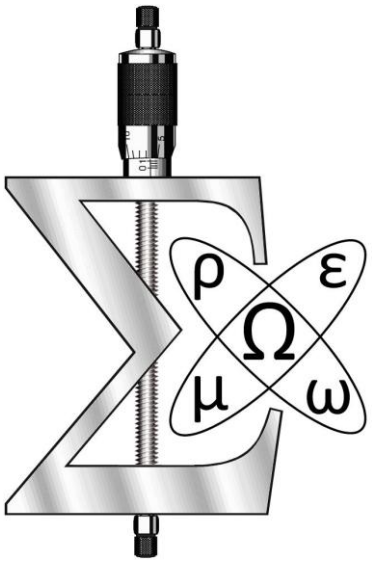
ИНГГ

Разработано в ИНГГ СО РАН

АППАРАТУРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

АЭМП-14

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПАСПОРТ



ООО «КБ Электрометрии»

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Аппаратура АЭМП-14, работающая по методу электромагнитного индукционного частотного зондирования (ЧЗ), предназначена для измерения кажущейся удельной электрической проводимости грунтов на частотах в диапазоне от 2.5 до 250 кГц, в том числе при наличии электромагнитных помех. Аппаратура применяется для изучения состава, строения и условий залегания горных пород в археологических исследованиях, при контроле состояния подземных сооружений, для обнаружения и локализации захоронений промышленных отходов, при поиске источника и оценки объема утечки нефтепродуктопроводов из подземных емкостей, при поиске коммуникаций и т.п.

1.2. Рабочие условия эксплуатации: 1) температура окружающего воздуха от -10^{o} С до $+35^{o}$ С; 2) относительная влажность воздуха до 80 % при температуре $+20^{o}$ С; 3) атмосферное давление 750 ± 30 мм рт. с.; 4) напряжение питания 12 ± 2 В от встроенной аккумуляторной батареи.

1.3. Аппаратура АЭМП-14 удовлетворяет требованием технического задания на опытно-конструкторскую работу ИНГГ СО РАН от 28.04.2000 г. По условиям эксплуатации относится ко II группе ГОСТ 9763 - 67.

2. СОСТАВ КОМПЛЕКТА

2.1. Состав базового комплекта приведен в таблице 1.

Наименование	Кол-во, шт.
Прибор АЭМП-14 (генераторная и приемная части) 1	
Чехол матерчатый	1
Упаковочный ящик	1
Ремень для переноски прибора	1
Крепление для ремня	2
Зарядное устройство	1
Инструкция пользователя ПО	1
Техническое описание, инструкция по эксплуатации, паспорт (единый документ)	1
Компакт-диск с ПО и документами	1

Табл. 1.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Диапазон измеряемой удельной электрической проводимости горных пород от 10 до 1 000 мС / м (соответствует удельному электрическому сопротивлению от 100 Ом · м до 1 Ом · м).

3.2. Диапазон частот электромагнитного поля, излучаемого генератором аппаратуры, приведен в таблице 2.

3.3. В соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725 – 2002 выполнена оценка точности измерений. Формула рассчитывалась для шести уровней экспериментального сигнала, и имеет вид $\delta = \pm (0.03 + 87.4 / m)$ %, где m - измеряемый уровень сигнала в единицах АЦП пятиразрядного десятичного представления

(показания на ИЖК прибора). Точность измерения в кажущейся удельной электропроводности ± 5 % от 20 мС / м.

Номер частоты	Частота, кГц	Номер частоты	Частота, кГц
1	2.500	8	15.626
2	3.088	9	20.409
3	3.907	10	27.779
4	5.103	11	40.000
5	6.945	12	62.500
6	10.000	13	111.111
7	12.346	14	250.000

Табл. 2.

3.4. Уровень собственных шумов аппаратуры АЭМП-14 не превышает 0,2 мС / м и не зависит от уровня электромагнитных помех в районе работ.

3.5. Аппаратура обеспечивает свои технические характеристики после 10 рабочих запусков.

3.6. Потребляемый ток в режиме излучения 1.6 А, в режиме «включено» 0.3 А. Аппаратура допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 10 часов при сохранении своих технических характеристик.

3.7. Управление работой аппаратуры и визуализация данных при работе осуществляется с помощью карманного персонального компьютера (КПК) с поставляемым ПО. Предусмотрено определение координат точек измерений в автоматическом режиме с помощью GPS-приемника.

3.8. Ток в генераторной петле на частоте 2.5 кГц около 9 А и линейно убывает для соответствующих частот до 0.1 А на частоте 250 кГц. Излучение прибора во время измерений не представляет опасности для здоровья человека.

3.9. Наработка на отказ не менее 1100 ч.

3.10. Габаритные размеры прибора 2720 х 350 х 140 мм.

3.11. Масса прибора не более 9 кг.

3.12. Исполнение прибора брызгозащитное, не герметичное.

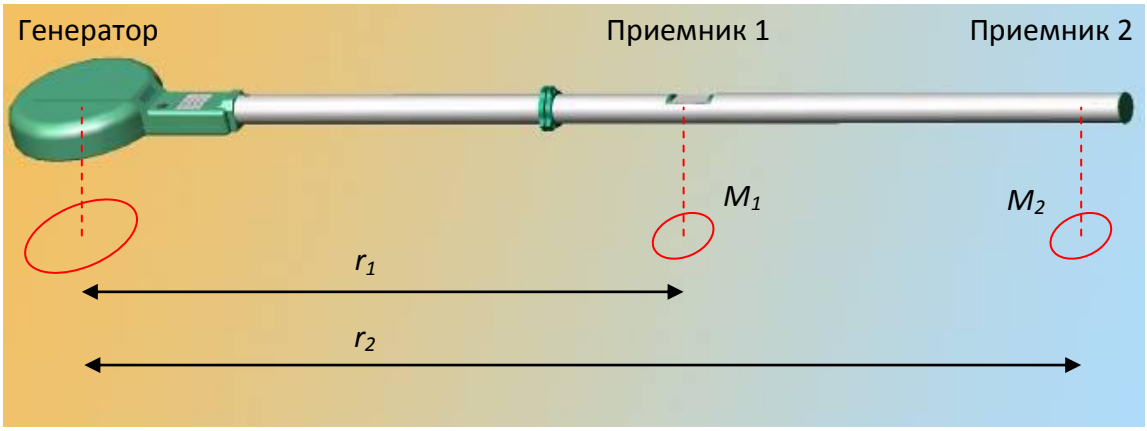


Рис. 1

4.ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

4.1. Основные компоненты аппаратуры показаны на рис. 1. Приемные диполи (M_1 и M_2) спроектированы таким образом, чтобы соблюдалось равенство соотношений M_j / r_j^3 в положении зонда «в воздухе». Момент приемной рамки равен $M_j = \mu_c \cdot n_j \cdot S_j$, $j = 1, 2,$ где μ_c – магнитная проницаемость сердечников чувствительных элементов; n_j – количество витков в приемнике; S_j – площадь приемной рамки; r – расстояние между центрами приемных и генераторной рамок.

4.2. Каждое измерение происходит в два этапа: 1) измерение прямого поля от генератора для определения тока; 2) измерение вторичного поля. Сигнал вторичного поля равен разности ЭДС в двух приемных катушках $\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$. Принимая во внимание только вертикальную компоненту магнитного поля, для каждого приемника имеем сигнал в виде $\varepsilon_j = -i\,\omega\,\mu_0\,((M_i\,M_г) / (4\pi r_j^3))\,h_{zj}$, $j = 1,2$, где $\omega = 2\pi f$; f – частота генераторного сигнала (Гц); $M_г$ – момент генераторного диполя; M_1 и M_2 – моменты приемных диполей; $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м; $h_{zj} = 2/(k^2 r_j^2)[9 - e^{ikr}(9 - 9ikr_j - 4k^2 r_j^2 + ik^3 r_j^3)]$ – магнитные числа среды для каждого приемника, $k = (i\omega\mu_0\sigma)^{1/2}$ – волновое число среды; σ – удельная электропроводность среды (См / м). Таким, образом, существует однозначная связь между сигналом, измеряемым АЭМП-14, и электропроводностью среды.

4.3. Аппаратура работает по принципу трехкатушечного индукционного электромагнитного зонда на поверхности земли с вертикальными моментами генераторной и двух приемных петель, расположенных на одной прямой. Расстояние между генератором и ближней петлей 1.5 м. Дальняя петля находится от генератора на удалении 2.5 м. Диаметры петель малы по сравнению с расстояниями до генератора и потому принято дипольное приближение описания генератора и приемников. Приемники являются преобразователями переменного магнитного поля в ЭДС. Схема электрическая структурная, приведенная на рис. 2, позволяет проследить путь излучаемого и приемных сигналов аппаратуры и понять работу составных ее частей.

4.4. Аппаратура состоит из следующих сборочных единиц:

- приемная антенна из двух катушек;
- входной усилитель с полосовым фильтром и буферным инвертором;
- катушка датчика тока и повторитель с инвертором;
- двухканальный синхронный детектор с двумя двухканальными АЦП;
- программируемый логический модуль;
- микроконтроллер;
- интерфейсы связи с клавиатурой, ИЖК и с ПК по кабелю;
- энергонезависимая память;
- модуль телеметрии по радиоканалу;
- плата питания;
- модуль генератора.

4.5. Магнитный момент генератора равен $M(f) = S\cdot n\cdot I(f)$, где $S = \pi\cdot 0.31^2/4 = 0.075$ м^2 – площадь генераторной петли, $n = 38$ – число витков генераторной петли, $I(f)$ – ток для каждой частоты, A. Излучение электромагнитного поля производится магнитным диполем, в котором течет синусоидальный ток. Ток формируется в резонансном последовательном LC колебательном контуре. Фаза тока в контуре управляется микроконтроллером через цепь накачки. Измерение тока выполняется с помощью малой петли-датчика тока и фазового детектора, где также выполняется преобразование сигнала с приемных катушек.

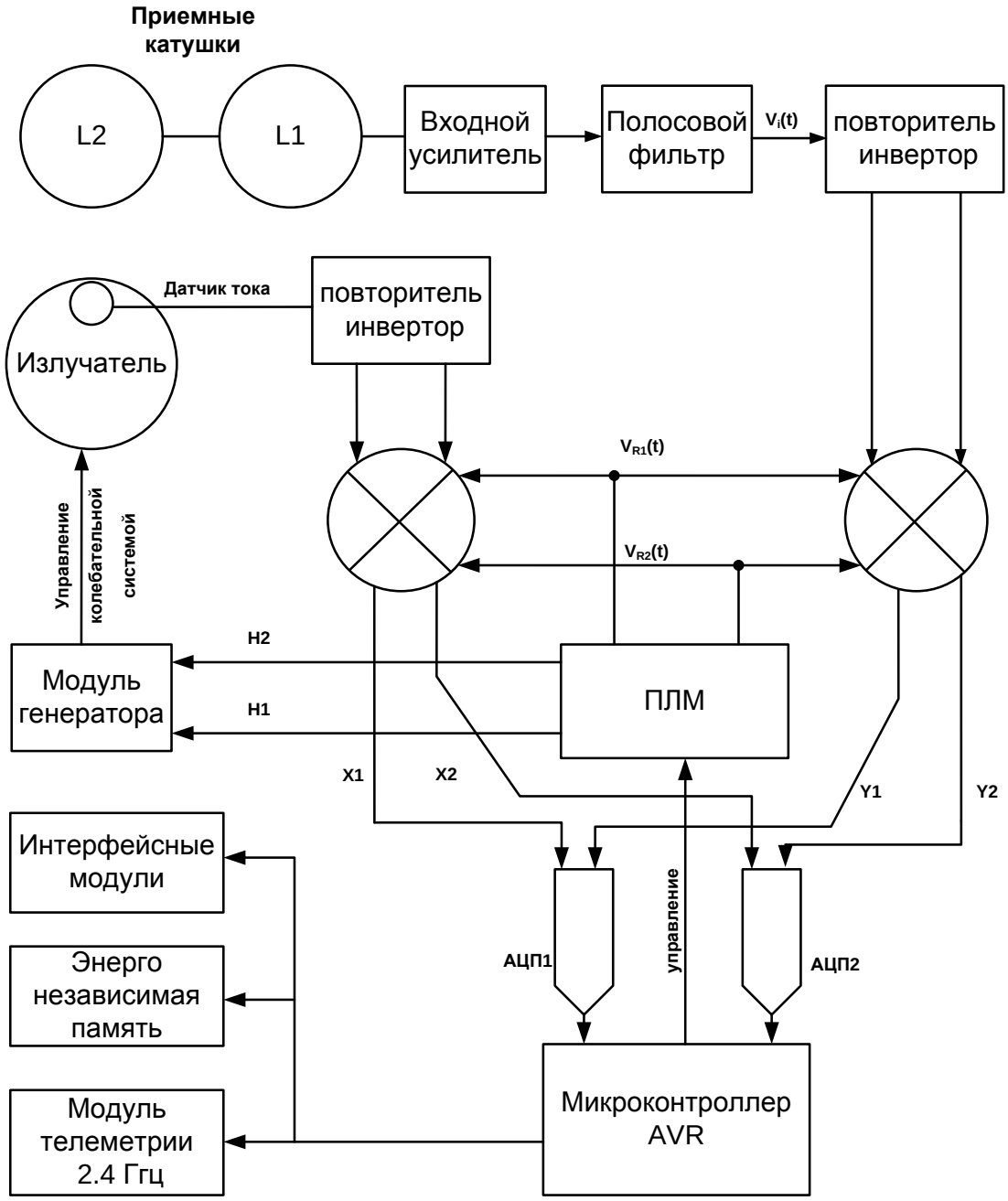


Рис 2.

4.6. В аппаратуре два измерительных канала. В первом измеряется величина, пропорциональная напряженности гармонического поля внутри генераторной петли. ЭДС регистрируется в виде двух компонент и в дальнейшем применяется для контроля фазы излучаемого поля. Диапазоны измерений магнитного поля генератора от 0.3 до 24 А / м. Во втором канале измеряется разностная ЭДС от двух приемных датчиков, соединенных в схему компенсации прямого поля генератора. Глубина компенсации настраивается при изготовлении аппаратуры. Сигнал регистрируется в виде двух компонент в диапазоне от 0.5 до 450 мкВ. Точность измерения сигнала величиной 1 мкВ ± 5 % . Измеряемый полезный сигнал имеет синусоидальную форму и представляется двумя компонентами как комплексное число. Выделение сигнала производится с помощью синхронного детектирования. Этот метод дает возможность проводить фазовую селекцию и является оптимальным для достижения наивысшей чувствительности в измерении двух компонент сигнала - мнимой, которая синфазна с

максимумом тока в генераторной петле, и реальной, которая опережает мнимую на 90°. Полоса пропускания измерительного тракта равна 20 Гц для всего частотного диапазона аппаратуры.

4.7. Число, записываемое в память при работе, имеет двоичную разрядность 19, а число, представляемое на жидкокристаллическом индикаторе 12 разрядное. Модуль значений сигналов, записываемых в приборе, имеет максимальное неискаженное цифровое представление 3 000 000. На ИЖК прибора верное цифровое представление максимального аналогового сигнала меньше в 128 раз и равно 23 437.

5. КОНСТРУКЦИЯ

5.1. Основой конструкции аппаратуры АЭМП-14 является корпус, который состоит из двух стеклопластиковых частей. Прибор соединяется конусным разъемом с тремя стягивающими болтами на фланцах. Длина частей 1370 мм и 1403 мм.

5.2. Генераторная часть закрывается съемной верхней крышкой, которая фиксируется 4 винтами. В генераторной части установлены: плата процессора, плата реле, плата питания. В антенной части находится плата входного усилителя. Электрический монтаж выполнен на печатных платах. Межблочные соединения выполнены жгутами с разъемами.

5.3. На передней панели установлены: жидкокристаллический цифровой индикатор, клавиатура, разъем для подключения зарядного устройства и внешних устройств, включатель напряжения питания. Внутри генераторной части кроме печатных плат расположен аккумулятор. На плате питания установлен держатель предохранителя 3 А. Вся генераторная часть закрыта электростатическим экраном.

5.4. Предварительный усилитель измерительного тракта прибора закреплен в конусном соединении антенной части прибора. На трубе имеется люк, под которым находится ближний измеритель. Дальний измеритель находится в торцевой части трубы под заглушкой.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. При получении аппаратуры АЭМП-14 проверяется комплектность согласно таблице 1 и производится внешний осмотр.

6.2. Включается питание аппаратуры. Напряжение аккумуляторной батареи должно быть около 13 В (показано в правом нижнем углу ИЖК). При напряжении менее 11 В работа запрещена. Устанавливается соединение с КПК и запускается ПО.

6.3. Рабочее положение аппаратуры АЭМП-14 горизонтальное на высоте 20 - 30 см над поверхностью земли. При картировании участка с металлическими объектами под поверхностью рекомендуется держать прибор на высоте около 1 м над поверхностью. Точка записи аппаратуры приходится на среднюю часть прибора и отмечена цветной меткой на разъеме.

6.4. Зарядное устройство предназначено для зарядки аккумулятора. В аппаратуре используется кислотный аккумулятор типа A500 12V / 3.2 А·ч. Данный аккумулятор не обслуживается и не является опасным грузом, допускается к транспортировке воздушным транспортом. Аккумулятор может храниться в температурном диапазоне от –30°С до +50 °С. При температуре –15 °С емкость аккумулятора уменьшается на 50 %.

6.5. Для зарядки батареи соедините кабель зарядного устройства с разъемом ЗУ на головной части зонда и включите ЗУ (см. инструкцию по эксплуатации ЗУ).

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Аппаратура АЭМП-14 не предназначена для работы во время дождя. Для уменьшения воздействия грязи и пыли рекомендуется генераторную часть прибора оборачивать сменной пластиковой пленкой.

7.2. При регулировке и ремонте сборочных единиц аппаратуры АЭМП-14 необходимо соблюдать все меры предосторожности. Наиболее опасным местом является плата реле, где во время работы на элементах колебательного контура напряжение достигает 200 В.

8.ПРОЦЕДУРА ЗОНДИРОВАНИЯ

8.1. Процедура зондирования состоит из следующих пунктов: 1) генераторная петля с током излучает первичное (прямое) электромагнитное поле на некоторой частоте и индуцирует ток в среде; 2) возникает вторичное электромагнитное поле от токов, существующих в определенном объеме среды; 3) измеряется разностная ЭДС от двух приемных рамок, в каждой из которых возбуждается сигнал от соответствующего магнитного переменного вторичного поля, измеренный сигнал записывается в память.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1. Аппаратура АЭМП-14 является чувствительным измерительным прибором и требует аккуратного обращения. Нельзя допускать попадания в прибор влаги, и складывать на прибор предметы. В процессе эксплуатации требуется не реже 1 раза в год производить чистку прибора. Для чистки снять верхнюю крышку генераторного блока и продуть пыль сжатым воздухом.

10. ПОВЕРКА АППАРАТУРЫ АЭМП–14

10.1. Периодичность поверки устанавливается предприятием, использующим прибор, с учетом условий и интенсивности его эксплуатации, но не реже одного раза в год.

10.2. Поверка выполняется на свободном участке земли размером 10 х 10 м. При проведении поверки должны выполняться следующие операции: 1) на пункте поверки измерителями сопротивления заземления определяется текущее значение удельного сопротивления пород и погрешность данного измерения, 2) определяется основная погрешность измерения грунта аппаратурой АЭМП-14 на всех рабочих частотах.

10.3. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия: 1) температура окружающего воздуха от -10^{o} С до $+ 30^{o}$ С; 2) относительная влажность окружающего воздуха 65 ± 15 %; 3) атмосферное давление окружающего воздуха 750 ± 30 мм рт. с.; 4) напряжение питания 13 В.

10.4. Перед проведением поверочного измерения должны быть выполнены следующие подготовительные работы и операции опробования: 1) на выделенной территории предварительно с помощью поверенных измерителей сопротивления заземления, например Ф4103-М1, ИС-10, М-416, должен быть найден однородный по глубине до 10 м и в плане площадью 10 х 10 м участок земли с удельным сопротивление пород от 20 до 50 Ом · м; 2) аппаратура АЭМП-14 и средства поверки должны быть прогреты в соответствии с указаниями по их эксплуатации. Время прогрева аппаратура АЭМП-14 не менее 10 пусков зондирований.

ПАСПОРТ

Аппаратура АЭМП-14 разработана в Институте нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского отделения Российской академии наук им. А. А. Трофимука. Экземпляр аппаратуры изготовлен ООО «КБ Электрометрии» по заказу ООО Группа "Гелион".

Аппаратура соответствует техническим условиям и признана годной для эксплуатации. Прибор не содержит драгоценных металлов. Комплект аппаратуры не является опасным грузом.

Серийный номер прибора _____

Дата выпуска _____

Представитель ООО Группа «Гелион» :

Ф. И. О. _____

Дата _____

М. П.

Подпись _____

СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ	2
2. СОСТАВ КОМПЛЕКТА	2
3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	2
4.ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ	4
5. КОНСТРУКЦИЯ	6
6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	6
7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	7
8.ПРОЦЕДУРА ЗОНДИРОВАНИЯ	7
9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	7
10. ПОВЕРКА АППАРАТУРЫ НЕМФИС	7
ПАСПОРТ	8