

A 02

Electromagnetic Geophysical Studies of the Archaeological Site in South-West Kazakhstan

I.O. Shaparenko* (IPGG SB RAS), V.E. Egorov (KB Electrometry), K.G. Tsukanov (IPGG SB RAS), E.S. Bogdanov (IAET SB RAS) & E.V. Balkov (IPGG SB RAS)

SUMMARY

Funerary complex Altyn Kazgan is located on the Mangyshlak peninsula, on the eastern shore of the Caspian Sea. During the geophysical surveys 2 methods of electrical prospecting have been used. Electrical resistivity tomography (equipment "Scala-48") and the method of inductive sensing. The aim of the object geophysical study was to find probable subsurface voids associated with burials. As a result, several sites were investigated. Anomalous objects were identified, they were detected by two electrical prospecting methods.

Исследование археологического комплекса Юго-Западного Казахстана электромагнитными геофизическими методами.

И.О. Шапаренко* (ИНГГ СО РАН), В.Е. Егоров («КБ Электротриии»), К.Г. Цуканов (ИНГГ СО РАН), Е.С. Богданов (ИАЭТ СО РАН), Е.В. Балков (ИНГГ СО РАН)

Введение

Культово-погребальный комплекс Алтынказган располагается на полуострове Мангышлак, на восточном берегу Каспийского моря, в долине между меловым уступом Северного Актау (Акмая) и нагорьем Западный Каратау в пределах горных возвышений Тобекудык, Урыжол и Кулаат (географические координаты: 44°22'41.09 северной широты и 51°36'12.11 восточной долготы). Работы проводились с 31.08.2015 по 05.09.2015. Большая часть территории покрыта полынно-солончаковой пустыней с участками высохшей кустарниковой растительности. Целью геофизического изучения объекта являлся поиск вероятных приповерхностных пустот, связанных с захоронениями.

Перед исследованием археологического комплекса Алтынказган были проведены измерения в месте Курыма. При проведении дорожных работ было вскрыто древнее захоронение. После этого, катакомба была засыпана и для дальнейших исследований были вызваны археологи. При проведении геофизических работ этот объект использовался как своеобразный полигон, для отработки методики по поиску засыпанной катакомбы и предполагаемых археологами других пустот.

Методы

Прибор представляет собой трехкатушечный индукционный электромагнитный зонд с вертикальными моментами генераторной и двух приемных петель, расположенных на одной прямой. [Балков Е. В., 2011]. Расстояние между генератором и ближней петлей 1.5 м (r_1). Дальняя петля находится от генератора на удалении 2.5 м (r_2). Приемники являются преобразователями переменного магнитного поля в ЭДС. Управление работой ЭМС и визуализация данных при работе осуществляется с помощью карманного персонального компьютера (КПК).

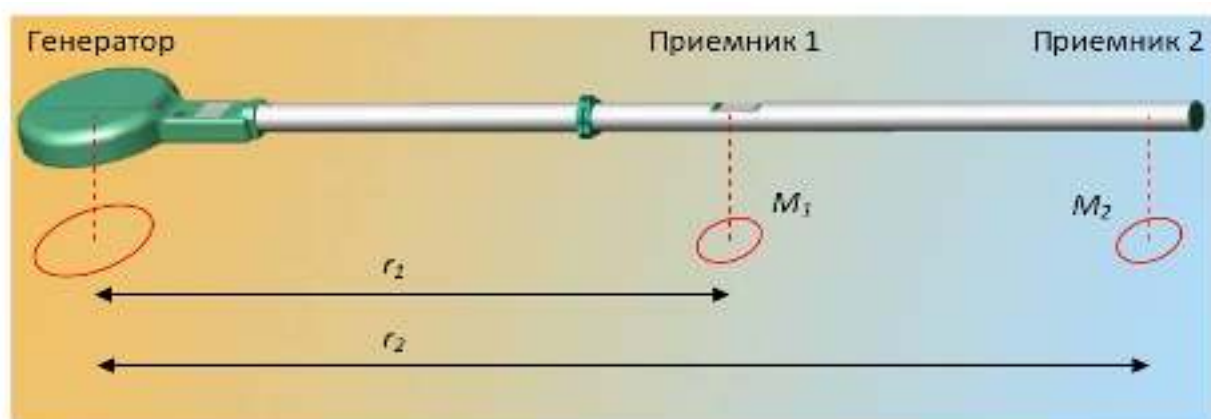


Рисунок 1 Аппаратура индукционного зондирования.

При работе также использовалась многоэлектродная электроразведочная станция Скала48, предназначенная для выполнения электроразведочных работ методом сопротивлений и вызванной поляризации с применением методик электрического профилирования,

вертикального электрического зондирования и электрической томографии (рис.2). [Балков Е. В. и др., 2012].



Рисунок 2 Многоэлектродная электроразведочная станция Скала48.

Результаты

Первым объектом исследования стала площадка, на которой находилось уже поврежденное захоронение и предполагались другие археологические объекты.

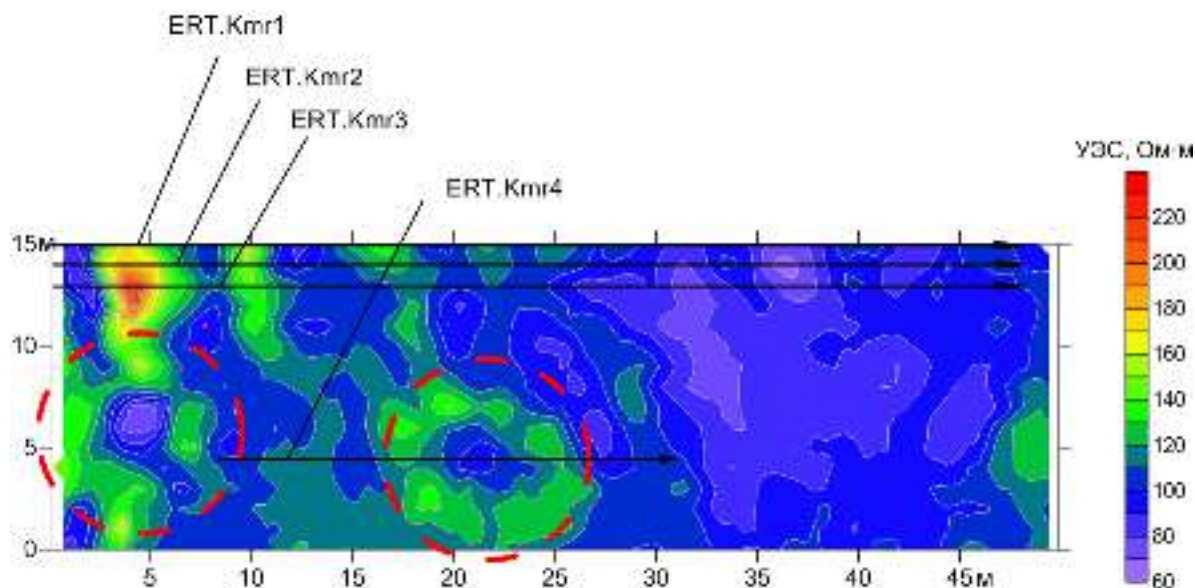


Рисунок 3 Распределение кажущегося удельного сопротивления по площадке 1. Черными линиями показаны проведенные позже профили электротомографии. В красных кругах – аномальные объекты.

На рисунке 3 показано распределение кажущегося УЭС по объекту Курьма по данным индукционных зондирований. Левая аномалия приурочена к засыпанной катакомбе. Правая аномалия выглядит интересной для дальнейшего исследования, поэтому было решено провести по ней исследование методом электротомографии. По внешним особенностям грунта археологи предположили, что другие места захоронения могут располагаться в верхней части площадки. В связи с этим, было решено проложить несколько параллельных профилей для ЭТ.

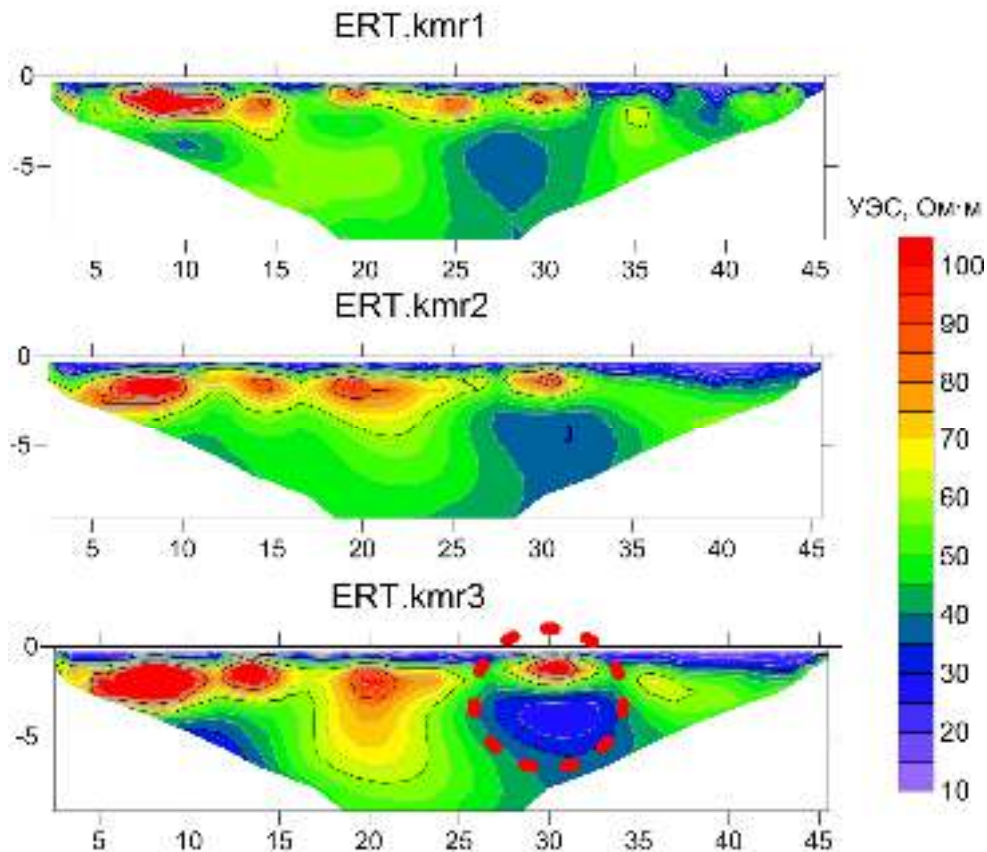


Рисунок 4 Результат инверсии данных по профилям электротомографии на площадке 1.

По данным исследования вдоль профилей на площадке 1 не обнаружено ярко выраженных аномалий (рис. 4). Это может быть обусловлено высоким сопротивлением грунта. Наиболее контрастная аномалия выделяется на 30-м метре третьего профиля.

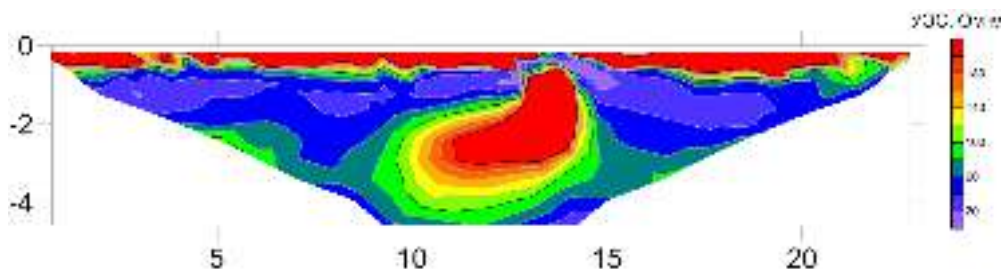


Рисунок 5 Результат инверсии данных по профилю 4 на площадке 1.

На рисунке 5 показан результат инверсии данных ЭТ по профилю 4. Измерения вдоль данного профиля осуществлялись с целью уточнения структуры и положения объекта, обнаруженного с помощью индукционного зондирования. Аномалия повышенного сопротивления в центре разреза свидетельствует о наличии объекта с высоким сопротивлением (предположительно полости). Позже, археологами была вскрыта поверхность в этом месте. Там располагалось засыпанное захоронение.

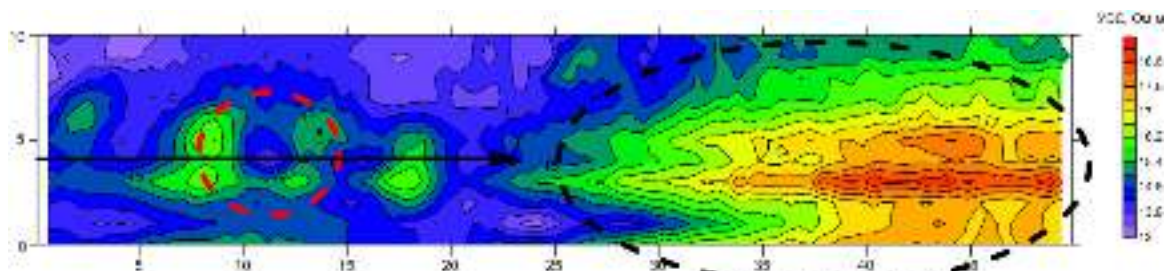


Рисунок 6 Распределение кажущегося УЭС по площадке 2 (10x50м), на объекте Алтынказган. Черными линиями показано расположение профилей электротомографии.

Далее работы проводились на объекте «Алтынказган», где в поле визуально выделялась западина в грунте. Целью работ было определить приурочена ли данная западина к просевшему захоронению. На рисунке 6 она показана красной пунктирной окружностью. В правой стороне рисунка расположена область повышенных сопротивлений, связанная с выходом коренных пород к поверхности.

Далее, чтобы окончательно опровергнуть гипотезу о том, что западина в рельефе связана с просевшим захоронением, сделали профиль электротомографии (рис. 6).

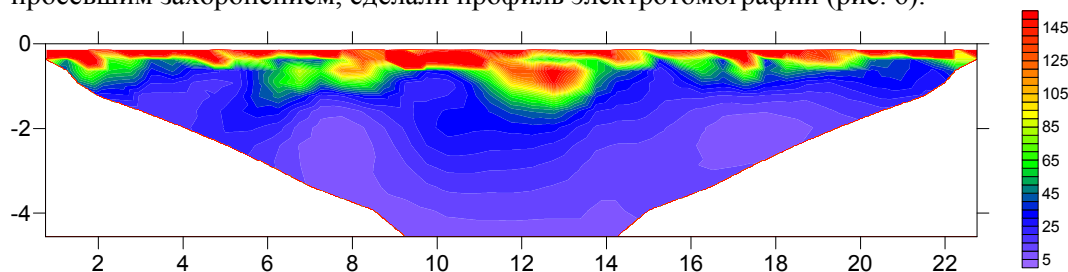


Рисунок 7 Результат инверсии по данным электротомографии с площадки 2.

На разрезе не наблюдается горизонтальных нарушений. В связи с этим можно заключить, что аномалия по данным индукционного зондирования является приповерхностной. И что западина не связана с обрушенной катакомбой.

Площадки для исследования выбирались исходя из априорных предположений археологов о возможных скоплениях захоронений.

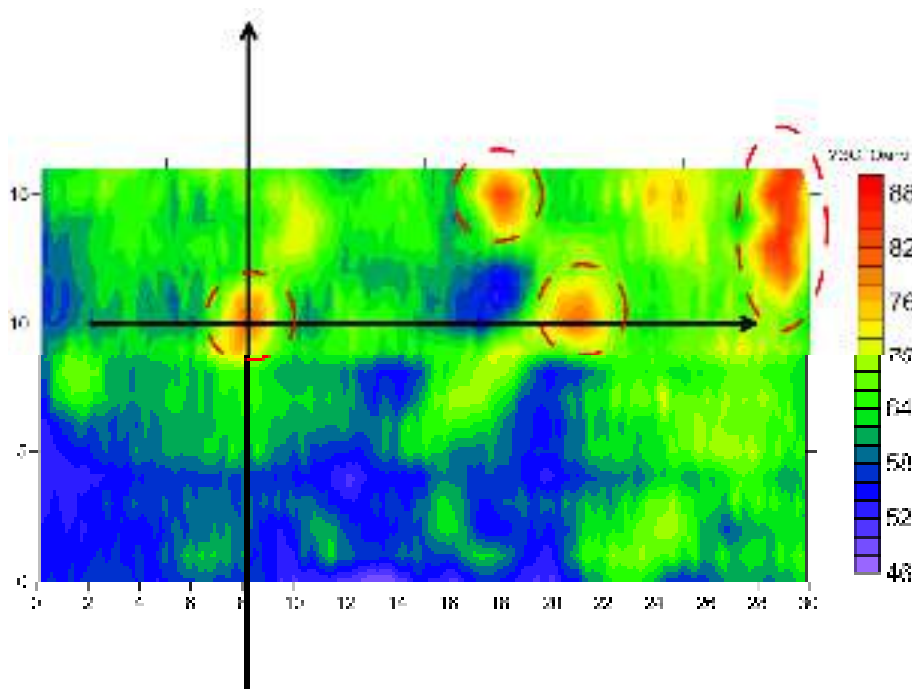


Рисунок 8 Распределение кажущегося УЭС по площадке 3 на объекте «Алтынказган». Черными линиями показано расположение профилей электротомографии (вертикальный и горизонтальный).

Для выявления возможных полостей была исследована площадка 30x16 м (рис. 8). Были выявлены некоторые аномалии повышенных кажущихся сопротивлений. При этом, угловая аномалия связана с выходом на коренные породы, которые видны на дневной поверхности.

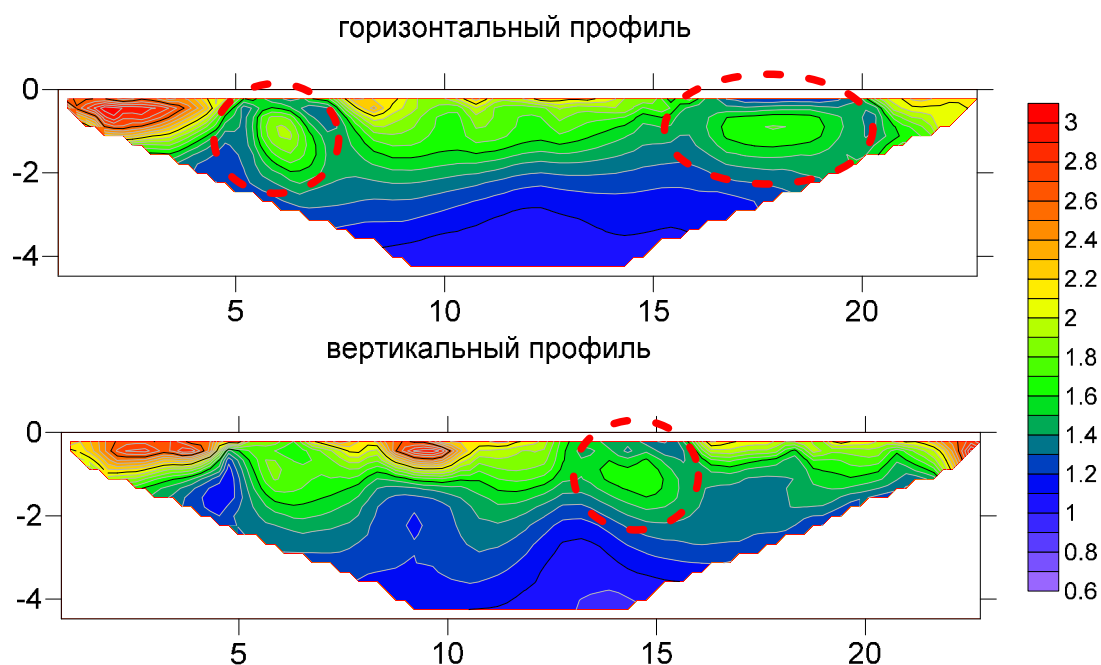


Рисунок 9 Результат инверсии данных по двум перпендикулярным профилям. Шкала в логарифме сопротивления.

Были построены два разреза сопротивлений (рис.9). Один из них (горизонтальный) проходил через два возможных объекта, другой (вертикальный) – через одну из них, чтобы определить пространственное положение объекта.

Выводы

В результате проведенных изысканий был выработан максимально эффективный алгоритм работы, при котором сначала за относительно небольшой промежуток времени методом индукционного зондирования исследовалась значительная площадь. Потом, при наличии аномальных объектов, делались уточняющие профили электротомографии, требующие затрат времени.

Комплексом методов были выделены несколько аномальных объектов. Однако, снять грунтовый слой удалось лишь на 30 см по техническим причинам, а объекты вероятно расположены на глубине около 1м.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда. Проект номер: 16-17-10179.

Библиография

Балков Е.В. Технология малоглубинного частотного зондирования // Геофизика, 2011, №6, 42-47.

Балков Е.В., Панин Г.Л., Манштейн Ю.А., Манштейн А. К., Белобородов В.А. Электротомография: аппаратура, методика и опыт применения // Геофизика, 2012, №6, 54-63

Контактная информация

Шапаренко Илья Олегович, +7 (952) 926-25-83, shaparenkoio@ipgg.sbras.ru.