

Супермногофункциональная электроразведочная аппаратура поколения 5+

Ингеров Игорь Александрович¹, Ермолин Евгений Юрьевич²

¹ *Advanced Geophysical Operations and Services Inc. (AGCOS)*

² *Сервисная геолого-геофизическая компания ООО «ДЖИ М Сервис»*

Введение

Любая электроразведочная аппаратура, способная реализовать магнитовариационные и магнитотеллурические методы является по сути многофункциональной, так как она может в широком частотном и динамическом диапазонах принять, обработать и записать на твердом носителе сигнал любого источника электромагнитного (ЕМ) поля, обеспечить удобный формат данных для работы программ обработки соответствующего электроразведочного метода. Другой вопрос насколько это целесообразно с точки зрения стоимости и производительности. Накопленный опыт производства 5-ти поколений многофункциональных приборов, развитие элементной базы электроники и компьютерной техники позволяет в настоящее время создать супермногофункциональный измеритель и необходимые для его эффективного использования вспомогательные устройства. Такой супермногофункциональный прибор создан компанией АГКОС в 4-х и 8-ми канальных вариантах. Прибор может реализовать все известные наземные и морские электроразведочные методы, имеет вспомогательные устройства и программное обеспечение для регистрации и обработки данных электроразведочных методов. Набор методов включает в себя геометрические зондирования и профилирование, индукционные зондирования и профилирования, как с естественным, так и искусственным источником, как в частотной, так и временной области. Прибор геологически и экономически эффективен как для геофизических подрядчиков, так и для исследовательских и образовательных организаций.

Многофункциональная электроразведочная аппаратура

Как уже отмечалось рядом авторов [Fox, 2005, 2008, Ingerov I., 2011, Ingerov O., 2005, 2011], можно выделить 5-ть поколений многофункциональной аппаратуры, обладающих четко выраженными отличительными признаками. Описываемая в данной работе супермногофункциональная аппаратура относится к 5-му поколению геофизических приборов. 5-е поколение было внедрено в практику полевых работ на рубеже столетий. Благодаря высоким технологическим свойствам, несколько тысяч комплектов аппаратуры этого поколения успешно используются по всему миру в настоящее время. Отличительными чертами этого поколения аппаратуры являются: GPS синхронизация, малые размеры, малый вес (менее 7кг), 24х разрядный аналого-цифровой преобразователь, высокоэффективные цифровые фильтры помех, регистрация сигнала на съемную твердотельную память и малое энергопотребление (6-10Вт). Представляющий это поколение 6-ти канальный V8 кроме магнитотеллурических и магнитовариационных методов был способен на приемлемом уровне точности и производительности реализовывать методы CSAMT, CIS, TEM, TDIP.

Развитие и миниатюризация электронной элементной базы сделали возможным приступить к созданию многофункциональной аппаратуры, реализующей в одном приборе, казалось ранее не совместимые функции, как например методы МТЗ и ВЭЗ. Многофункциональные 4-х и 8-ми канальные приемники Гепард показаны на Рис. 1а) и 1в). Приборы имеют высокую чувствительность, очень малый уровень собственных шумов (менее 0.1 мкВ), очень широкий частотный диапазон (50 000 - 0.00001 Гц). Электронная структура приемников включает в себя все элементы, характерные для поколения 5+ многофункциональной аппаратуры: коммуникационная плата, аналоговые усилители на каждый канал, 24-х разрядный аналого-цифровой преобразователь, сигнальный процессор, плата основного процессора, плата синхронизации, калибровочная плата, интернет плата, SD карта, сенсорный экран, выполняющий роль дисплея и клавиатуры. Дополнительно каждый канал имеет плату фильтров, на который установлены режекторные фильтры промышленной частоты (50/60 Гц). На плате также установлены переключаемые фильтры

верхних и нижних частот. Усиленная аналоговая фильтрация позволяет использовать прибор в городских условиях, на территории работающих горных предприятий и вблизи мощных линий электропередач. Еще одной отличительной особенностью прибора является гибкая конфигурация каналов. То есть каждый канал может работать как электрический, так и магнитный. Электронное переключение производится с экрана прибора. Удобный интерфейс позволяет выбрать применяемый метод и параметры регистрации электромагнитного поля на сенсорном экране прибора за 1-2 минуты. Такое устройство прибора и программного обеспечения к нему позволяет экономически и геологически эффективно реализовать практически все наземные и морские геофизические методы (исключая георадар), что действительно делает прибор супермногофункциональным.



Рис. 1. Супермногофункциональная геофизическая ЭМ аппаратура; (а) 4-х канальный GEPARD-4; (б) многофункциональный геофизический источник тока АТ-100; (в) 8-ми канальный GEPARD-8.

Для реализации методов, использующих искусственное электромагнитное поле при изучении геоэлектрического разреза до глубин 200м приборы Гепард комплектуются переносными, широкодиапазонным геофизическим генератором тока АТ-100 (Рис. 1б). Генератор имеет мощность 100 Вт, питается от батареи 12В и может подать в нагрузку (электрическая линия, незаземленная петля) стабилизированный ток 0,01 - 1.0 А. Частотный диапазон генератора составляет 50 000 - 0.001 Гц. Частотный ряд заполняется очень плотно последовательным умножением на 2π базовых частот: 1.00, 1.22, 1.33, 1.50, 1.66 Гц. Данная особенность генератора позволяет получать детальные амплитудные и фазовые кривые в методах частотных зондирований, спектрального ВП, CSAMT, ЧЭЗ и других. Режим работы генератора может задаваться с дисплея или записываться с помощью ПК на съемную SD карту. Для изучения более глубоких частей разреза с контролируемым источником (до 5000м) могут быть использованы генераторы других производителей геофизического оборудования.

Датчики магнитного и электрического поля и полевые аксессуары

Датчиками магнитного компонента электромагнитного поля являются: для АМТЗ диапазона индукционный датчик AMS-15 (частотный диапазон 50 000 – 1 Гц), для МТЗ диапазона датчик AMS-37 (диапазон 500 - 0.0001 Гц). Имеется также датчик АМС-27 с частотным диапазоном 1 000 – 0.0005 Гц, позволяющий эффективно выполнять нефтегазопромысловые и гидротермальные работы, а также поиски подземных вод. Этот датчик также используется в данном оборудовании. Для изучения строения верхней мантии прибор использует феррозондовые 3-х компонентные датчики компании Бартингтон (Рис.2).



Рис. 2. Индукционные и феррозондовые магнитные датчики; (а) AMS-15; (б) AMS-37; (в) MAG-03.

Внешний вид датчиков показан на Рис. 2. Каждый датчик имеет магнитный сердечник, секционированную медную катушку, экран электрического поля, малошумящий предусилитель и калибровочную обмотку. Для полевых измерений датчики могут закапываться или забуриваться в землю. Для высокопроизводительной, всесезонной установки датчиков на любом грунте предпочтительней использовать специальные прецизионные треноги. Треноги выпускаются 3-х видов: вертикальные, горизонтальные и наиболее эффективные - трехосные. Треноги легко и быстро переводятся из транспортного положения в рабочее и обратно. Индукционные датчики хранятся в треногах как во время измерений, так и во время транспортировки. Для удобной транспортировки треног они комплектуются специальными сумками, рюкзаками и станинами. Применение треног позволяет обеспечить высокую точность установки магнитных датчиков в любое время года и на любом грунте, термостабилизировать индукционные датчики, а также существенно (в 2-3 раза) повысить производительность полевых работ.



Рис. 3. Прецизионные полевые треноги для индукционных магнитных датчиков; (а) TRI-1/30; (б) TRI-1/30/1; (в) TRI-3/30; (г) TRI-1/50/1; (д) TRI-1/50; (е) TRI-3/50.

В качестве датчиков электрических компонент поля используются электрические линии длиной 1 - 100 м, выполненные из гибкого многожильного экранированного провода. В зависимости от используемого метода, заземление линий осуществляется стальными, латунными или пористыми неполяризуемыми электродами. Аппаратура комплектуется пористыми электродами трех видов (Рис. 4): на медной, свинцовой и серебряной основе.



Рис. 4. Малошумящие неполяризуемые электроды; (а) ACE-84 (медный); (б) ALCE-84A (свинцовый); (в) ASCE-84AG (серебряный).

Самыми стабильными, малошумящими являются серебряные электроды. Однако, эти электроды также и самые дорогие в производстве. Каждый электрод состоит из пористой мембраны определенной формы, обладающей большой контактной поверхностью,

герметичного цилиндра, металлического стержня с контактными проводами. Внутреннее пространство цилиндра заполнено специальным гелем, содержащим соль металла.

Прибор пригоден для работы в любом климате. На Рис.5 приведены примеры эксплуатации супермногофункциональной системы в Азии и в Африке.

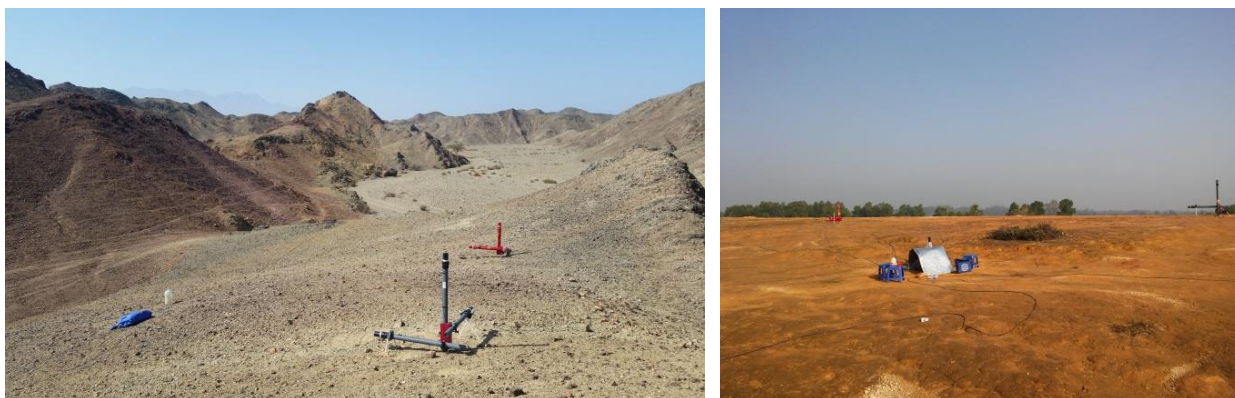


Рис. 5. Применение супермногофункциональной широкодиапазонной EM системы при полевых работах методами АМТЗ, МТЗ, МВП и ТС.

Заключение

Разработана и выпускается супермногофункциональная система регистрации электромагнитных полей поколения 5+. Система позволяет реализовать на практике коммерчески и геологически эффективно практически все наземные и подводные электроразведочные методы, исключая георадар. Система состоит из 4-х или 8-ми канальных многофункциональных регистраторов, широкодиапазонного генератора, датчиков электрических и магнитных компонент EM поля, треног для установки магнитных датчиков поля и вспомогательного оборудования.

Список литературы

Fox L. Recent trends in electroprospecting hardware and software development//Notes of the (St. Petersburg) Mining Institute.2005.№162. p. 9-14.

Fox L. Fifth generation of multifunctional equipment –ten years in the market //The 19th International Workshop on Electromagnetic Induction in the Earth, Beijing, China, Abstracts. 2008.Vol.1, p. 432-436.

Ingerov I. Method of Multifrequency Magnetovariational Profiling (MVP) //EMS-2011, St. Petersburg, Russia, Abstracts. 2011.Vol.2, p. 449-454.

Ingerov O. Application of electroprospecting for hydrocarbon exploration //Notes of the (St. Petersburg) Mining Institute. 2005. №162. p.15-25

Ingerov O. Current trends in the development of electroprospecting hardware set for ground and marine surveys // EMS-2011.St. Petersburg, Russia, Abstracts. 2011. Vol.1, p. 86-101.