

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКАХ

В.В.ГЛАЗУНОВ

Бережное отношение в нашей стране к историческим памятникам, закрепленное принятым в 1976 г. Президиумом Верховного Совета СССР законом "Об охране и использовании памятников истории и культуры", настоятельно требует внедрения в полевую археологическую практику новых методов, которые без ущерба для изучения памятников позволили бы удешевить и ускорить получение информации, необходимой археологу.

Почти 30 лет тому назад в связи с поиском таких способов были проведены первые геофизические исследования на археологических памятниках. Сейчас, благодаря совместным усилиям археологов и геофизиков, достигнуты значительные успехи, и геофизические методы прочно привились в зарубежной практике [4]. Отечественный опыт пока более скромный. Актуальность развития этой новой отрасли прикладной геофизики в нашей стране стимулировала сотрудничество кафедры геофизических методов ЛПИ с целым рядом археологических организаций. С 1970 г. при активном участии студентов геофизического факультета проводятся исследования на нескольких археологических памятниках. В статье отражены результаты геофизических исследований, полученные на двух типичных для своего класса памятниках.

1. Поселение кривичей VIII-IX вв. (Псковская область).

Для исторической реконструкции поселения важно выявить план его застройки [2]. О ее характере можно судить по размещению остатков очагов и глинобитных печей. Установить их количество и местоположение с помощью магниторазведки оказалось возможным потому, что эти объекты в результате физико-химических процессов, сопровождающих сильный и многократный нагрев, приобрели намагниченность. Благоприятствовали их обнаружению небольшая глубина и характерная округлая в плане форма. Измерения магнитного поля были выполнены в пределах всего городища по сети 1×1 м на высоте 0,65 м от дневной поверхности оптико-механическим магнитометром М-27. На полученной карте магнитного поля наметилась совокупность изометричных аномалий интенсивностью 7-40 гамм, которые проявились на фоне плавного повышения поля к краям городища (рис.1). Характер изменения фоновой составляющей, которая была выделена с помощью скользящего среднего, указывал на неизменность состава и мощности культурного слоя. Такой вы-

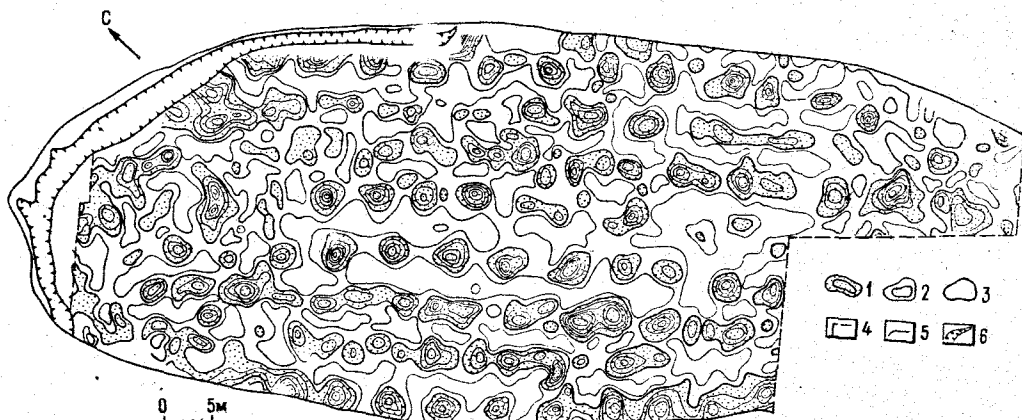


Рис.1. Карта магнитного поля Z_d раннесредневекового поселения. Изолинии проведены через 5 гамм

1, 2 - области положительных и отрицательных значений Z_d ; 3 - нулевая изолиния Z_d ; 4 - граница планшета магнитной съемки; 5 - граница поселения; 6 - траншея

вод показывал, что для изучения стратиграфии культурного слоя всего городища можно ограничиться раскопками только его части.

На карте локальных аномалий отчетливо проявилась структура застройки. Этот вывод опирается на хорошо заметную упорядоченность в размещении аномалий. Они объединяются в ряды, вытянутые вдоль городища. Статистический анализ показал, что аномалии двух периферийных и двух центральных рядов отличаются по интенсивности и площади от аномалий, расположенных между этими рядами. Результаты раскопок и измерения магнитной восприимчивости объяснили причину различий. Оказалось, что аномалии центральных и периферийных рядов связаны с очагами ремесленного назначения, намагниченность и размеры которых более стабильны, чем эти же характеристики очагов, которые явились источниками остальных аномалий. В результате, по данным магнитной съемки, был воссоздан план застройки городища с указанием жилых и ремесленных построек [2].

Особенности намагничивания очагов стимулировали попытку оценить дату конца существования поселения по данным магнитной съемки. Как показали расчеты, морфология аномалий магнитного поля под очагами определяется не только термоостаточной намагниченностью, модуль которого в 4-5 раз больше, чем модуль вектора индуцированной намагниченности. В результате анализа детальных карт магнитного поля, полученных по раскопкам над обособленными очагами по сети 0,5 x 0,5 м на высоте 0,25 м, было установлено склонение вектора термоостаточной намагниченности. Полагая, что его ориентировка совпадает с ориентировкой полного вектора напряженности геомагнитного поля в момент остывания очага, можно установить требуемую дату по кривой вековых вариаций склонения геомагнитного поля.

Такой способ датировки археологических объектов был опробован впервые и требует дополнительного изучения. Однако результат, полученный на данном памятнике, оказался обнадеживающим. Установленная дата совпадала с археологической датировкой верхних напластований городища.

2. Античное поселение IV-III вв. до н.э. (Северо-Западный Крым).

Площадь поселения предоставлена начальником Тарханкутской археологической экспедиции А.Н.Щегловым в качестве своеобразного полигона для геофизических исследований, которые проводятся кафедрой ГФМР систематически, начиная с 1970 г. Цель исследований замыкается на получении всесторонней информации о культурном слое поселения и, в первую очередь, о детальной планировке крупных зданий, из которых оно состояло.

Для картирования зданий можно воспользоваться методом срединного градиента. Электропрофилирование необходимо выполнять по системе взаимно перпендикулярных профилей, проложенных через 1 м, с шагом 0,5 м. Чтобы получить карту, отражающую планировку здания, требуется дополнительная обработка результатов наблюдений.

Обработка включает: устранение составляющих поля, связанных с влиянием рельефа дневной поверхности и поверхности скальных пород; нормирование локальных аномалий нормальным полем; совмещение данных, полученных по системе ортогональных профилей. Все эти процедуры были выполнены вручную. Аномалии, которые по своим признакам не соответствовали стенам усадьбы, на результативную карту не выносились.

На полученной карте (рис.2) отчетливо проявляется детальная планировка здания, достоверность которой была подтверждена раскопками [3]. Следует отметить, что съемка этой площади заняла неделю, в то время как для раскопок понадобилось два полевых сезона археологической экспедиции.

Дальнейшие исследования ориентировались на получение более полной информации о культурном слое памятника. Источником дополнительных сведений расценивалось аномальное магнитное поле, формирование которого должно быть связано с местами сильных пожаров, скоплением осколков керамических изделий, печами и очагами различного назначения, а также с сооружениями, вырубленными в скальном массиве и заполненными глинистыми отложениями.

Осуществить магнитную съемку с требуемой точностью оказалось возможным в 1976 г. в связи с выпуском первых серийных образцов квантового магнитометра М-33^х.

Магнитное поле измерено на двух уровнях от дневной поверхно-

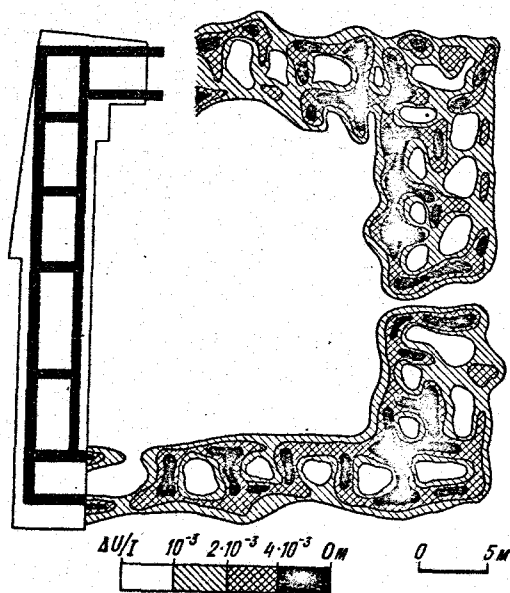


Рис.2. Карта остаточных аномалий $\Delta U/I$ в раскопанная часть античного здания

^х В съемке участвовали сотрудники ВНИИМ А.П.Наумов, И.Г.Хасяев и сотрудник ИЗМИРАН Г.А.Внучков [1].

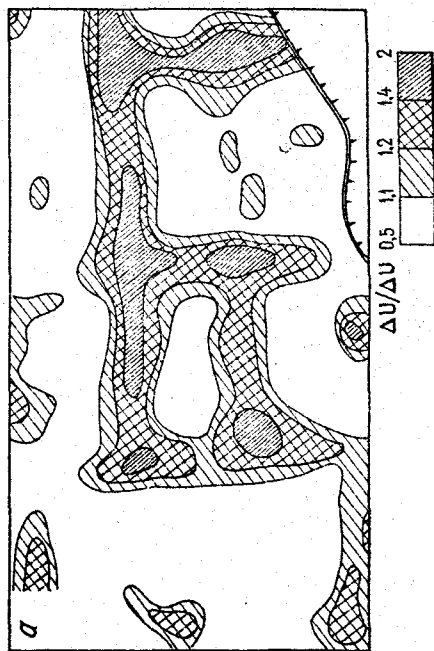
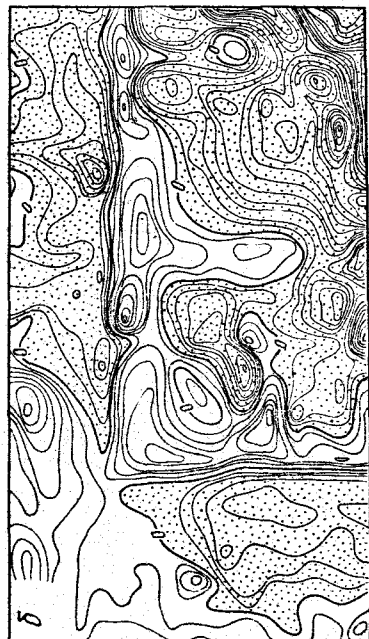
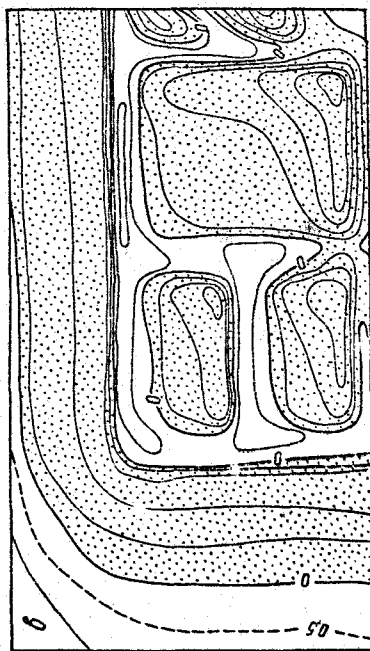
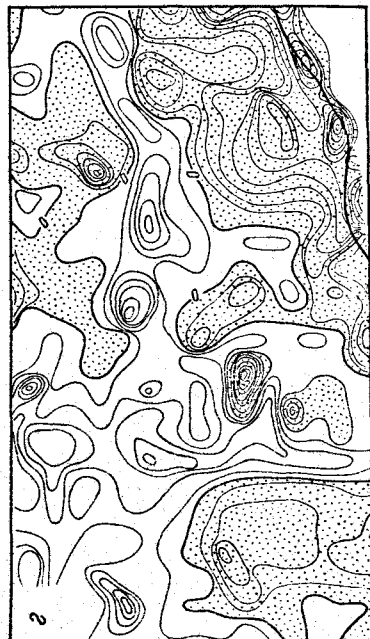


Рис.3. Аномальные магнитные и электрические поля над культурным слоем античного поселения: а - карта изолиний $\Delta U/\Delta U$ по данным среднего градиента; б-г - карты изолиний соответственно наблюдаемого, теоретического и разностного магнитных полей (изолинии ΔT проведены через 1 гамму)
1 и 2 - области отрицательных и положительных значений ΔT ; 3 - нулевая изолиния ΔT ; 4 - линия обрыва

сти (0,6 и 0,25 м) по сети 1×1 м и $0,5 \times 0,5$ м с погрешностью $\pm 0,5$ гамм. В пределах этого участка, площадь которого составляет 0,73 га, выполнены также наблюдения с установкой срединного градиента. Точная привязка пикетов на местности и высокое качество измерений были обеспечены благодаря использованию специального коммутатора приемных электродов, собранного на базе шагового искателя и многожильного кабеля. Для обработки данных электропрофилирования разработан строгий алгоритм, реализация которого осуществляется с помощью ЭВМ. В результате обработки получена карта разностей потенциалов, нормированных нормальным полем ($\Delta U / \Delta \bar{U}$), на которой объединены наблюдения, выполненные по ортогональной системе профилей, а влияние протяженных аномалий усилено (рис.3,а).

Археологическое истолкование результатов комплексной геофизической съемки, полученных на всей площади, базируется на материалах раскопок небольшого участка. На его примере можно продемонстрировать особенности и информативность материалов обеих съемок.

Карты ΔT и $\Delta U / \Delta \bar{U}$ взаимно дополняют друг друга (рис.3,а,б). План здания проявляется на обеих картах. Однако на карте $\Delta U / \Delta \bar{U}$ аномалии, связанные со стенами, менее искажены и прослеживаются более четко. Анализ магнитной восприимчивости культурного слоя показал, что каменные цоколи стен практически немагнитны. Намагничены только развалы сырцовых стен. Поэтому в магнитном поле могут быть выявлены цоколи, которые вмещаются, а не перекрыты слоем глинистого материала. Возможность определения позиции центра стены по материалам электропрофилирования позволяет воспользоваться простыми приемами для вычисления объема сырцового материала и его намагниченности по магнитному полю. Эти данные дают возможность оценить высоту здания до разрушения и установить, сопровождалось ли разрушение пожаром. Сопоставление расчетных данных с реальными показало удовлетворительную точность вычисления этих параметров. Сложной является задача выделения аномалий магнитного поля, контролирующих локальные археологические объекты. Решить эту задачу можно, если из наблюдаемого поля исключить влияние слоя рухнувших сырцовых стен. Расчет поля ΔT от этого слоя был произведен с помощью алгоритма, разработанного сотрудниками кафедры ГФМР ЛПИ Г.Г.Кравцовым (рис.3,в). Разностное поле фиксирует аномалии, связанные со скоплением керамики, дверными проемами, очагом и указывает области исходного поля, сформированные под воздействием термоостаточной намагниченности, которая является следствием пожара (рис.3,г). На этой карте легко опознаются аномалии, источники которых находятся в почвенном слое и не входят в структуру культурного слоя.

Выводы

1. Изучение археологических памятников с помощью геофизических методов не только повышает эффективность раскопок, но и сводит их объем к минимуму.

2. За счет геофизических данных всесторонняя информация о памятнике может быть получена в предельно короткие сроки.

3. С помощью геофизических методов возможно не только обнаруживать элементы культурного слоя, как это следует из зарубежного опыта подобных работ, но и устанавливать характеристики, полезные для исторической реконструкции памятника.

ЛИТЕРАТУРА

1. Внучков Г.А. и др. Применение квантового магнитометра в исследовании археологических памятников / Внучков Г.А., Глазунов В.В., Наумов А.П., Хасиев И.С., Шеглов А.Н. - В кн.: Геомагнитное приборостроение. М., Наука, 1977.
2. Глазунов В.В., Плоткин К.М. Археолого-геофизическое изучение городища Камно. - В кн.: Краткие сообщения института археологии. М., Наука, 1977, вып. 152.
3. Глазунов В.В. Опыт выявления плана здания методом электроразведки. - В кн.: Краткие сообщения института археологии. М., Наука, 1977, вып. 152.
4. Франтов Г.С., Пинкевич А.А. Геофизика в археологии. Л., Недра, 1965.