

М.Ю. Николаенко

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВЫСОТЕ БЕЗЫМЯННАЯ

Применение геофизических методов в археологии в настоящее время является широко распространенной практикой. Археологические задачи, решаемые при помощи геофизических методов, в основном, сводятся к поиску погребенных сооружений — строительных остатков, склепов и т.п., и зон с аномальной намагнитченностью — печей, очагов, древних кострищ, скоплений керамики и пр. Таким образом, в археологии применяются различные модификации электроразведки и магниторазведки. Эффективность геофизических методов как вспомогательных при археологических разведках несомненна, так как время поиска погребенных объектов значительно сокращается, а следовательно — экономятся средства и время на полевые работы. Кроме того, получаемая информация позволяет точно локализовать объекты, не определяемые их остатками на дневной поверхности.

Геофизические исследования на высоте Безымянная близ Севастополя (рис. 1) проводились в составе совместной экспедиции Национального заповедника "Херсонес Таврический" и Университета штата Техас. Руководством экспедиции¹ были определены объекты поиска — скопления керамики, зольные остатки, возможные печи, очаги, кострища. Подобные объекты обладают аномальным² магнетизмом, поэтому исследования проводились при помощи магнитометра. Для измерений использовался промышленный квантовый магнитометр М-33 производства фирмы "Рудгеофизика" (Санкт-Петербург, Россия).

На обследуемой территории древнего поселения, непосредственно на вершине холма, представляющей собой относительно плоскую площадку, была разбита сеть³, по которой проводились измерения магнитного поля Земли (рис. 2). Размер ячейки сети составил 0,1x0,5 м, т.е. интервал между профилями, вдоль которых проводились измерения, равнялся 0,5 м, а шаг измерений — 0,1 м. Столь незначительный шаг измерений был выбран исключительно для имитации непрерывных измерений магнитного поля вдоль профиля, поскольку предполагаемые линейные размеры объектов весьма незначительны. Общая площадь обследованного участка составила 1600 м². Сеть также была ориентиро-

вана на магнитный север для уменьшения девиационных поправок, высота магниточувствительного блока наддневной поверхностью при измерениях составляла 0,5 м.

После проведения измерений была построена контурная карта измеренного геомагнитного поля на обследованной территории. Величина dt поля рассчитывалась

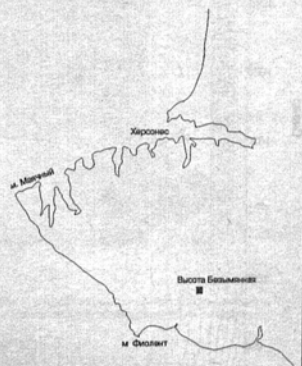


Рис. 1.
План Гераклейского полуострова.

относительно уровня условно нормального поля, измеренного на специальной контрольной точке при помощи магнитовариационной станции (МВС), где градиент измеряемой величины не превышал 2 нТ. В качестве МВС также применялся магнитометр М-33, включенный в автоматический режим с интервалом между измерениями 60 секунд. Таким образом, были определены различные магнитные аномалии, из которых были отбракованы создаваемые неархеологическими объектами.

На следующем этапе исследований решалась *прямая задача* — локализация археологических объектов, — и часть *обратной задачи* — определение приблизительной глубины залегания. И прямая, и обратная задачи решались при помощи специально разработанного автором настоящей статьи программного обеспечения.

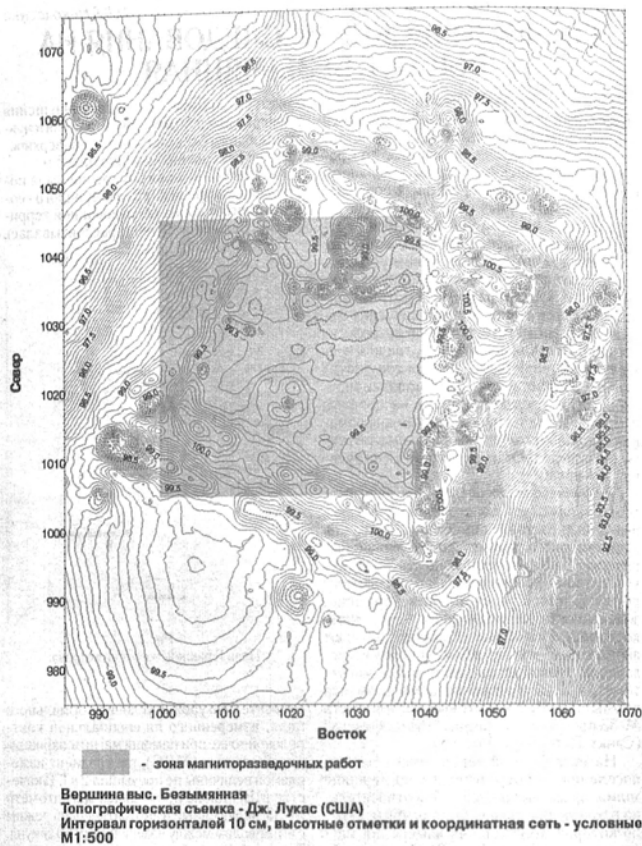
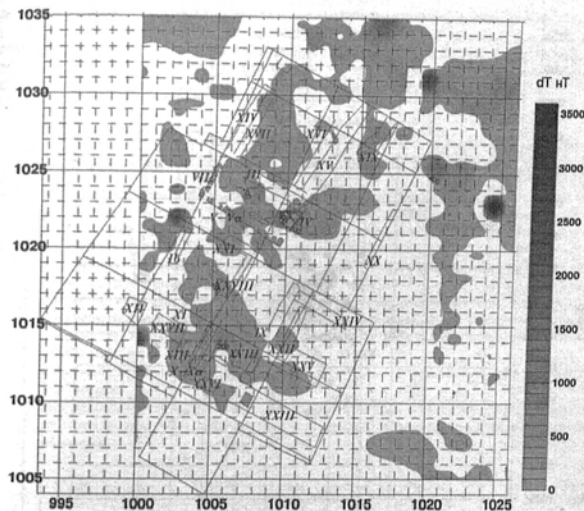


Рис.2.

Исследования велись внутри территории, ограниченной земляными валами. Причиной такого расположения съёмочных планшетов послужили следующие соображения:
 - отсутствие каких-либо следов древних сооружений или деталей таковых на дневной поверхности

- ориентация квадратной структуры, образованной валами, углами в направлении север — юг, что является существенным фактором при выполнении исследований магнитного поля (малые девиационные поправки) - высокая вероятность того, что эта структура возведена на стенах или фунда-



Зона раскопа и магниторазведочных исследований. Приемная школа показывает различные оттенки зоны наиболее интенсивных магнитных аномалий, еще не разделенных на археологические и неархеологические (исходное поле ΔT). План раскопа выполнен Дж. Лукасом (США) МТ:250

Рис.3.

менте древнего сооружения, например, укрепления

Эта структура перекрыла остатки античного поселения, которые были вскрыты в ходе кампании 1997 - 1998 гг., поэтому исследованная магнитометром площадь не полностью перекрывает площадь раскопа.

Решение прямой задачи

При решении прямой задачи использовалась программа Mag для PC-совместимых компьютеров, разработанная автором настоящей статьи, работающая под управлением Windows 95. Входные данные для программы Mag подготавливаются в виде файла формата GRD (вариант ASCII) при помощи программы Surfer® (Copyright© 1993-96, Golden Software, Inc.) и содержат информацию о количестве профилей, пикетов и расчетных значений величины ΔT по точкам измерений на интерпретируемой площади, координатную привязку площади из-

мерений и значения поля ΔT по точкам. Программа Surfer преобразует исходные данные, подготовленные в виде матрицы $3 \times N$, где N — количество точек измерений, к вышеупомянутому виду (файл формата GRD), интерполирует значения отображаемой величины между узловыми точками заданной сети и строит контурную карту исходного поля. Встроенными средствами можно также вывести при необходимости сплайн-интерполирование отображаемой величины. Далее полученные данные обрабатываются программой Mag.

Программа Mag по полученным данным строит исходное поле, которое также можно сгладить при помощи полинома (по 5-точечной формуле). Далее рассчитывается контрастность поля, поле градиентов и определяются приближенные физические границы магнитовозмущающего тела. На иллюстрации (рис. 3) показаны аномаль-

подтвердили результат магниторазведки.

На заключительном этапе определяется глубина залегания верхней кромки магнитовозмущающего тела (очага), которая составляет приблизительно 80 см. Археоло-

гическое подтверждение результатов исследований объектов, обнаруженных при помощи магниторазведки, но не раскопанных в прошедшем сезоне, ожидается в ходе дальнейших раскопок.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. Пользуясь возможностью, автор выражает благодарность за всемерную поддержку геофизических исследований руководству экспедиции, а также второму инженеру В.В. Паученко и топографу Дж. Лукасу.
2. Обожженная глина, керамика, золные остатки, кострища и т.п. при воздействии огнем приобретают намагниченность, обусловленную существующим в этот момент магнитным полем, и сохраняют ее в какой-то мере. Поскольку магнитное поле Земли меняется с течением времени (явление миграции магнитных полюсов и изменения магнитного склонения и наклонения), то нетрудно выделить древние объекты, обладающие выраженными магнитными свойствами, отличными от современных.
3. Координатная сеть, по которой производились измерения и в которой выполнены все сопроводительные чертежи, является условной, без привязки к географической системе координат. Основной опорной точкой является пункт с координатами 1000С (север), 1000В (восток).
4. Обычный текстовый файл, содержащий необходимые данные, записанные в определенном порядке.
5. Нет необходимости встраивать в программу Mag модуль построения изолиний, поскольку такой модуль будет дублировать функции программы Surfer (к тому же, не лучшим образом).