
КОМПАКТНАЯ АППАРАТУРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

ГЕОВИЗЕР

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПАСПОРТ

Москва 2021

2. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Аппаратура Геовизер, работающая по методу электромагнитного индукционного многочастотного профилирования (ЭП), предназначена для измерения кажущейся удельной электрической проводимости грунтов на 3 частотах: 12.5 кГц, 40 кГц и 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°C до $+35^{\circ}\text{C}$; 2) относительная влажность воздуха до 80 % при температуре $+20^{\circ}\text{C}$; 3) атмосферное давление 750 ± 30 мм рт. С.; 4) напряжение питания 12 ± 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

- ТТХ здесь и ниже могут незначительно отличаться без ухудшения функциональных возможностей аппаратуры.

Табл. 1.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Диапазон измеряемой удельной электрической проводимости горных пород от 5 до 1 000 мСм/м (соответствует удельному электрическому сопротивлению (УЭС) от 200 Ом·м до 1 Ом·м).

3.2. Частоты ЭМ поля, излучаемого генератором аппаратуры, приведены 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 мСм/м.

Номер частоты	Частота, кГц
1	12.346

2	40
3	111.111

Табл. 2.

3.4. Уровень собственных шумов аппаратуры Геовизер не превышает 0.2 мСм/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 12.3 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 Геовизер v.5 (цвет может отличаться)

4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

4.1. Основные компоненты аппаратуры показаны на рис. 1. Структура поля магнитного диполя в изотропном пространстве имеет характерную линию, на которой вертикальная компонента напряжённости магнитного поля меняет знак. Таким образом расположение приемной катушки на такой линии позволяет компенсировать прямое поле и измерять лишь вторичный, полезный, сигнал.

4.2. Каждое измерение происходит в два этапа: 1) измерение прямого поля от генератора для определения тока; 2) измерение вторичного поля. Сигнал вторичного поля пропорционален ЭДС приемной катушки

Выражения для вычисления вертикальной компоненты напряженности магнитного поля вертикального магнитного диполя, расположенного на поверхности немагнитной горизонтально-слоистой среды приведены ниже:

$$H_z = \frac{M_t}{2\pi} \int_0^{\infty} \lambda^3 J_0(\lambda r) X_N d\lambda,$$

где N – количество слоёв, X_N – слоистая функция, которая вычисляется рекурсивным алгоритмом.

Э.д.с. (ε_d) и ток (I_d) в приемной катушке, аппроксимированной диполем, могут быть найдены по формулам:

$$\varepsilon_d = i\omega\mu_0 M_d H_z(r_d, z_d), \quad I_d = \varepsilon_d / Z_d,$$

где M_d, r_d, z_d, Z_d – момент, позиция, комплексное сопротивление приемной катушки.

4.3. Аппаратура работает по принципу индукционного электромагнитного зонда на поверхности земли с вертикальными моментами генераторной и приемной петель. Приемный диполь расположен на удалении 1 м и под углом ~ 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:

- приемный блок;
- 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;
- интерфейс связи;
- 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 $S = \pi \cdot 0.31^2 / 4 = 0.075 \text{ м}^2$ – 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.

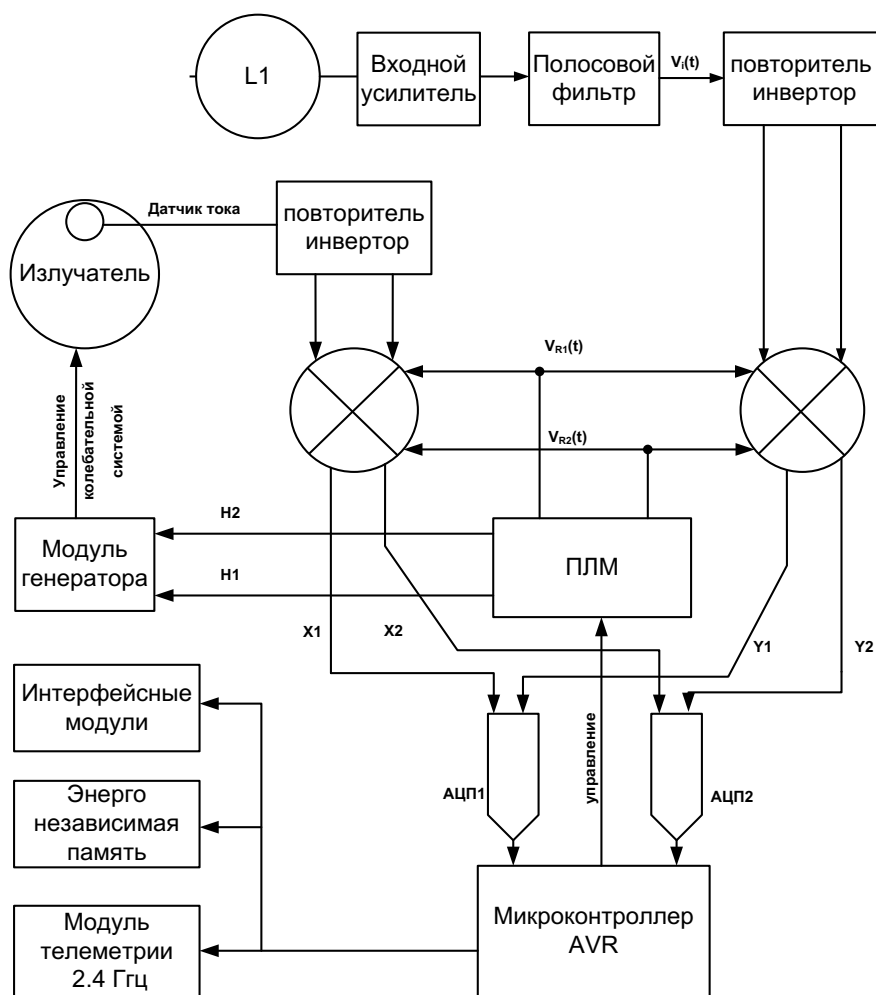


Рис 2.

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. 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° . 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 КПК 12 разрядное. Модуль значений сигналов, записываемых в приборе, имеет максимальное неискаженное цифровое представление 3 000 000. На КПК прибора верное цифровое представление максимального аналогового сигнала меньше в 128 раз и равно 23 437.

5. КОНСТРУКЦИЯ

5.1. Основной конструкции аппаратуры Геовизер является корпус, на котором размещены генератор и приемник.

5.2. Генераторная часть закрывается съемной верхней крышкой, которая фиксируется 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.

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 программном обеспечении QZond). 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.

6.4. Зарядное устройство предназначено для зарядки аккумулятора. В аппаратуре может использоваться аккумулятор 12V / 7 А·ч. Аккумулятор может храниться в температурном диапазоне от -30°C до $+50^\circ\text{C}$. При температуре -15°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 составляет 20 Ом·м.

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°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 ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Процедура измерений 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°C до $+30^{\circ}\text{C}$; 2) относительная влажность окружающего воздуха $65 \pm 15\%$; 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 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 аппарата Геовизер составляет 1-1.5 минуты непрерывной работы.

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 ИЗМЕРЕНИЙ	7
9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	7
10. ПОВЕРКА АППАРАТУРЫ ГЕОВИЗЕР	7
ПАСПОРТ	9