

Комбинированная беспилотная аэро-электроразведка во временной области БАС-ЗС

А.В. Куклин (ООО «Макс-Модл»), М.В. Абрамов (ООО ГП «Сибгеотех»), Г.М. Тригубович (АО «ЕМ-Разведка»)

Введение

Пилотируемые электроразведочные технологии становятся менее конкурентными при решении достаточно популярных поисковых задач до глубин порядка 500 м. Здесь БАС-ЗСБ, кроме прочих особенностей, могут обладать более высокой разрешающей способностью по сравнению с пилотируемой авиацией. Рассмотрим ожидаемые на сегодня результаты применения аэрогеофизических систем, построенных на доступных гражданских БАС.

Агрегатирование БАС-ЗС технологий «земля – воздух» с закрепленным источником и «воздух – воздух» позволяет проводить полноценное детальное крупномасштабное изучение перспективных участков разведочной площади до глубин около 1000 м под заверочное бурение. При этом сохраняется высокая разрешающая способность как по ВЧР, так и по глубинным объектам.

Моделирование

Результативность комбинирования БАС-ЗС систем «воздух-воздух» и «земля-воздух» продемонстрирована на модели (рисунок 1(а,б)). Рассмотрена задача локализации объекта пониженного сопротивления, залегающего на глубине 500 м, перекрытого неоднородной ВЧР. Проекция неоднородностей показаны пунктиром.

Для системы «земля-воздух» выбран петлевой квадратный источник (П) 1000 x 1000м. Амплитудой тока в контуре- 10А, магнитный момент БАС-измерителя 24 м².

В системе «воздух-воздух» использован круговой индуктор диаметром 8 м. Амплитуда тока в индукторе - 20 А, магнитный момент измерителя 24м².

На рисунке 1 показано распределение нормированного сигнала (в % от фонового сигнала в полупространстве 100 Ом) для системы «земля-воздух» от закрепленного П источника, показанного сплошной линией (рисунок 1в), и для системы «воздух-воздух» (рисунок 1г) на времени 0.1мс после выключения тока. Видно, что в системе «земля-воздух» неоднородностей ВЧР проявлены примерно в 10 раз слабее чем системе «воздух-воздух». Однако по целевому горизонту – 500 м система «земля-воздух» на времени 5мс позволяет локализовать поисковый объект (рисунок 1д).

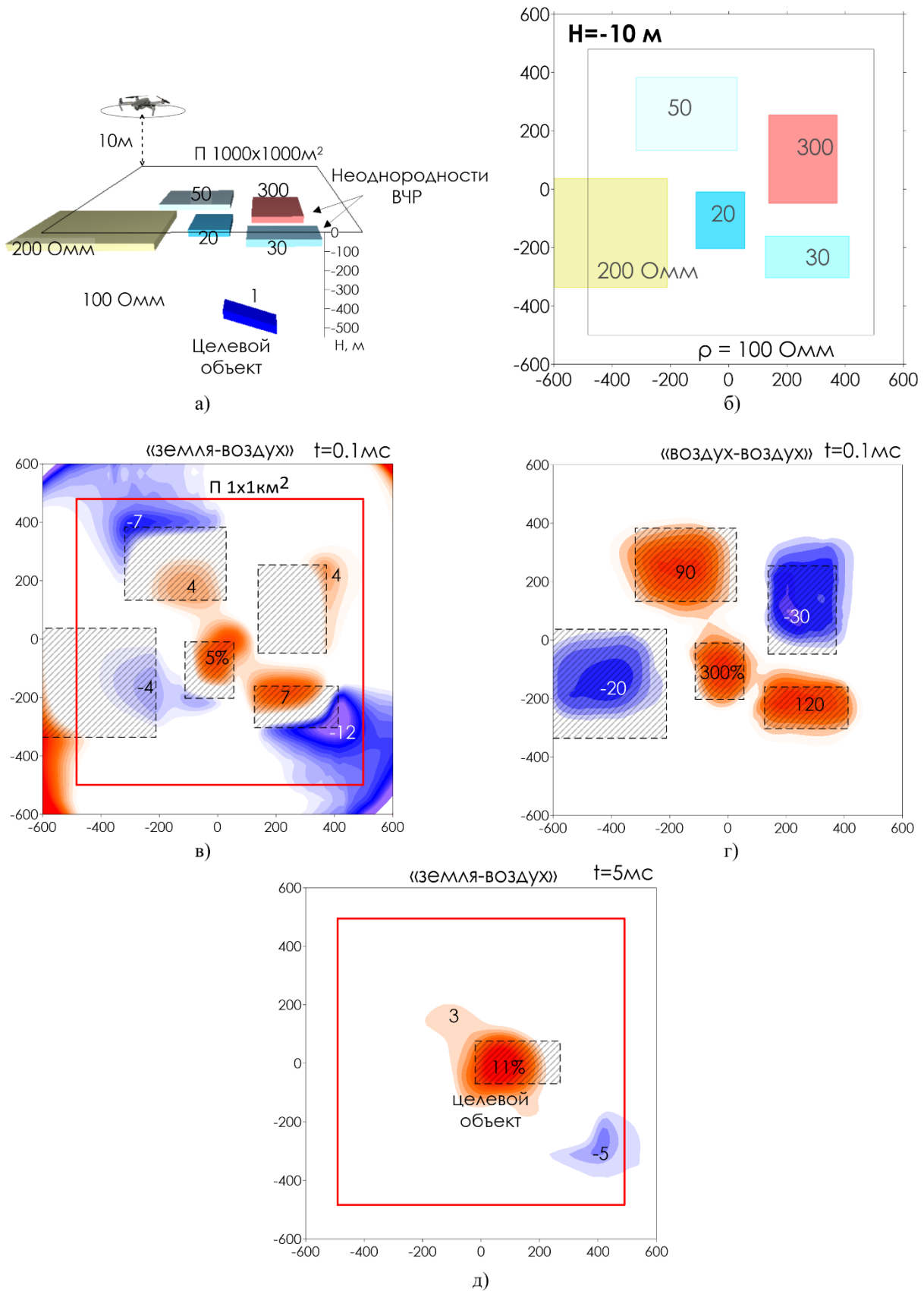


Рисунок 1. Модель поискового объекта, перекрытого ВЧР (а – 3D вид, б – план на глубине 10м) и $E_a(\%)$ от фонового сигнала в полупространстве 100 Омм для систем «земля-воздух» с П 1000х1000м при $t=0.1$ мс после выключения тока (в), «воздух-воздух» при $t=0.1$ мс (г), «земля-воздух» при $t=5$ мс (д). красная линия – контур П источника, пунктирная штриховка – проекции неоднородностей

В данном эксперименте (рисунок 1) сигнал от закрепленного источника был получен для ближней зоны. Но, как было показано ранее [4], при точном учете всех характеристик приемно-генераторной установки (форма импульса тока, геометрия установки, электрофизические характеристики приемных антенн), сигнал может быть интерпретирован и за пределами ближней зоны.

Если вернуться к модели, показанной на рисунке 1(а,б), и сместить поисковый объект на 1000м от центра закрепленного источника, то в нормированном сигнале на временах проявления поискового объекта мы увидим дипольную аномалию (рисунок 3б), в несколько раз превышающую уровень аномалии от объекта, расположенного в проекции источника (рисунок 3а). Таким образом, БАС-ЗС измерения могут быть результативными и за пределами ближней зоны закрепленного источника.

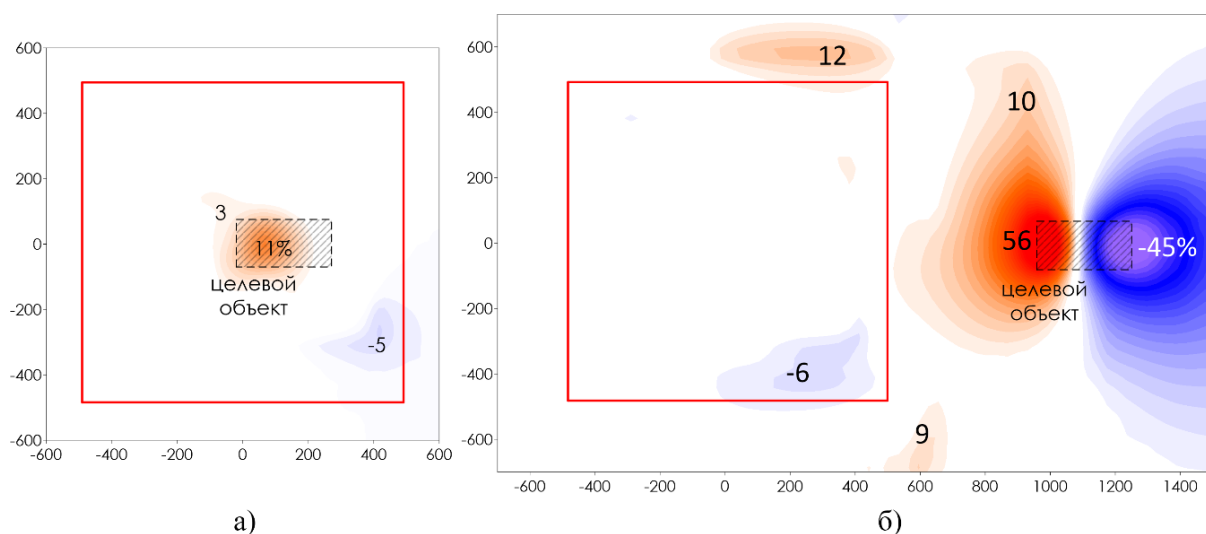


Рисунок 3. $E_a(\%)$ от фонового сигнала в полупространстве 100 Ом для системы «земля-воздух» с П 1000х1000м при $t=5$ мс, в случае, когда поисковый объект расположен в проекции источника (а) и когда поисковый объект смещен за проекцию источника (б). Красная линия – контур П источника, пунктирная штриховка – проекция поискового объекта.

Выводы

Комбинирование БАС-ЗС систем «земля-воздух» и «воздух-воздух», в том числе с измерением сигнала от закрепленного источника за пределами так называемой ближней зоны, позволяет получать полноценную информацию для прогноза поисковых объектов в широком диапазоне глубин, обеспечивая одновременно высокую разрешающую способность как по ВЧР, так и по глубинным объектам.

Технология БАС-ЗС, основанная на комбинировании методов электроразведки с закрепленным и мобильным источниками, может применяться для крупномасштабного изучения перспективных участков до глубин порядка 500-1000м и более.

Библиография / References

1. Светов, Б.С. Основы геоэлектрики. / Б.С. Светов.— М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 656 с.
 2. Каменецкий Ф.М. Три лекции о вызванной поляризации геологической среды/ Ф.М. Каменецкий, Г.М. Тригубович, А.В. Чернышев — Мюнхен: Вера Фарлаг, 2014. — 58 с.
 3. Тригубович, Г.М. Феноменология вызванной поляризации / Г.М. Тригубович, Ф.М. Каменецкий // Геофизика, 2013. — № 1. — С. 80—83.
 4. Чернышев, А. В. Параметризация данных "ЗСБ" за пределами ближней зоны / А. В. Чернышев, М. В. Абрамов, Г. М. Тригубович // Инженерная и рудная геофизика 2024. Инженерная и рудная геология 2024 : Материалы 20-й научно-практической конференции и выставки, Казань, 13–16 мая 2024 года. – Москва: ООО «Геомодель Развитие», 2024. – С. 367-371.
-
1. Svetov, B.S. Osnovy geoelektriki. / B.S. Svetov.— M.: Izdatelstvo LKI, 2008. — 656 s.
 2. Kamenetsky F.M. Three lectures about induced polarization of geologic medium / F.M. Kamenetsky, G.M. Trigubovich, A.V. Chernyshev — Munich: Vera Farlag, 2014. — 58 p.
 3. Trigubovich, G.M. Phenomenology of induced polarization / G.M. Trigubovich, F.M. Kamenetsky // Geophysics, 2013. — № 1. — P. 80—83.
 4. Chernyshev, A.V. Parameterization of the TEM data outside the near zone / A.V. Chernyshev, M. V. Abramov, G. M. Trigubovich // Engineering and Ore Geophysics 2024. Engineering and Ore Geology 2024 : Proceedings of the 20th Scientific and Practical Conference and Exhibition, Kazan, May 13-16, 2024. – Moscow: Geomodel Razvitie LLC, 2024, pp. 367-371.