

---

# КОМПАКТНАЯ АППАРАТУРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ ГЕОВИЗЕР

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ПАСПОРТ

---

НОВОСИБИРСК 2017

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Аппаратура Геовизер, работающая по методу электромагнитного индукционного частотного зондирования (ЧЗ), предназначена для измерения кажущейся удельной электрической проводимости грунтов на частотах в диапазоне от 12.5 до 111 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  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ ; 2) относительная влажность воздуха до 80 % при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$ ; 3) атмосферное давление  $750 \pm 30$  мм рт. с.; 4) напряжение питания  $12 \pm 2$  В от встроенной аккумуляторной батареи.

## 2. СОСТАВ КОМПЛЕКТА

2.1. Состав комплекта приведен в таблице 1.

Наименование	Кол-во, шт.
Профайлер Геовизер	1
Ручка для переноски	1
Упаковочный ящик	1
Зарядное устройство	1
Техническое описание, инструкция по эксплуатации, паспорт (единый документ)	1
Управляющий КПК (опция)	1
Беспроводной RTK-GNSS приемник (опция)	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  $\pm 5 \%$  от 20 мС / м.

Табл. 2.

Номер частоты	Частота, кГц	Номер частоты	Частота, кГц
7	12.346	11	40.000
13	111.111		

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

3.5. Аппаратура обеспечивает свои технические характеристики после 1-1,5 минуты непрерывной работы.

3.6. Потребляемый ток в режиме излучения 0.6 А, в режиме «включено» 0.3 А. Аппаратура допускает непрерывную работу в рабочих условиях в течение 8 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 12.5 кГц около 0.5 А и линейно убывает для соответствующих частот до 0.1 А на частоте 111 кГц. Излучение прибора во время измерений не представляет опасности для здоровья человека.

3.9. Нарботка на отказ не менее 1100 ч.

3.10. Габаритные размеры прибора 750 x 650 x 340 мм.

3.11. Масса прибора не более 4.5 кг.

3.12. Исполнение прибора брызгозащитное, не герметичное.



Рис. 1

#### 4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

4.1. Основные компоненты аппаратуры показаны на рис. 1. Приемный диполь расположен 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  $\mu_c$  – 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 соразмерен с ЭДС приемной катушки. Принимая во внимание только вертикальную компоненту магнитного поля, для приемника

имеем сигнал в виде  $\varepsilon_j = -i \omega \mu_0 ((M_u) / (4\pi r_j^3)) h_{zj}$ ,  $j = 1, 2$ , где  $\omega = 2\pi f$ ;  $f$  – частота генераторного сигнала (Гц);  $M_r$  – момент генераторного диполя;  $M$  – момент приемного диполя;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  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 приемника,  $k = (i\omega\mu_0\sigma)^{1/2}$  – волновое число среды;  $\sigma$  – удельная электропроводность среды (См / м). Таким, образом, существует однозначная связь между сигналом, измеряемым Геовизер, и электропроводностью среды.

4.3. Аппаратура работает по принципу двухкатушечного индукционного электромагнитного зонда на поверхности земли с вертикальными моментами генераторной и приемной петель. Приемный диполь расположен на удалении 1м и под углом  $\sim 30$  градусов к плоскости генератора. Диаметр петли мал по сравнению с расстояниями до генератора и потому принято дипольное приближение описания генератора и приемника. Приемник является преобразователем переменного магнитного поля в ЭДС. Схема электрическая структурная, приведенная на рис. 2, позволяет проследить путь излучаемого и приемного 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<sup>2</sup> – площадь генераторной петли,  $n = 38$  – число витков генераторной петли,  $I(f)$  – ток для каждой частоты, А. 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.

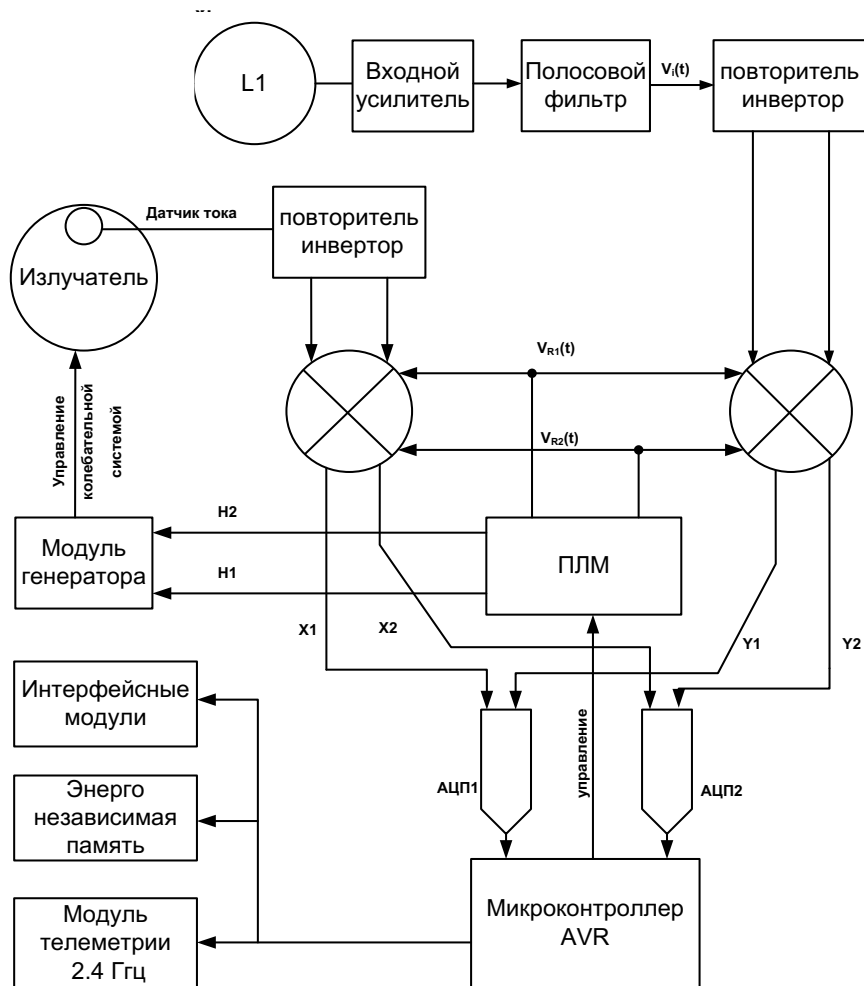


Рис 2.

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 ЭДС от приемного датчика, расположенного на удалении 1м от генератора в зоне минимального влияния прямого поля (схема радиальной 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  $1 \text{ мкВ} \pm 5 \%$ . 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  $90^\circ$ . 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 Геовизер является корпус, на котором размещены генератор и приемник.

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

5.3. На передней панели установлены: разъем для подключения зарядного устройства и внешних устройств, выключатель напряжения питания.

Внутри генераторной части кроме печатных плат расположен защищенный аккумулятор. Вся генераторная часть закрыта электростатическим экраном.

## 6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. При получении аппаратуры Геовизер 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 10 В работа запрещена. Устанавливается соединение с КПК и запускается ПО.

6.3. Рабочее положение аппаратуры Геовизер плоскости генератор 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 может использоваться кислотный аккумулятор 12V / 7 А·ч. Данный аккумулятор не обслуживается и не является опасным грузом, допускается к транспортировке воздушным транспортом. Аккумулятор может храниться в температурном диапазоне от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . При температуре  $-15^{\circ}\text{C}$  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).

6.6 Перед использованием прибора необходимо произвести предварительные измерения для «разогрева» и стабилизации аппаратуры. Измерения проводятся в непрерывном режиме в течении 1.5-2 минут. После этого прибор готов к работе. Нормальная амплитуда разброса сигнала по частотам приведена в таблице 1:

Частота #1	20 Ом·м
Частота #2	20 Ом·м
Частота #3	5 Ом·м

*Таблица 1. Амплитуда нормальных вариаций сигнала.*

При этом уровень аномального сигнала для большинства объектов превышает амплитуду вариаций более чем в 5 раз. При контрасте температуры хранения прибора и температуры окружающей среды при эксплуатации менее чем в  $20^{\circ}\text{C}$ , время предварительных измерений можно сократить до 0.5-1 минуты. При простое аппаратуры более 5 минут, рекомендуется повторить предварительный «разогрев».

## **7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ**

7.1. Аппаратура ГЕОВИЗЕР 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 Геовизер 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 ЭДС от приемной катушки, в которых возбуждается сигнал от соответствующего магнитного переменного вторичного поля, измеренный сигнал записывается в память.

## **9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

9.1. Аппаратура Геовизер 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 ГЕОВИЗЕР**

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 x 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 Геовизер на всех рабочих частотах.

10.3. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия: 1) температура окружающего воздуха от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ ; 2) относительная влажность окружающего воздуха  $65 \pm 15\%$ ; 3) атмосферное давление окружающего воздуха  $750 \pm 30$  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 x 10 м участок земли с удельным сопротивлением пород от 20 до 50 Ом · м; 2) аппаратура Геовизер и средства поверки должны быть прогреты в соответствии с указаниями по их эксплуатации. Время прогрева аппаратура Геовизер не менее 10 пусков зондирований.

## ПАСПОРТ

Аппаратура электромагнитного профилирования Геовизер .

Аппаратура соответствует техническим условиям и признана годной для эксплуатации. Прибор не содержит драгоценных металлов.

Серийный номер прибора \_\_\_\_\_

Представитель продавца:

Ф. И. О. \_\_\_\_\_

Дата продажи \_\_\_\_\_

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 ГЕОВИЗЕР	7
ПАСПОРТ	8