт.
3.4.12. Инструкция по эксплуатации	1 шт.
3.4.13. Программа для передачи данных на компьютер на CD-диске	1 шт.
3.4.14. Мультиметр APPA-107N	1 шт.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ОСНОВНЫХ БЛОКОВ

4.1. Генератор

4.1.1. Описание функциональных элементов панели управления

Генератор АМС-1м выполнен в виде отдельного модуля. Внешний вид его показан на [рис.4.1](#). Прибор имеет ЖК-дисплей, кнопки управления и разъемы для подключения электродов питающей линии АВ и зарядного устройства.

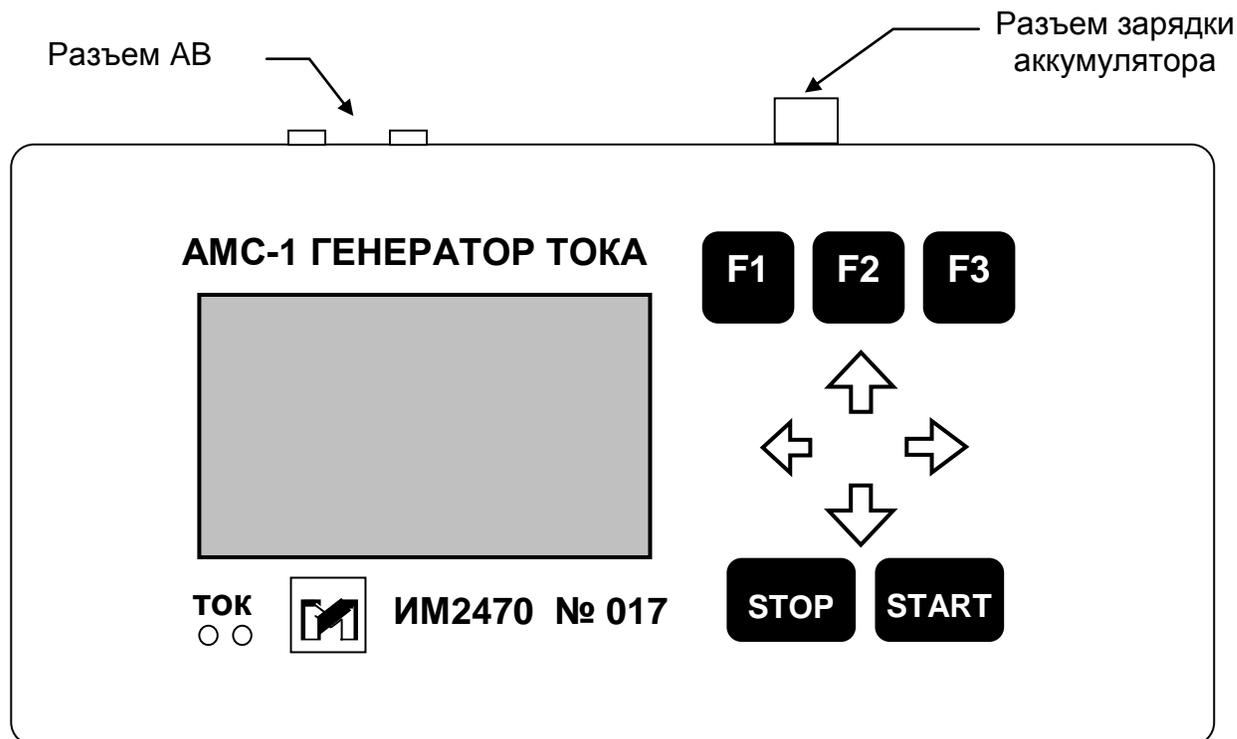


Рис.1. Внешний вид генератора

Назначение кнопок управления:

- **F1, F2, F3** – многофункциональные кнопки
- **START** – включение генератора, тока/ запуск калибровки, теста
- **STOP** – выключение генератора, тока
- Кнопки со стрелками (↑, ←, →, ↓) – навигация по меню, ввод числовых и буквенных значений

4.1.2. Содержание и структура меню генератора

При включении генератора на его дисплее отображается страница приветствия, показывающая название генератора, версию ПО, производителя. Затем автоматически включается основная страница меню.

4.1.2.1. *Основная страница* отображает текущее состояние главных параметров генератора, указывает способы их изменения и навигации по меню генератора. На основной странице показываются:

- выбранное значение частоты генерации, Гц;
- выбранная величина выходного тока, мА;
- состояние выхода генератора: ВЫКЛ или % от максимально возможного сопротивления линии АВ, а также значение напряжения на нагрузке (линия АВ), В;

- значение напряжения аккумулятора, В и пиктограмма состояния аккумулятора;
- параметры радиоканала и пиктограмма его текущего состояния;
- подсказка для управления параметрами и для перехода к другим страницам меню.

Переход к странице содержания меню из основной страницы – по нажатию кнопки **F1**.

4.1.2.2. *Страница содержания меню* отображает список пунктов меню и подсказку для навигации по ним. Перебор пунктов производится кнопками \uparrow , \downarrow , выбор пункта меню – кнопкой \rightarrow . Доступны следующие пункты меню:

- Дисплей;
- Сигналы;
- Генератор;
- Радиоканал;
- Тест батареи;
- Калибровка.

4.1.2.2.1. *Страница Дисплей* отображает и позволяет изменять параметры подсветки дисплея генератора - таймаут отключения и яркость.

4.1.2.2.2. *Страница Сигналы* отображает и позволяет изменять:

- параметры звуковых сигналов генератора: при разряде батареи и превышении выходного напряжения (0 – сигнал выключен, 1-3 – тональность), при нажатии на кнопки (есть, нет);

- длительность отображения сообщений, С.

4.1.2.2.3. *Страница Генератор* отображает и позволяет изменять таймауты отключения выходного напряжения и генератора.

4.1.2.2.4. *Страница Радиоканал* отображает и позволяет изменять параметры несущей частоты радиоканала (0 – радиоканал выключен, 1-3 – частота) и связной адрес генератора (1-255). Обычно это заводской номер генератора.

4.1.2.2.5. *Страница Тест батареи* предназначена для проверки качества аккумулятора генератора посредством разряда аккумулятора при работе генератора на нагрузку 1кОм(20Вт) и токе 100мА. На странице показывается напряжение аккумулятора, В и время разряда в мин. Тест автоматически заканчивается при снижении напряжения аккумулятора до 12В.

4.1.2.2.6. *Страница Калибровка* предназначена для точной подстройки значений выходных токов генератора. Для калибровки следует подключить к генератору вольтметр с эталонным шунтом 100 Ом и нажать **Start**. Генератор включит ток (100мА, 19.5 Гц). Меняя значение внутреннего опорного напряжения $U_{оп}$, добиться показания вольтметра максимально близкого к $100\text{мА} \cdot 100\text{Ом} = 10.00\text{ В}$. Повторить действия при токах 2, 1, 0.5мА, добиваясь максимально точных показаний 0.05, 0.1, 0.2 В, соответственно. При нажатии на кнопку **Stop** значения калибровочных коэффициентов запоминаются в памяти генератора. При нажатии, на этой странице, на кнопку **F1** восстанавливается заводская калибровка генератора.

4.1.3. Включение/выключение и процесс работы с генератором

4.1.3.1. Перед использованием генератора необходимо убедиться, что встроенный аккумулятор заряжен – (контроль по индикатору, п. 4.1.2.1.). Рабочий диапазон напряжения на аккумуляторе должен соответствовать от 16.8 до 12.0 В. При напряжении ниже указанного предела прибор ставится на подзарядку (см. п.4.1.4).

4.1.3.2. В соответствии с правилами по технике безопасности (см.п. 6) подключить к разъему **AB** питающую линию, а в случае калибровки прибора - калибровочное сопротивление (см. п.4.3 “Проверка аппаратуры”).

4.1.3.3. Для включения генератора необходимо нажать и удерживать кнопку **Start**. На экране последовательно появляются страница приветствия и основная страница.

4.1.3.4. При необходимости могут быть проверены и изменены внутренние настройки генератора (см. п. 4.1.2.), которые будут использоваться по умолчанию при дальнейшей работе прибора.

4.1.3.5. Далее, при необходимости, с помощью кнопок \uparrow , \downarrow и \leftarrow , \rightarrow можно изменять параметры генерации – ток и частоту.

4.1.3.6. Запуск генерации производится коротким нажатием кнопки **Start**, при этом загорается зеленый сигнальный индикатор **ТОК**, а на дисплее отображается величина, характеризующая входное сопротивление питающей линии **AB** в процентах от максимально возможного. В случае разрыва цепи **AB** или в результате плохого заземления питающих электродов раздается звуковой сигнал (см. п. 4.1.2.2.2), загорается красный сигнальный индикатор **ТОК** и отображается сообщение.

4.1.3.7. При использовании генератора в автономном режиме в целях экономии питания, в меню предусмотрено автоматическое выключение генерации через заданный интервал времени (20, 40, 60 секунд). Для непрерывной генерации тока необходимо в меню запретить автоматическое отключение (см. п. 4.1.2.2.3).

4.1.3.8. Радиоканал генератора может быть включен/выключен в текущем сеансе работы нажатием, на основной странице, "быстрой" кнопки **F2**. Состояние радиоканала показывает соответствующая пиктограмма.

ВНИМАНИЕ! В режиме работы с радиосвязью запуск генератора, а также задание тока и частоты выполняется автоматически с помощью измерителя (по команде с измерителя).

4.1.3.9. Выход из режима генерации производится коротким нажатием кнопки **Stop** или автоматически по команде измерителя в режиме работы с радиосвязью. При этом на дисплее прибора высвечивается сообщение **ВЫКЛ**.

4.1.3.10. Выключение генератора осуществляется удерживанием нажатой кнопки **Stop** или автоматически в режиме бездействия через заданный интервал времени (5, 10, 30, 60 мин.) от любого последнего действия с прибором.

4.1.4. Зарядка встроенного аккумулятора генератора

Для зарядки необходимо снять заглушку с разъема зарядки аккумулятора и подключить к нему зарядное устройство. Штатное зарядное устройство (AC/DC адаптер фирмы MEAN WHEEL работает от сети переменного тока с напряжением 100-240 В, выходное напряжение 12В; ток 1.25А. Возможна зарядка от автомобильного аккумулятора или любого источника постоянного тока с напряжением 12В и током не менее 1А. Полное время зарядки аккумулятора 5 часов.

Напряжение на аккумуляторе в процессе зарядки контролируется на дисплее генератора, а ход процесса зарядки индицируется пиктограммой. После окончания зарядки мигание пиктограммы прекращается. Полная зарядка соответствует напряжению 16.8В.

4.2. Измеритель

4.2.1. Описание функциональных элементов панели

Измеритель АМС-1м выполнен в виде отдельного модуля. Внешний вид прибора приведен на рис. 2. Прибор имеет два графических монохромных трансфлексных ЖК-дисплея с разрешением 128x64 пикселей, 10 кнопок управления и четыре разъема для

подключения приемной линии **MN**, зарядного устройства, линии последовательного интерфейса **USB** и внешнего источника питания для подогрева дисплея в морозоустойчивом варианте исполнения.

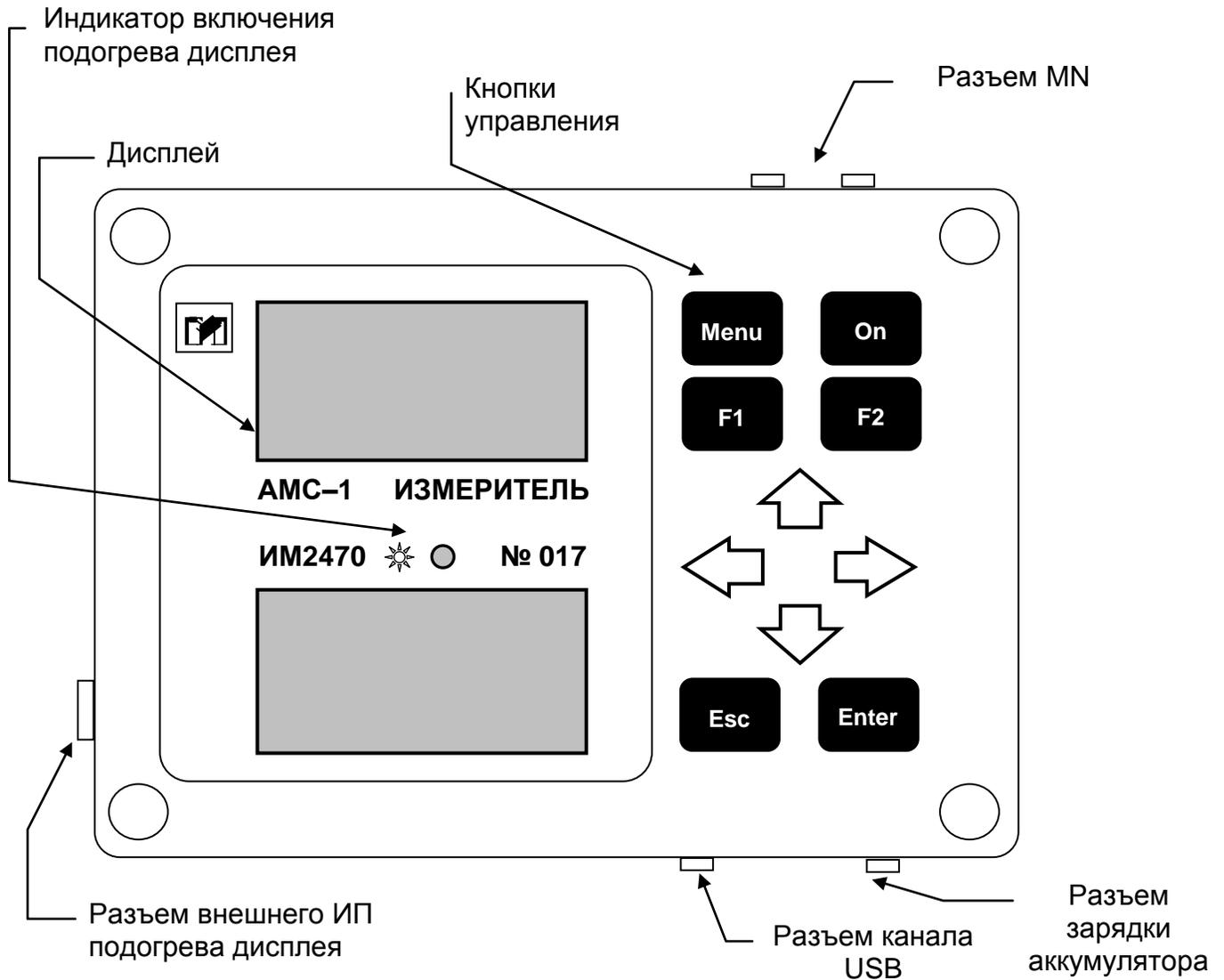


Рис. 2. Внешний вид измерителя

Назначение кнопок управления:

- **MENU** – вход в меню
- **ON** – включение прибора, пуск/остановка измерений
- **ESC** – выход из пунктов меню, выключение прибора
- **ENTER** – выбор пункта меню
- **F1, F2** – многофункциональные кнопки
- Кнопки со стрелками (↑, ←, →, ↓) – навигация по меню, ввод числовых и буквенных значений

4.2.2. Содержание и структура меню

4.2.2.1. Главное меню состоит из следующих пунктов:

- **Метод** – выбор электроразведочного метода
- **Параметры** – задание основных параметров измерений
- **Настройки** – настройка дополнительных параметров измерителя

4.2.2.2. Подменю **Метод** состоит из следующих пунктов:

- **МС** (метод сопротивлений)
- СПЕКТР (изучение спектра электромагнитного поля)
- ПОСТ. ТОК (измерения постоянного электрического поля)

4.2.2.3. Меню **МС** состоит из следующих пунктов:

- Тип установки – выбор типа установки: AMNB, AMN, AM (число и типы установок при желании могут меняться)
- Количество MN – задание количества приемных линий **MN**
- Размеры MN – задание размеров **MN** в метрах
- Замеры на MN – задание количества замеров на каждой **MN**
- Разносы АО – задание разносов питающей линии установки

4.2.2.4. Подменю **Параметры** состоит из следующих пунктов:

- *Ток* – выбор тока генератора
- *Частота* – выбор рабочей частоты генератора и измерителя
- *Назв. участка* – задание названия участка (12 символов)
- *Профиль* – задание номера профиля
- *Пикет* – задание номера начального пикета
- *Шаг пикетов* – задание расстояния между пикетами в метрах
- *Приращ.пикет* – шаг изменения номера пикета
- *Шаг профилей* – задание расстояния между профилями в метрах
- *Разм./смотка* – выбор порядка измерений (размотка или смотка питающей линии)
- *Шум/сигнал* – предельное значение соотношения помеха-сигнал в процентах.

4.2.2.5. Подменю **Настройки** состоит из следующих пунктов:

- **Пользователь** – вход в подменю выбора, либо задания имени пользователя
- *Дата/время* – установка даты и времени в измерителе
- *Калибровка* – проведение калибровки измерителя
- *Синхрониз.* – задание номера генератора, номера радиоканала связи и проверка СВЯЗИ
- **Подсветка** – вход в подменю задания параметров подсветки дисплея
- *Автоотключ.* – выбор времени до автоотключения измерителя
- *Очистка архив.* – очистка архива с данными об измерениях
- *Версия ПО* – просмотр версии программного обеспечения прибора
- **Доп. парам.** – вход в подменю задания дополнительных параметров, используемых разработчиками в процессе конструирования и отладки работы прибора

4.2.2.6. Подменю **Пользователь** состоит из следующих пунктов:

- *Выбрать* – выбор пользователя из списка
- *Создать* – создание нового пользователя
- *Удалить* – удаление пользователя

4.2.2.7. Подменю **Подсветка** состоит из следующих пунктов:

- *Яркость* – задание яркости подсветки дисплея (в %)
- *Время отключ.* – выбор времени до автоотключения подсветки дисплея
- *При измерении* – выбор: отключать или нет подсветку при измерении

4.2.2.8. Подменю **Доп. парам.** состоит из следующих пунктов (в скобках указаны рекомендуемые значения по каждому из параметров):

- *Прогр. фильтр* – выбор программного фильтра (128-003-011)

- *Т. усред.* – выбор количества точек усреднения при измерении (128)
- *К. усил.* – выбор коэффициента усиления (1)
- *Графики* – выбор вида графика, отображаемого на дисплее (выходные)
- *Аппар. фильтр* – выбор: отключать или нет аппаратный фильтр (Вкл)
- *Откл. буф. АЦП* – выбор: отключать или нет буфер АЦП (Выкл)

4.2.3. Включение/выключение и процесс работы с измерителем

4.2.3.1. Для включения измерителя необходимо нажать и удерживать нажатой кнопку **ON**. На дисплее отображаются основные параметры измерителя:

- на верхнем дисплее – текущие время и дата, процент зарядки аккумулятора и процент заполнения архива наблюдаемых данных;

- на нижнем дисплее – имя пользователя, метод измерения и тип установки, рабочие значения тока и частоты, режим смотки или размотки, название участка, номер текущего профиля, пикета и измерения, порядковые номера и размеры **MN** и **AO**.

4.2.3.2. Для входа в меню нажать кнопку **MENU**. Пункты меню отображаются на верхнем дисплее. Перемещение по пунктам меню осуществляется с помощью клавиш \uparrow , \downarrow , выбор пункта меню – клавишей **ENTER** или \rightarrow , выход из пункта меню – **ESC**.

4.2.3.3. При первом запуске измерителя требуется установить необходимые настройки в соответствующих пунктах **Меню**: создать пользователя, установить дату и время, выполнить синхронизацию с генератором, выбрать параметры подсветки дисплея и автоотключения измерителя и т.д.

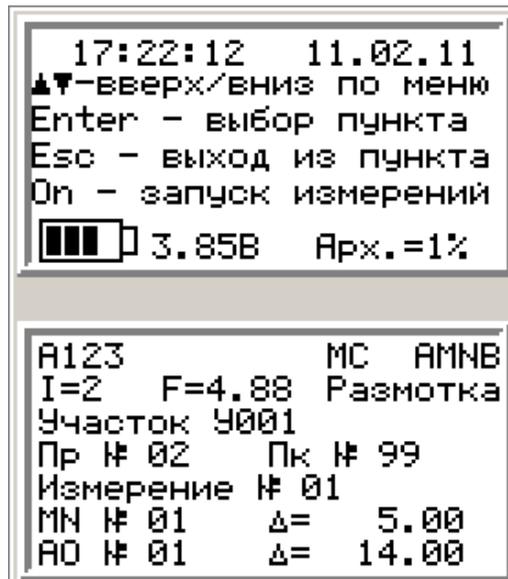
4.2.3.4. Выполнить внутреннюю калибровку измерителя – **МЕНЮ / Настройки / Калибровка**.

4.2.3.5. Перед использованием измерителя убедиться, что уровень зарядки достаточен для выполнения измерений. Напряжение на аккумуляторе должно быть в пределах от 4.2 до 3.0 В. При напряжении ниже указанного предела прибор ставится на подзарядку.

4.2.3.6. Выбрать метод измерения.

4.2.3.7. **Режим измерений MC**. В меню **MC** (методы ВЭЗ, ЭП) выбрать тип установки (AMNB, AMN, AM), количество **MN**, размеры **MN**, количество замеров на каждом **MN**, значения разносов **AO**.

4.2.3.8. Задать параметры измерений в соответствующих пунктах **Меню / Параметры**: ток генератора, частоту генератора, название участка, номер профиля, номер начального пикета, расстояние между пикетами, шаг изменения номера пикета, порядок измерений (размотка или смотка питающей линии), предельное соотношение шум/сигнал.



ВНИМАНИЕ! Параметры можно подготовить и сохранить в памяти измерителя заранее под определенным именем пользователя. В этом случае в поле при задании параметров достаточно выбрать имя пользователя с соответствующими параметрами съемки.

4.2.3.9. Присоединить приемные электроды к разъему **MN**.

4.2.3.10. Для начала измерений нажать кнопку **On**.

ВНИМАНИЕ! *Запрещается присоединять напрямую выход генератора ко входу измерителя без специального шунта.*

ВНИМАНИЕ! *Если есть связь с генератором, то в нем автоматически устанавливаются выбранные ток и частота. Если связи нет, на нижний дисплей измерителя выводится соответствующая надпись, при этом ток и частоту генератора необходимо установить вручную (см. п. 4.1.3.5.) после чего вручную запустить генератор. Если по завершению измерений генератор не ответил на команду «stop» на нижнем дисплее отображается символ .*

4.2.3.11. В режиме измерения на верхнем дисплее отображается график амплитуды измеряемого сигнала. График автоматически нормируется к максимальному отображаемому значению. На нижнем дисплее отображаются величина измеряемого напряжения (В – первый разряд, мВ – 2й-4й разряды, мкВ — 5й-7й разряды, текущее соотношение шум/сигнал (%) и количество шагов измерения.

4.2.3.12. Измерения автоматически завершаются при достижении заданного соотношения шум/сигнал или после 1000-го шага с отображением на дисплее полученного соотношения шум/сигнал. При необходимости можно досрочно прекратить измерения на основе визуального контроля отношения шум/сигнал, нажав кнопку **ON**.

4.2.3.13. По завершении измерения на нижний дисплей выводятся: измеренное напряжение (В), вычисленное значение кажущегося сопротивления (Ом*м), отношение шум/сигнал (%) и количество сделанных шагов (номер последнего отсчета). На верхний дисплей выводится график зависимости кажущегося сопротивления от **АО** в логарифмическом масштабе по уже сделанным измерениям на данном пикете. Масштаб по вертикали можно изменять клавишами **F1** и **F2**.

4.2.3.14. Для сохранения в памяти измеренного значения нажать кнопку **ON**. Для отмены сохранения данных необходимо нажать кнопку **ESC** и при необходимости повторить измерения на данном разnose. При этом можно задать новое значение тока генератора.

4.2.3.15. Для измерения на следующем разnose необходимо нажать кнопку **ON** и повторить операции в соответствии с п. 4.2.3.9. – 4.2.3.15. В случае проведения контрольных измерений пользователь после операций описанных в п. 4.2.3.14 может при помощи кнопок со стрелками (←, →) выбрать интересующий разнос и повторить измерение с последующей перезаписью значения. Для досрочного завершения измерений на пикете нажмите и удерживайте в течение двух секунд кнопку ↑.

4.2.3.16. По завершении измерений на данном пикете выводится надпись «Пикет закончен». Прделанные измерения на пикете требуется сохранить в архиве нажав кнопку «**Enter**».

4.2.3.17. При переходе на следующий пикет перед началом измерений оператор может изменить последовательность расчета и записи кривой **КС** в случае размотки или смотки питающей линии с помощью функциональных клавиш **F1** и **F2**.

4.2.3.18. Режим **СПЕКТР** предназначен для контроля помеховой обстановки на приемной линии измерителя. При нажатии кнопки **ON** начинаются измерения и на верхний дисплей выводится спектр сигнала от приемной линии. На нижнем дисплее отображаются шкала частот, а также частота и напряжение максимальной гармоники сигнала в спектре.

4.2.3.19. Режим *ПОСТ. ТОК* предназначен для измерения напряжения постоянного тока на приемных электродах. При нажатии кнопки **ON** начинаются измерения, на верхнем дисплее отображается график величины измеряемого сигнала. На нижнем дисплее отображаются величина измеряемого напряжения (В – первый разряд, мВ – 2÷4 разряды, мкВ – 5÷7 разряды, текущее соотношение шум/сигнал (%) и количество шагов измерения. Постоянный сдвиг можно компенсировать. Для этого кнопкой **ON** остановить измерения, затем нажать кнопку → в течение ~ 2 сек.

4.2.4. Зарядка встроенного аккумулятора измерителя

Для зарядки необходимо снять заглушку с разъема зарядки аккумулятора и подключить к нему зарядное устройство. Штатное зарядное устройство (AC/DC адаптер фирмы FRIWO работает от сети переменного тока с напряжением 100-240 В, выходное напряжение 12В; ток 0.7А. Возможна зарядка от автомобильного аккумулятора или любого источника постоянного тока с напряжением 12В и током не менее 0.7А. Полное время зарядки аккумулятора 8 часов.

Напряжение на аккумуляторе в процессе зарядки контролируется на дисплее измерителя, а ход процесса зарядки индицируется пиктограммой. После окончания зарядки мигание пиктограммы прекращается. Полная зарядка соответствует напряжению 4.2 В,

4.2.5. Загрузка полученной информации в компьютер

4.2.5.1. Информация по исследуемому участку сохраняется в памяти измерителя в двух вариантах:

Вариант 1. (Первичные результаты наблюдений)

- Название участка
- Дата
- Количество замеров на одном пикете
- Количество пикетов
- Количество MN и значения MN(j)
- K(MN)
- Частота
- АО(j)
- Результаты наблюдений (номер профиля, номер пикета, координата X, координата Y, высотная отметка рельефа местности Z (при отсутствии данных присваивается нуль), значения тока I(j) (мА) и разности потенциалов dU(j) (мВ) на каждом из замеров (j=1,п)):

ПР, ПК, X, Y, Z, I(1), dU(1), I(2), dU(2), I(3), dU(3), I(n1), dU(n1)

ПР, ПК, X, Y, Z, I(1), dU(1), I(2), dU(2), I(3), dU(3), I(n1), dU(n1)

.....

Вариант 2. (Результаты наблюдений, приведенные к формату файла исходных данных data.dta интерпретационной системы ЗОНД. Структура файла data.dta приведена в описании данной системы)

4.2.5.2. Передача информации на компьютер для дальнейшей ее обработки и интерпретации с помощью системы ЗОНД осуществляется программой IM2470READING.EXE. Для работы с программой предварительно необходимо установить

драйверы USB с прилагаемого диска и скопировать программу на компьютер. Для считывания информации необходимо выполнить следующие операции:

- Присоединить измеритель к порту USB компьютера прилагающимся кабелем
- Запустить программу IM2470READING.EXE
- Задать номер COM-порта, имена файлов и др. параметры в меню **Установки**
- Прочитать всю память измерителя или только информацию по участкам, выбрав соответствующий пункт меню.

4.3. Проверка аппаратуры

4.3.1. Проверка генератора тока

4.3.1.1. Используемое оборудование (из комплекта АМС-1м):

- мультиметр АРРА-107 (должен иметь свидетельство о поверке);
- комплект шунтов (10 Ом; 100 Ом; 1 кОм) 0.2% (контролируется мультиметром).

4.3.1.2. Проверка частоты и тока на выходе генератора:

- подключить вилку кабеля с шунтом 100 Ом к клеммам **АВ** генератора, а штекеры кабеля к гнездам **СОМ** и **V** мультиметра;
- включить генератор, установить частоту 19.5 Гц и ток 100 мА;
- включить мультиметр в режим измерения V AC;
- включить генерацию тока и на дисплее мультиметра наблюдать частоту тока и падение напряжения на шунте (индицируются одновременно);
- оценить полученные результаты (частота должна быть равна 19.5Гц+/-0.5%, а величина напряжения $V=I \cdot R$ лежать в пределах от 9.9 до 10.1 В);
- повторить измерения для более высоких частот вплоть до 2500 Гц

4.3.1.3. Проверка токов по диапазонам:

- установить частоту 19.5Гц;
- установить величину тока 0.5 мА;
- подключить шунт 1 кОм;
- повторить измерения, последовательно увеличивая величину тока до 10 мА;
- заменить шунт на 100 Ом;
- повторить измерения, последовательно увеличивая величину тока до 100 мА;
- оценить результаты по приведенной ниже таблице.

Установленный ток, мА	Мин. допуск	Измеренное напряжение, В	Макс. допуск
0.5	0.0495		0.0505
1	0.099		0.101
2	0.198		0.202
5	0.495		0.505
10	0.990		1.010
20	1.980		2.020
50	4.950		5.050
100	9.900		10.10

4.3.1.4. Если результаты измерений частоты и токов по п.п. 4.3.1.2. и 4.3.1.3. выходят за указанные пределы, необходимо выполнить калибровку генератора.

4.3.2. Проверка измерителя.

4.3.2.1. С целью согласования измеряемых параметров предусмотрена совместная проверка измерителя с генератором. Контроль параметров осуществляется с помощью

калибровочного сопротивления ($R = 100 \text{ Ом}$), вмонтированного в кабель, поставляемый с аппаратурой.

4.3.2.2. Для выполнения проверки необходимо:

- включить питание на генераторе и измерителе;
- подключить вилку кабеля с шунтом 100 Ом к клеммам **AB** генератора, а штекеры кабеля к гнездам **MN** измерителя;
- в МЕНЮ / Параметры измерителя установить частоту 4.88 Гц и ток 10 mA ;
- в режиме МС снять показания прибора в вольтах;
- повторить измерения с шунтом 10 Ом при токе 100 mA .

ВНИМАНИЕ! Запрещается присоединять напрямую выход генератора ко входу измерителя без шунтов, входящих в комплект аппаратуры!

4.3.2.3. Достоверность полученного значения напряжения оценивается по закону Ома:

$$U_n = I_n * R_n.$$

где I_n – запрограммированное номинальное значение тока в аппаратуре, R_n – значение калибровочного сопротивления.

Определить погрешность измерения (должна быть не более $\pm 2\%$).

В случае несоответствия рассчитанного (номинального) и измеренного напряжений для запрограммированных (номинальных) значений тока с истинными, следует выполнить калибровку измерителя.

4.3.3. Проверка качества (емкости) встроенного аккумулятора генератора.

4.3.3.1. Для проверки необходимо:

- подключить к выходу генератора нагрузку $1 \text{ кОм } 20 \text{ Вт}$ (входит в комплект аппаратуры);
- включить генератор и запустить тестовый режим, руководствуясь п.4.1.2.2.5 - измерить время работы генератора на данную нагрузку (должно быть не менее 60 мин.). Новый аккумулятор обеспечивает работу на данную нагрузку 150 и более минут.

5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1. Техническое обслуживание приборов в процессе эксплуатации заключается в периодическом тестировании приборов, проверке зарядки и емкости аккумуляторов.

6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При работающем генераторе источником опасности являются выходные гнезда **AB** генератора, а также находящиеся под напряжением провода и электроды питающей линии **AB**. При всех работах с аппаратурой необходимо соблюдать следующие основные меры предосторожности:

- места заземления питающих электродов должны охраняться или должны быть ограждены и иметь предупреждающие знаки;
- перед каждым включением генератора необходимо оповестить об этом персонал, обслуживающий питающую линию **AB**;

- во время перерывов в работе и после окончания работ генератор следует немедленно отключать от питающей линии **AB**;
- необходимо регулярно следить за исправностью аппаратуры и проводов питающей линии;
- запрещается производить ремонтные работы в блоках аппаратуры, находящихся под напряжением; запрещается прикасаться без защитных резиновых перчаток к проводам (катушкам) и электродам питающей линии **AB**, находящимся под напряжением;
- в случае приближения грозы необходимо прекратить работы, отсоединить питающие и приемные линии от аппаратуры.

7. ХРАНЕНИЕ АППАРАТУРЫ

7.1 Условия хранения аппаратуры в части воздействия климатических факторов внешней среды должны соответствовать группе условий **«Л» ГОСТ 15150.**

В местах хранения не допускается наличие паров ртути, щелочей и других химических веществ, вызывающих коррозию.

Особенности метода «Постоянный ток»:

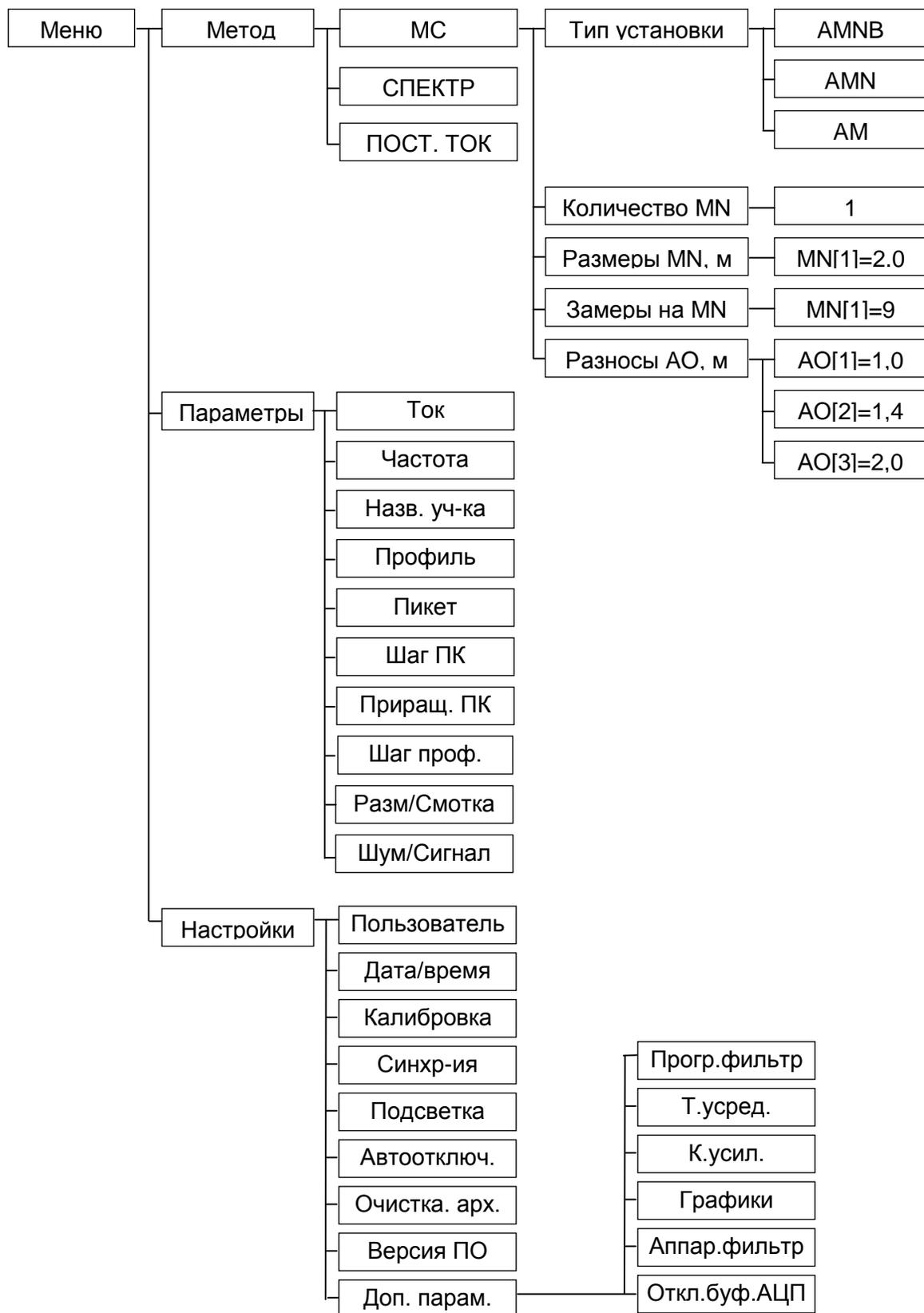
Установки:

<i>Точек усреднения</i>	<i>1</i>
<i>К усиления</i>	<i>1</i>
<i>Аппаратный фильтр</i>	<i>ВКЛ</i>
<i>Буфер АЦП</i>	<i>ОТКЛ</i>

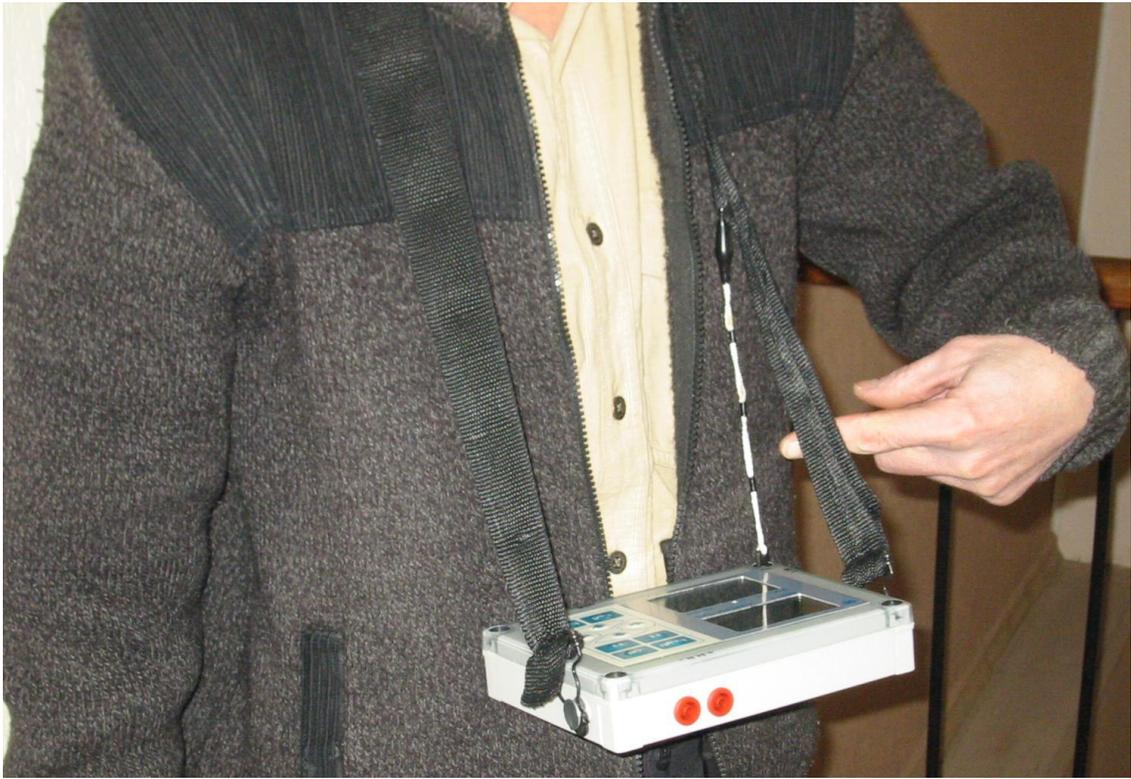
Программный фильтр при переходе в режим «Постоянный ток» отключается автоматически.

Возможные неисправности:

*При зависании измерителя последовательно нажмите и удерживайте кнопки **Esc, F1, On.***



Блок схема меню программы управления измерителем



**Крепление измерителя
в горизонтальном
положении**



Магнитное крепление заглушек для предотвращения их поте