

Л.А. Ковалевская, К. Мисевич

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ В ОКРУГЕ ХЕРСОНЕСА

В июле 1999 года Институтом Археологии и Этнологии Польской Академии Наук и Национальным заповедником «Херсонес Таврический» в районе Севастополя проводились геофизические исследования, целью которых была проверка возможности использования и эффективности метода измерения электросопротивления грунта на этапе локализации археологических памятников и организации спасательных раскопок.

Для разведки определён широкий круг разноплановых задач и выбраны разнородные археологические объекты. В настоящей работе представлены итоги исследований, проведённых на следующих участках:

1) водопровода и древней постройки (баня № 28 - по Янышеву Н.) на северном склоне Верхне-Юхариной балки;

2) древней постройки (баня № 47 - по Янышеву Н.) на Фиоленте (рис. 1).

В качестве наиболее приемлемого в данных геологических условиях был выбран метод измерений электросопротивления поверхности грунта. Для фиксации изменений сопротивления в слоях, расположенных неглубоко от поверхности использована двухэлектродовая система. Аргументом в пользу применения этого метода является и специфика района Севастополя, который в ходе второй мировой войны был в центре во-

енных действий. В слоях, находящихся близко к поверхности, ещё и сейчас сохраняется огромное количество металлических объектов, а их присутствие затрудняет, и даже в некоторых случаях делает совершенно невозможным применение других методов геофизической разведки – магнитного и электромагнитного.

Выбранный метод разведки состоит в том, что при помощи электродов непосредственно в грунт посылаётся электрический ток, а на поверхности приборами измеряется сопротивление слоёв, через которые ток проникает. Присутствие археологических объектов, как правило, вызывает определённые изменения в сопротивлении, позволяющие, в свою очередь, локализовать разведываемые объекты. Метод измерения электросопротивления может быть приспособлен к разным условиям, так как можно менять глубину разведки изменяя расстояния между питающими и измеряющими электродами. Следующим этапом был выбор метода и системы измерений. Для локализации неглубоко залегающих объектов была использована система двух электродов с мобильными электродами АМ, расположенными на рамке, и электродами ВН, неподвижно закреплёнными на расстоянии 50 м от места расположения памятника. Выбранное расстояние между электродами АМ – 0,5 м меж-

ду ВN – 3 м позволило зафиксировать изменения сопротивления в слоях глубиной 0,5-0,8 м. Увеличение расстояния между электродами до 1 и 6 м соответственно дало возможность увеличить глубину разведки до 1-1,2 м. В случае разыскания объектов небольшого размера (трасса водопровода) измерения выполнялись каждые 0,5 м при сохранении описанной выше системы расстояний между линиями измерений. Для локализации более крупных объектов расстояние между измерениями было увеличено до 1 м. Изучаемые

объекты располагались на небольшой глубине, и система двух электродов была основной, использованной на большинстве памятников.

Способ выполнения полевых измерений, как и выбор метода зависел от геологической структуры выбранных участков, типа, размеров и условий расположения разыскиваемых объектов. В большинстве случаев использовались данные, позволяющие охарактеризовать геологическую структуру и плотность слоёв на основании предварительных археологических раскопок.

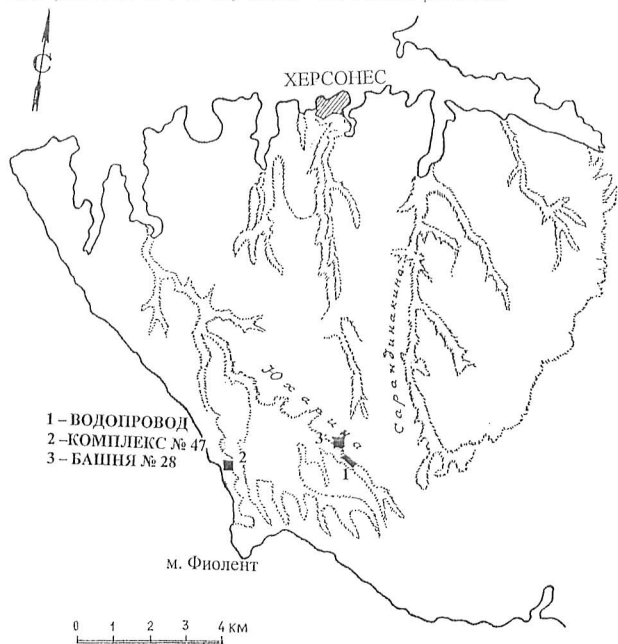


Рисунок 1.

Обработка данных измерений проводилась в ходе или сразу после окончания полевых наблюдений с использованием компьютерных программ. Результаты измерений представлены в форме цветных и чёрно-белых карт и трёхмерных изображений изменений сопротивления, для выполнения которых использован пакет графической презентации геофизических данных Surfer 6.0 американской фирмы Golden Software inc.

Водопровод Измерения на этом памятнике были выполнены на участке, расположенном неподалёку от водопровода. керамические трубы которого были обнаружены на глубине 0,8 м ниже современной поверхности земли. Раскопками открыт участок линии водопровода протяжённостью 6 м, имеющей направление юго-восток – север-запад.

На первом этапе работы была обозначена геодезическая сетка, привязанная к обозначенным на поверхности земли пунктам, по направлениям оси профильных линий север-юг. Для выполнения необходимых наблюдений измерения сопротивления грунта проведены на площади, имеющей размеры 5x15 м и прилегающей непосредственно к участку, на котором был открыт водопровод. Это было единственное место на склоне балки с довольно ровной поверхностью, где можно было фиксировать изменения сопротивления, вызванные присутствием разыскиваемого объекта, а не эффектом разницы в высоте и конфигурации рельефа участка. Разведка проводилась с расстоянием между электродами AM = 0,5 м и VN = 3 м. Измерения осуще-

ствлялись через каждые 0,5 м, и расстояние между линиями профилей было равно 1 м.

Изменения позволили выделить аномалии, вызванные не только присутствием керамической трубы водопровода (небольшие размеры которой привели к незначительному изменению сопротивления), но, прежде всего, контрастом между заполнением траншеи, вырытой для укладки водопровода в древности и натуральными геологическими слоями участка. Даже если раскоп засыпался тем же видом грунта, то нарушение натурального расположения геологической структуры должно было вызывать разницу сопротивления из-за разности степени влажности слоёв, залегающих под поверхностью земли. Неповрежденные структуры всегда медленнее поглощают воду, но более продолжительное время остаются влажными. Траншея с рыхлым заполнением быстрее впитает влагу, но быстрее и высохнет. Наблюдения за изменениями сопротивления, вызванного этим явлением, давало большой шанс определить предполагаемую трассу водопровода.

На участке, примыкающем к водопроводу, были зарегистрированы значения сопротивления в границах 130-540 Омм. На картах, представляющих в графическом решении перемены сопротивления, хорошо видны границы аномальных сфер. Эти границы были определены в процессе измерений в поле и обозначены на поверхности грунта. Точный компьютерный анализ данных измерений позволил выделить узкие линейные аномальные структуры, которые мо-

гут быть вызваны присутствием траншеи и системы водопровода (рис. 2).

Башня № 28 В результате измерений на площади размером 5х25 м, расположенном на юго-западе от участка водопровода, зарегистрирована аналогичная модель изменений сопротивления грунта. Разведка проводилась с расстоянием между электродами $AM = 1$ м и $BN = 6$ м. Изме-

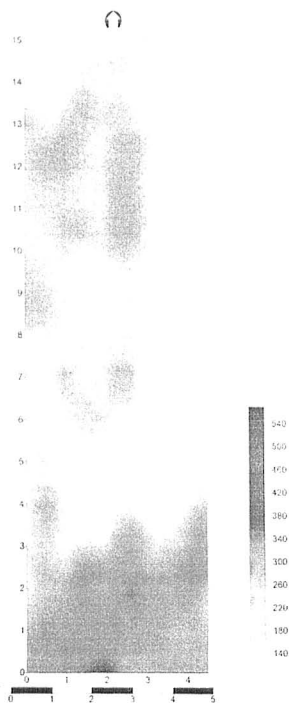


Рисунок 2.

рения осуществлялись через каждые 0,5 м, и расстояние между линиями профилей было также равно 1 м.

Здесь также параметры сопротивления колебались в границах 150-500 Омм. Понижение сопротивления в центральной части карты – результат изменения рельефа участка. В этом месте заметно углубление, и верхние слои грунта здесь более влажные, чем в расположенных выше южном и юго-западном районах площади. Небольшой рост сопротивления в границах 22-25 метра сетки, вызваны, скорее всего, отложением современного мусора неподалёку от проходящей дороги.

Самые высокие значения сопротивления в этом районе зарегистрированы в юго-восточной части исследованного участка. Аномалия хорошо заметна, имеет регулярную прямоугольную структуру 3х5 м и, вероятно, вызвана присутствием архитектурных сооружений. На трёхмерной модели изменений сопротивления видны выразительные линейные структуры на оси север-юг и восток-запад с максимальными значениями внутри площади, ограниченной этими структурами (рис. 3). Такая картина характерна для участка, на котором каменные или кирпичные стены или фундаменты стен перекрыты толстым слоем мусора¹. Границы повышенного сопротивления обозначены на поверхности грунта.

Следует заметить, что разведка в Верхне-Юхариной балке проводилась в июле, в засушливое время, когда контраст между разыскиваемыми объектами и их окружающей средой был небольшим. В таких ус-

ловиях довольно просто определить наличие выразительных аномалий, вызванных присутствием архитектурных объектов, характеризующихся значительно высокими параметрами натурального сопротивления материала, из которого они сооружены. Гораздо трудней локализовать в этих условиях траншеи с грунтовым заполнением. Вероятно, поэтому не удалось однозначно точно определить трассу водопровода и, несомненно, лучшие результаты

можно получить, проводя измерения ранней весной или поздней осенью, когда легче фиксируются описанные выше различия между заполнением объектов и их окружением, из-за разной степени влажности слоёв, залегающих под поверхностью.

Башня № 47 Целью исследований в этом районе было определение границ античных архитектурных сооружений, отдельные участки которых были открыты в ходе археологических раскопок. С этой целью

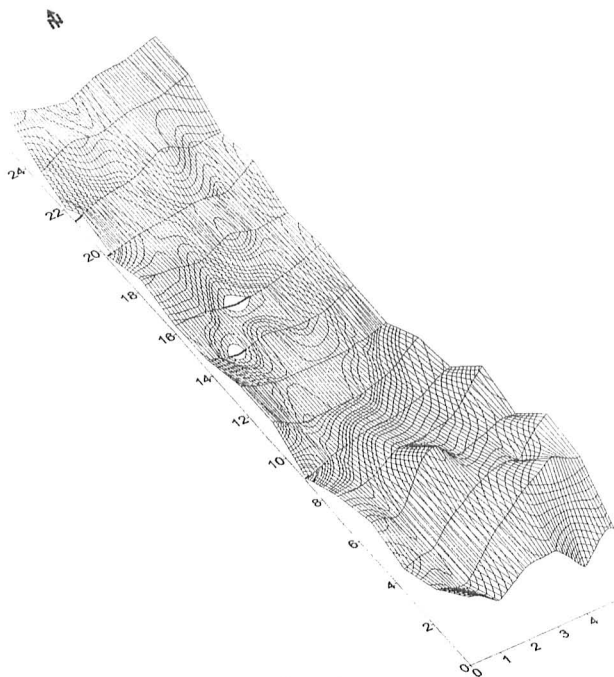


Рисунок 3.

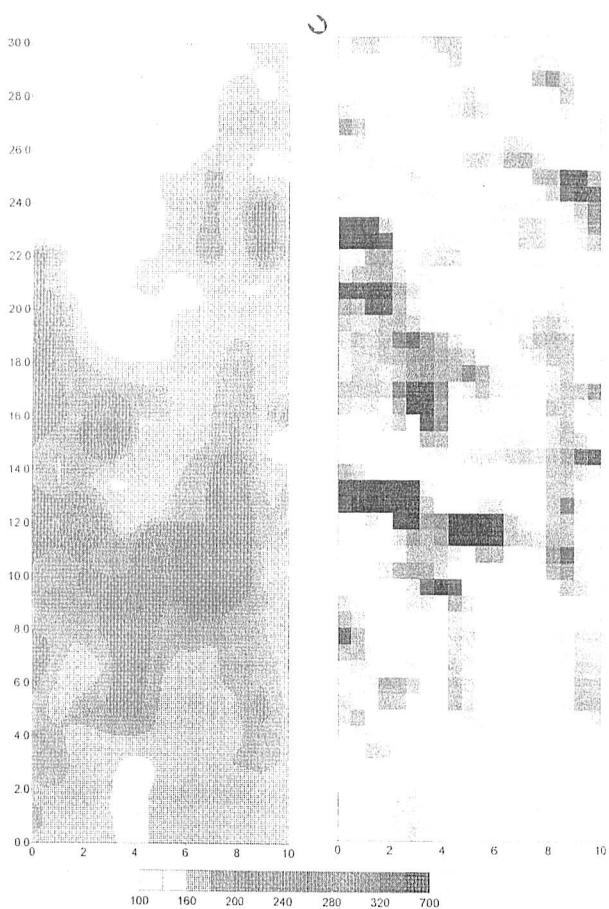


Рисунок 4.

проводились измерения сопротивления грунта в двухэлектродовой системе на площади 10х30 м, прилегающей непосредственно к раскопкам, в которых видны были фрагменты каменных фундаментов. Археологические объекты располагались здесь почти под поверхностью грунта, и выбранная система измерений вполне соответствовала выполнению поставленной задачи.

В результате измерений зарегистрирована характерная модель изменений сопротивления с довольно большой динамикой. Самые низкие значения составляли 100-120 Омм, наивысшие – порядка 260-400 Омм. На картах, иллюстрирующих результаты разведки заметны линейные аномалии, являющиеся продолжениями раскрытых раскопками объектов. Это структуры с выразительными границами внутри областей повышенного сопротивления. О том, что выделенные аномалии могут быть вызваны архитектурными объектами, свидетельствуют хорошо заметные прямые углы, которые не регистрируются в случае наблюдения за натуральными изменениями геологических слоёв.

На основании анализа трёхмерной модели (рис. 4) изменения сопротивления можно утверждать, что, вероятно, разыскиваемые объекты не располагаются на одном

уровне, и в данном случае мы имеем дело с многослойной структурой. Наиболее выразительные и наибольшие повышения сопротивления регистрируются там, где археологические объекты сохраняются непосредственно под поверхностью грунта, или где встречаются большие скопления строительного материала, например, в местах соединения фундаментов двух каменных стен.

Геофизическая разведка всех описанных выше памятников в районе Севастополя показала, что использованный метод может быть применён для проведения подобного типа исследований, особенно на предварительном этапе изучения памятников. Результаты геофизических измерений в виде точных планов с геофизической сеткой, привязанной к определённым реперам на поверхности, являются достаточно информативными для определения границ охранных зон памятников, позволяют рационально запланировать проведение дальнейших раскопок. Анализируя полученные в результате геофизической разведки данные, мы пришли к выводу, что в данных условиях использованная система измерения электросопротивления является эффективной для локализации и определения контекста и предполагаемой глубины залегания архитектурных сооружений.

Примечания

1. Herbiech T., Misiewicz R., Teschauer O. Multilevel Resistivity Prospecting of 1 Architectural Remains: the Schwarzach Case Study. // *Archaeological Prospecting* 4, 1997. pp. 105-112/