

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ДИПОЛЬНО-ОСЕВОЕ ЭЛЕКТРОПРОФИЛИРОВАНИЕ В АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ

В. П. ДУДКИН

Минувшее двадцатилетие в археологической науке характеризуется интенсивным развитием связей с естественными науками и, в частности, с полевой геофизикой. Из многочисленного арсенала геофизических методов наиболее широкое распространение в полевой археологии получили электрические методы разведки. Однако до сих пор в практике их применения наблюдалось некоторое однообразие: большинство работ проводилось методом симметричного четырехэлектродного профилирования¹.

В результате лабораторных и полевых исследований, проведенных автором в 1967 году, впервые в отечественной археолого-геофизической практике переработан применительно к археологии и практически проверен на различных археологических объектах метод дипольно-осевого электропрофилирования.

Поиски новых путей в археологической электроразведке были вызваны тем, что метод симметричного электропрофилирования, несмотря на его широкое распространение, имеет ряд существенных недостатков. Это, прежде всего, слабая разрешающая способность и низкая производительность. При симметричном электропрофилировании изучается распределение в земле электрического поля точечных источников². Для этого ток вводится в землю с помощью двух питающих электродов и измеряется разность потенциалов между двумя приемными электродами, расположенными симметрично к центру отрезка между питающими электродами. После проведения измерений для каждой точки вычисляется так называемое «кажущееся» сопротивление почвы и подстилающих пород по формуле:

$$\rho_k = K \frac{\Delta V}{I},$$

где ΔV — измеренное значение разности потенциалов,

I — сила тока,

K — коэффициент, зависящий от характера и размера установки.

Полученные результаты используют при построении графиков. Иногда, для наглядности, строится карта изоом, на которой затем выделяют аномалии, характерные для археологических объектов.

Основное конструктивное отличие дипольной установки от симметричной заключается в том, что ее питающие и измерительные электроды сгруппированы попарно и расстояние между центрами образованных та-

¹ Г. С. Франтов, А. А. Пинкевич. Геофизика в археологии. Недра, 1966.

² А. В. Вешев. Электропрофилирование на постоянном и переменном токе. Недра, Ленинград, 1965.

ким образом диполей значительно превышает их собственные размеры. В связи с этим изучается не поле точечных источников, а электрическое поле диполя.

Дипольное электропрофилирование производится установками с различным расположением диполей относительно линии профиля³. Для задач археологической разведки наиболее приемлемой можно считать дипольно-осевую установку, все электроды которой лежат на одной прямой, совпадающей с линией измерений. При таком расположении достигается максимальная производительность и повышается четкость графиков. Измерения с односторонней дипольно-осевой установкой технически довольно просты. На исследуемом участке разбиваются отдельные профили или сеть профилей. Вдоль линии профиля перемещается установка, состоящая из двух пар электродов (два питающих и два измерительных), соединенных соответственно с генератором переменного тока низкой частоты и приемником (рис. 1а).

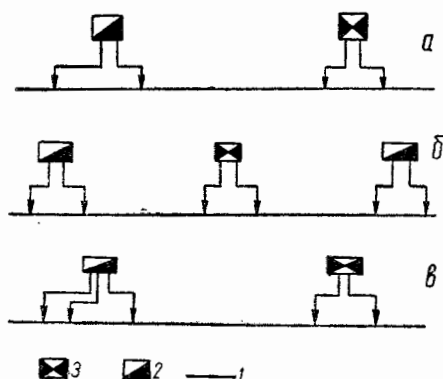


Рис. 1. Схемы дипольных установок
 а — односторонняя; б — двухсторонняя;
 в — односторонняя на двух разносах, 1 —
 линия профиля; 2 — генератор; 3 — измеритель

В каждой фиксированной точке профиля измеряется сила тока в питающей сети и разность потенциалов между приемными электродами. Затем по формуле (1) вычисляются кажущиеся сопротивления и строится график их распределения вдоль линии профиля. Коэффициент K в формуле (1) для дипольно-осевой установки равен:

$$K = \frac{6,28 \cdot r_{BM} \cdot r_{BN} \cdot r_{AM} \cdot r_{AN}}{r_{MN} \cdot r_{BM} \cdot r_{BN} \cdot r_{AM} \cdot r_{AN}},$$

где A и B — обозначения первого и второго электродов питающего диполя, M и N — электродов приемного диполя, r_{AM} , r_{BM} , r_{AN} , r_{BN} , r_{MN} — расстояния между соответствующими электродами.

Результаты измерений могут быть отнесены к центру приемного диполя, середине питающего или к средней точке всей установки. Анализ теоретических и практических графиков кажущегося сопротивления над различными объектами показывает, что наиболее целесообразным является отнесение результатов измерений к середине приемного диполя⁴.

³ Ю. В. Якубовский, Л. Л. Ляхов. Электроразведка. Недра, 1964.

⁴ И. М. Блюк. Дипольное электропрофилирование. Госгеолтехиздат, Москва, 1957.

при этом в большинстве случаев максимальная амплитуда аномалии найдется непосредственно над искомым объектом, особенно возрастая при профилировании с неравными питающим и приемным диполями.

Проведение разведок дипольным электропрофилированием на археологических памятниках предъявляет повышенные требования к выбору типа наблюдений и прокладке отдельных профилей. Вне зависимости от характера решаемой поисковой задачи, линии профилей должны располагаться, по возможности вкрест простирания прослеживаемых объектов. Максимальный эффект достигается с помощью такого расположения при поисках сильно вытянутых объектов. На археологических памятниках им соответствуют остатки стен, фундаментов, погребенные каменные и рвы. Если простирание объекта нельзя ориентировочно установить исходя из археологических данных, то для его определения в зоне обнаружения аномалии проводится круговое электропрофилирование, т. е. через одну точку под разными азимутами прокладываются профили вдоль них производятся измерения. Вкрест простирания объекта будет расположен тот из профилей, на котором аномалия имеет максимальную амплитуду. Направление профилей желательно согласовывать с рельефом. Пересечение установкой в процессе проведения измерений верхних ям, шурфов, отвалов и т. п. может вызвать ложные аномалии кажущегося сопротивления и затруднить интерпретацию.

Многие археологические объекты могут быть представлены в виде малой изометричной или близкой к ней формы ограниченных размеров. Их можно рационально проводить по соответствующей сети наблюдений. Профили, образующие сеть, необходимо располагать на таком удалении друг от друга, чтобы расстояние между ними не превышало половины предполагаемого размера искомого объекта. Ориентация профилей в данном случае не является столь важной. Практически, при разведке большинства археологических памятников методом дипольного электропрофилирования, можно применять сети с интервалами между профилями от одного до трех метров. Прослеживание объектов, простирания которых десятки и сотни метров, допускается проводить более разреженной сетью профилей с изменяющимися между ними интервалами. Шаг установки по профилю должен быть равен величине измерительного диполя. Это гарантирует полное изучение распределения электрического поля вдоль линии измерений. Для особо детальных съемок возможно применение шага, соответствующего половине расстояния между электродами измерительного диполя.

Положительный эффект при дипольно-осевом электропрофилировании в значительной степени зависит от правильного выбора вида установки, размеров диполей и расстояния между их центрами. В зависимости от поставленной задачи и характера объектов разведку можно проводить односторонними, двухсторонними установками и односторонними установками на двух разносах. Описанная выше дипольная односторонняя установка преобразуется в двухстороннюю, если на одинаковом расстоянии по обе стороны от измерительного диполя расположить две пары питающих электродов. (рис. 1б). Такая схема дает возможность получать два графика ρ_k по одному профилю, что значительно облегчает интерпретацию аномалии.

Для проведения электропрофилирования дипольной односторонней установкой на двух разносах питающую часть схемы составляют из трех электродов (рис. 1в) и на каждой точке профиля производят измерения при разных размерах питающего диполя. Это позволяет варьиро-

вать глубину проникновения тока в землю и, в ряде случаев, повышает надежность выделения аномалии.

Дипольная установка характеризуется размером измерительного диполя, размером питающего диполя и расстоянием между их центрами. Иногда используется для обозначения параметров питающего диполя отношение его размеров к размерам измерительного. От выбора этих величин зависят глубинность и разрешающие способности установки. Данные для определения оптимального расстояния между центрами диполей можно получить, проводя экспериментальное профилирование с различными разносами над известным объектом и выбирая тот разнос, при котором амплитуда аномалии будет максимальной. На участках, где такой возможности нет, желательна постановка вертикальных зондирований⁵ для выяснения электрических свойств разреза и мощности перекрывающих наносов. При поисках объектов повышенного сопротивления разносы должны соответствовать 5—8 кратной мощности наносов. Разведка объектов пониженного сопротивления может проводиться с разносами, равными трех-пятикратной мощности наносов. Значительное влияние на глубину проникновения тока в землю оказывает неоднородность перекрывающих пород. В силу этого, рекомендации о соотношении разносов и глубины исследования могут использоваться только для приближенных расчетов. В действительности многие поисковые задачи могут быть разрешены установками значительно меньших размеров. В этой связи выбор разносов дипольной установки наиболее целесообразно производить с помощью экспериментальных измерений над известным типичным объектом. При увеличении разноса диполей глубина проникновения тока в землю, как правило, возрастает.

Размеры измерительного и питающего диполя в первую очередь определяются видом установки и величиной искомого объекта. Сравнение различных археологических памятников приводит нас к выводу о возможности проведения на них эффективных поисковых работ дипольно-осевой установкой с измерительным диполем, не превышающим 2-х метров. Расстояние между питающими электродами в односторонней установке не должно превышать более чем в три раза величину измерительного диполя, т. к. при небольшом отношении размеров диполей имеется возможность получать графики двухстороннего дипольного электропрофилирования из графиков одностороннего профилирования без проведения добавочных измерений. Это достигается путем смещения графика в сторону питающего диполя на величину, равную разносу установки. Если расстояние между центрами диполей сохраняется неизменным, то увеличение расстояния между питающими электродами уменьшает глубину проникновения тока в землю. Величина питающего диполя при использовании неравнодипольной установки не должна превышать разнос между центрами диполей. В противном случае внутренние электроды установки настолько приблизятся друг к другу, что измерительный диполь окажется в области резких искажающих изменений потенциала поля питающего диполя.

Большинство археологических памятников залегает на глубинах, не превышающих 5 м, что дает возможность экспериментальным путем установить зависимость характера аномалии от формы, величины и глубины залегания археологического объекта и выработать критерии для определения оптимальных размеров установки. Археологические объек-

⁵ Справочная геофизика. Том. III. Госгонтехиздат, 1963.

для поисков методами электроразведки имеет смысл разделить на основные группы по доминирующим формам и электрическим свойствам слагающих их материалов.

Например: остатки каменных стен и фундаментов можно с достаточной достоверностью представить в виде одного или суммы вертикальных пластов различной мощности, сложенных породами высокого сопротивления. Всевозможные рвы, ямы, колодцы, склепы, в зависимости от формы и характера заполнения, могут быть проинтерпретированы как впадины или депрессии, выполненные низкоомными или высокоомными породами в соответствии с соотношением вмещающих пород и заполнения. Величина культурного слоя вполне охарактеризует вертикальный контакт между породами с различными сопротивлениями.

Рассмотрим свойства графиков кажущегося сопротивления над некоторыми из перечисленных типов объектов⁶. Довольно характерным измерением могут служить графики ρ_k над пластами повышенного и пониженного сопротивления. (Рис. 2а и б). Пласт повышенного сопротивления при приближении к нему дипольной установки (измерительный электрод впереди питающего) оказывает экранирующее влияние. При

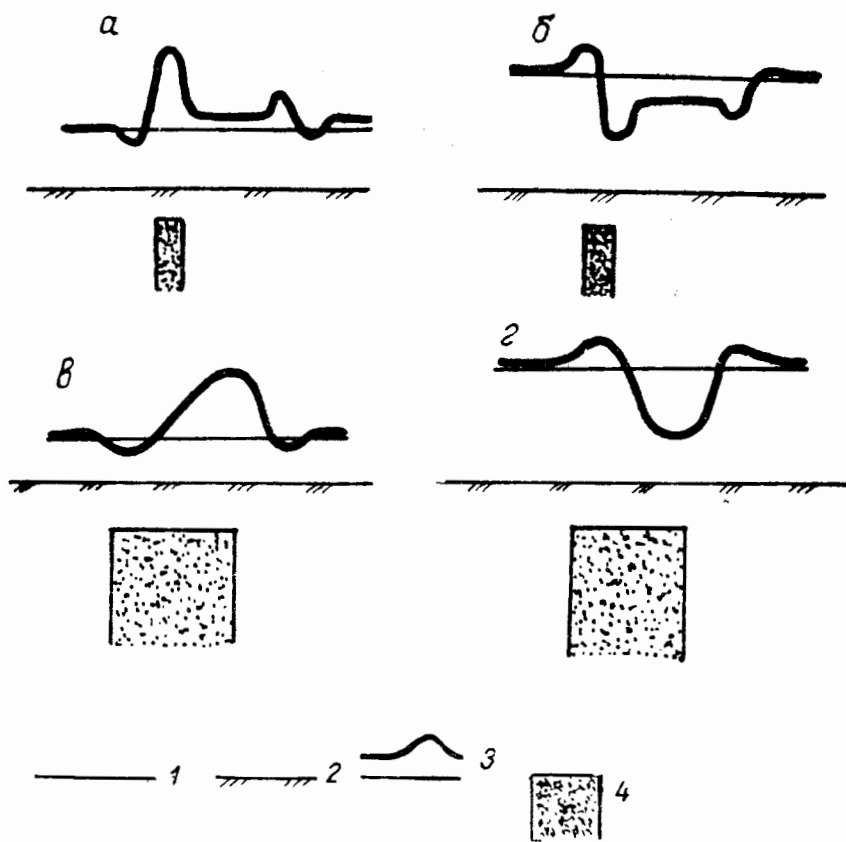


Рис. 2. Теоретические графики ρ_k над вертикальными пластами
а и в — высокого сопротивления; б и г — низкого сопротивления, 1 — линия профиля; 2 — земная поверхность; 3 — график ρ_k ; 4 — пласт

⁶ Подробно см. И. М. Б л о х. Дипольное электропрофилирование.

этом измерительный диполь попадает в зону разрежения токовых линий и на графике наблюдается минимум кажущегося сопротивления в момент попадания первого измерительного электрода в зону пласта. Затем кажущееся сопротивление резко возрастает и остается максимальным, пока измерительный диполь находится непосредственно над пластом. После выхода измерительного диполя из зоны пласта кажущееся сопротивление понижается в связи с разрежением токовых линий, вызванным экранирующим влиянием пласта, разделяющего диполи. При переходе через пласт питающего диполя наблюдается второй максимум меньшей амплитуды. Аналогично можно охарактеризовать аномалию над пластом пониженного сопротивления.

Когда мощность пласта становится соизмеримой с разносом установки, графики дипольного электропрофилирования выражаются в виде многоступенчатого максимума над высокоомным пластом и минимума над пластом пониженного сопротивления (рис. 2 в и г).

Графики аномалий над небольшими вертикальными пластами, расположенными на расстоянии большего размера установки, сохраняют над каждым из них свою характерную форму. При сокращении расстояния между пластами до размера установки, аномалии частично совмещаются, причем теряются некоторые экстремумы (рис. 3). С увеличением глубины

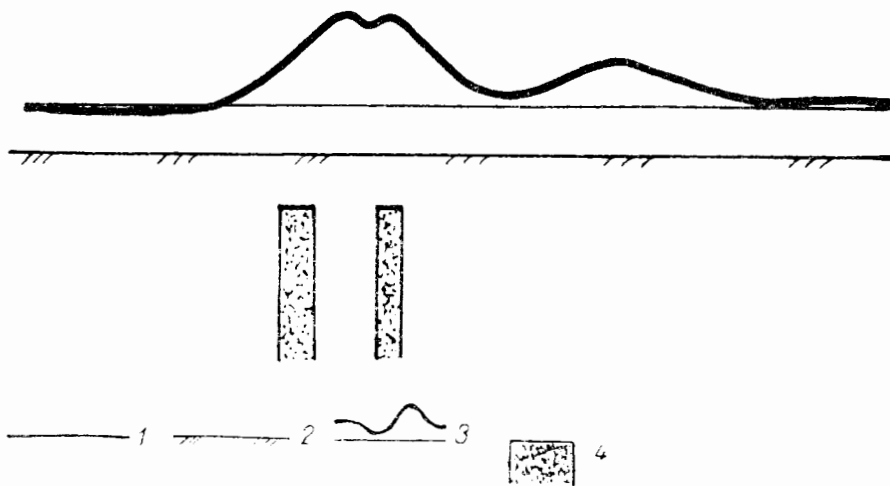


Рис. 3. Теоретический график ρ_a над двумя близко расположенными пластами высокого сопротивления
1 — линия профиля; 2 — земная поверхности; 3 — график ρ_a ; 4 — пласт

ны залегания верхней кромки пласта графики аномалий соответственно сглаживаются.

Расчеты и лабораторные исследования, проведенные А. В. Вешевым, А. С. Семеновым⁷ и А. А. Огильви⁸ показали, что аномалии дипольно-осевого электропрофилирования над погребенными депрессиями, линзами и шарообразными телами отличаются такими же по форме кривыми,

⁷ А. В. Вешев, А. Ф. Фокин, В. К. Иванов, А. С. Семенов. Экспериментальные работы по дипольному профилированию. Сб. статей ВИРГ, Гостеологтехиздат, 1956.

⁸ А. А. Огильви. К вопросу о выборе рациональной модификации профилирования при поисках погребенных депрессий и нарушений в кровле карстующегося массива. Вестник МГУ, № 3, 1955.

как и над вертикальным пластом. Для археологических объектов, интерпретируемых как пласт, линза или депрессия, особого различия в величине аномалий не наблюдается. Однако для всех рассмотренных выше типов объектов амплитуды аномалий, зафиксированных с помощью дипольно-осевой установки, значительно превышают величину аномалий, полученных симметричной установкой⁹.

Опробование предложенной методики проводилось во время полевых работ летом 1967 года. Разведки производились односторонней дипольно-осевой установкой. Для измерений использовалась электроразведочная аппаратура низкой частоты — АНЧ-1, состоящая из двух блоков: генератора частотой 20 *гц* и лампового избирательного милливольтметра переменного тока¹⁰.

Эксперимент был разделен на два этапа. В начале проверялась эффективность методики дипольного профилирования при поисках археологических объектов мелкого залегания, затем обследовались памятники, перекрытые слоем наносов мощностью от двух до 5 метров.

Из работ первого этапа несомненный интерес представляет разведка на поселении усатовской культуры у села Маяки Одесской области, где во время раскопок в 1964—1965 гг. В. Г. Збеновичем была обнаружена и частично прослежена окаймляющая поселение погребенная депрессия, проницируемая им как древний ров¹¹.

Поселение расположено в 500 м к юго-западу от села, на краю высокой террасы левого берега Днестра. С севера к поселению примыкает давно не обрабатывавшееся пахотное поле, поросшее кустарниками и многолетними травами. Территория поселения ровная, практически горизонтальная, не нарушенная никакими депрессиями, только в восточной части плато прорезано неглубоким оврагом. Обнаруженный раскопками и траншеями древний ров простирается с юго-востока на северо-запад, примыкая восточным концом к краю плато. Разрез рва в восточной его части, произведенный В. Г. Збеновичем во время раскопок поселения, выяснил закономерности его строения. Золистое темное пятно, характерное для верхней части заполнения рва, появляется на глубине 0,6—0,7 м от поверхности и до глубины 1,2 м, заполнение представлено светло-серым мелкоструктурным суглинком с примесью пепла. Ниже залегает серо-желтая смесь суглинка с материковым лессом, переслаивающаяся полосками чистого лесса. Дно рва находится на глубине 3,7 м. В верхней близкой к поверхности части ров достигает ширины 5 м, до глубины 2 м от поверхности края его стенок плавно сходятся к центру. Начиная с глубины 2 м стенки становятся почти вертикальными. Ширина дна на глубине 3,7 м равняется 0,5 м. На части территории поселения и окружающем поле верхний слой почвы до глубины 0,4—0,5 м представлен гумусированным суглинком черно-серого цвета. Ниже залегает слой светло-коричневого предматерикового суглинка мощностью 10—15 см, переходящего на глубине 0,6, 0,7 м в желтый материковый лесс. Структура верхних слоев почвы на поселении в ряде мест значительно осложнена наличием больших пятен культурного слоя.

В данном случае дипольно-осевое электропрофилирование могло

⁹ И. М. Блох. Дипольное электропрофилирование.

¹⁰ А. Э. Вишняков. Типовая электроразведочная аппаратура. Изд. «Недра», Ленинград, 1967.

¹¹ В. Г. Збенович. Исследование поздне трипольского поселения усатовского типа в с. Маяки. В сборнике «Археологические исследования на Украине в 1965—1966 гг.», Наукова думка, Киев, 1967.

найти применение при трассировании древнего рва. В связи с этим были разбиты, ориентировочно вкрест простирания объекта, шесть профилей. По ним произведены измерения односторонней установкой следующих размеров: расстояние между питающими электродами — 2 м, между измерительными — 1 м и между центрами диполей 6,5 м. Измерения проводились шагом по профилю равным 1 м. Первый профиль был проложен параллельно раскопу, перерезывающему ров, на расстоянии одного метра от его западного края. Интервал между профилями 1 и 2 равнялся 9 м, между 2 и 3 — 8 м, 3, 4 и 5 — 4 м и, наконец, между 5 и 6 профилем 12 м. Все профили параллельны друг другу. В результате был обследован участок, простирающийся на 40 м к западу от раскопа, перерезывающего ров. Всего произведено 270 измерений. Аномалия отмечается на всех профилях понижением кажущегося сопротивления непосредственно над рвом на 40—45% от общего уровня и соответствующим повышением сопротивления далее по профилю с напольной стороны (рис. 4). Это в определенном смысле соответствует теоретическим предположениям о характере аномалии для дипольно-осевого электропрофилирования над хорошо проводящим пластообразным телом, находящимся на контакте пород с различными сопротивлениями¹².

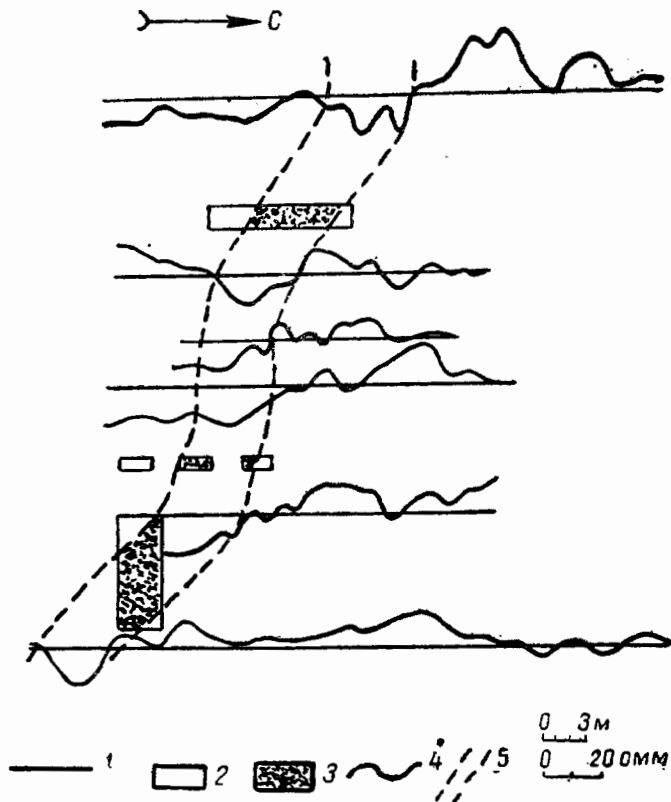


Рис. 4. Карта графиков дипольного профилирования на позднеринопольском поселении у с. Маяки
1 — линия профиля; 2 — шурф; 3 — зольное пятно; 4 — график ρ_k ;
5 — контур рва

¹² И. М. Б л о х. Дипольное электропрофилирование.

На основании графиков дипольного профилирования было определено простираание рва на всем участке съемки, и сделан вывод о значительном отличии сопротивления культурного слоя данного поселения от удельного сопротивления окружающих пород. Надежное определение простираания рва подтверждается результатами раскопок, проведенных В. Г. Збеновичем (рис. 4).

Следующий цикл работ проводился на поселении римского времени у села Фурмановка Килийского района, Одесской области, открытом в 1963 году Н. М. Шмаглием. Поселение расположено на восточном берегу озера Китай на южной окраине села. Территория поселения в настоящее время занята колхозным садом и хозяйственными постройками. Для разведки были выбраны два участка в южной части поселения. В пределах участков отсутствует верхний слой почвы, снятый бульдозером, непосредственно на поверхность выступает культурный слой, достигающий толщины 0,7 м. Ниже залегает желтый суглинок, постепенно переходящий в красноцветные глины. Остатки жилищ находятся в культурном слое на глубине 0,5—0,7 м. Шурф, поставленный Н. М. Кравченко в юго-западной части поселения на территории первого участка, открыл на глу-

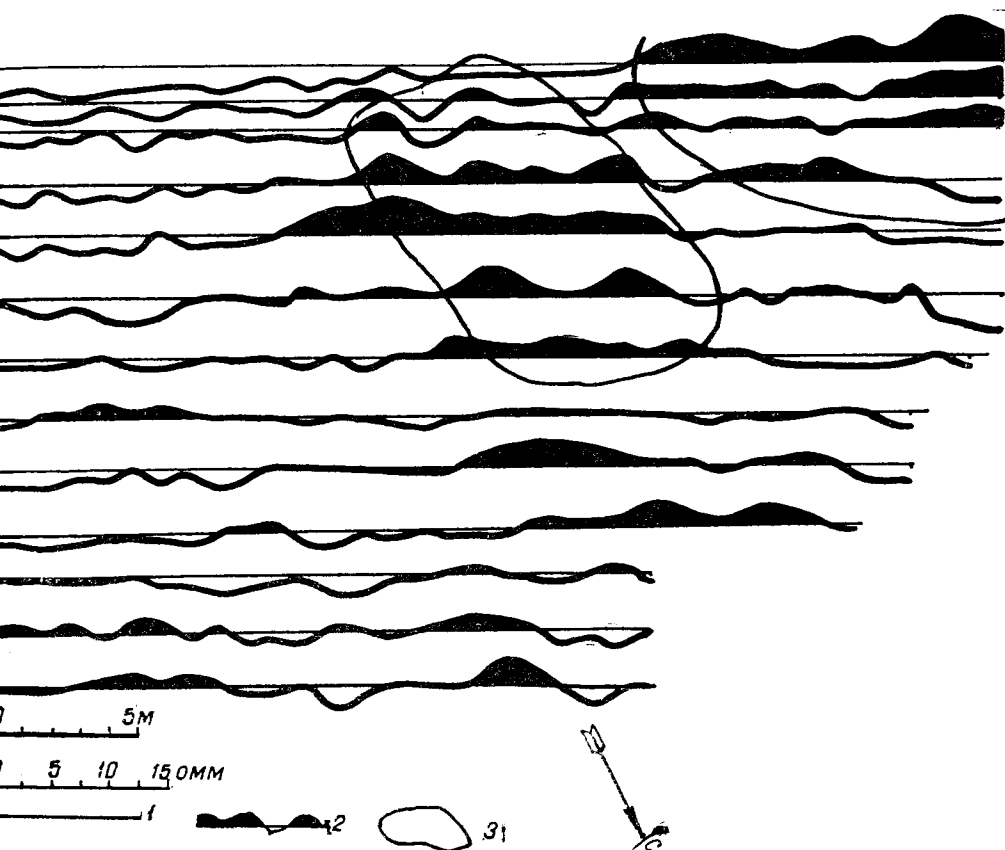


Рис. 5. Карта графиков дипольного профилирования на поселении римского времени у с. Фурмановка (Уч. I)

1 — линия профиля; 2 — график; ρ_k ; 3 — контуры остатков жилищ

бине 0,5 м остатки каменной кладки из необработанных известняковых плит¹³.

Этот участок площадью 740 м² был покрыт сетью из 13 профилей. Расстояние между профилями 1, 2 и 3 равнялись 1 м. Начиная с третьего профиля, интервал увеличился до 2 м. Шаг по профилю равнялся 1 м. Съемка производилась односторонней дипольной установкой с одинаковыми питающим и измерительным диполями, равными 1 м, при 4-метровом разносе между центрами диполей. Результаты измерений по профилям сводились в карту графиков кажущегося сопротивления, по которой затем выделялись аномальные зоны (рис. 5). Анализ результатов разведки позволил определить местоположения искомым объектов и дал возможность установить их ориентацию (см. рис. 5).

Три шурфа, заложенные на участке в местах наиболее характерных аномалий, подтвердили надежность используемой методики.

Первый шурф 3×1 метр (рис. 6, рис. 7), поставленный между 16 и 19 точками второго профиля, вскрыл на глубине 40—45 см от поверхности каменный развал. Проведенная расчистка позволила установить, что камни располагаются в определенном порядке в виде двух полос шириной 30—40 см, сходящихся под прямым углом у южной стенки шурфа.

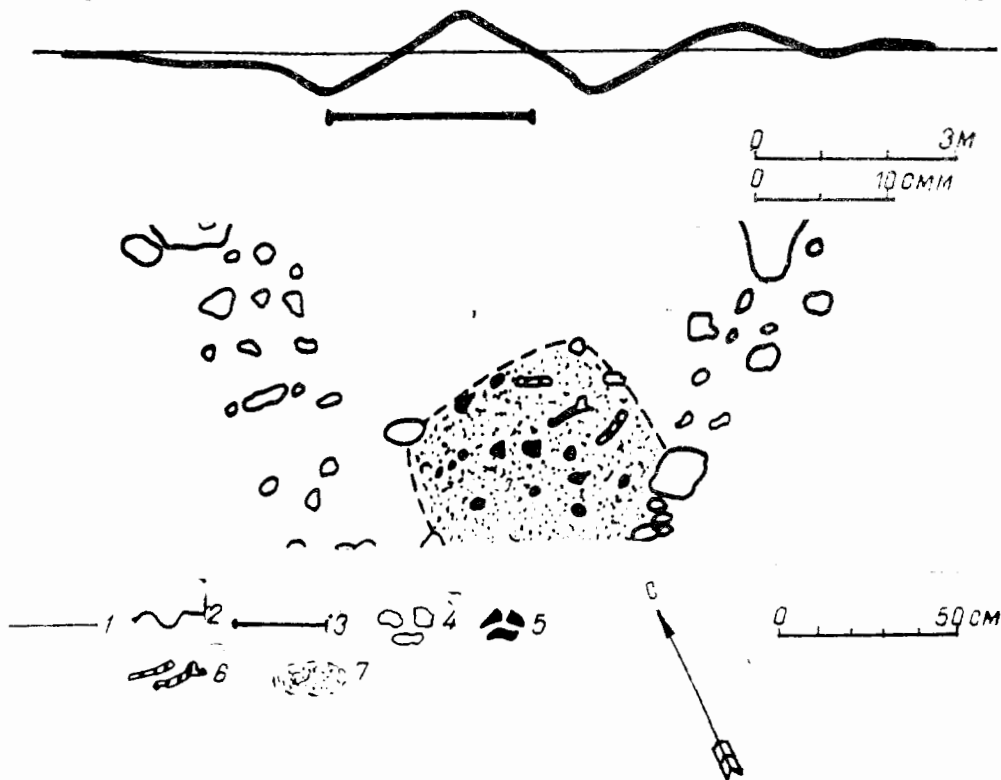


Рис. 6. Шурф № 1 и аномалия над ним

1 — линия профиля; 2 — график ρ_k ; 3 — место закладки шурфа; 4 — камни; 5 — керамика; 6 — кости; 7 — обожженный участок

¹³ Н. М. Кравченко. Памятники черняховского типа в Буджакской степи. В сборнике «Археологические исследования на Украине в 1965—1966 годах», выпуск I, Киев, 1967 г.

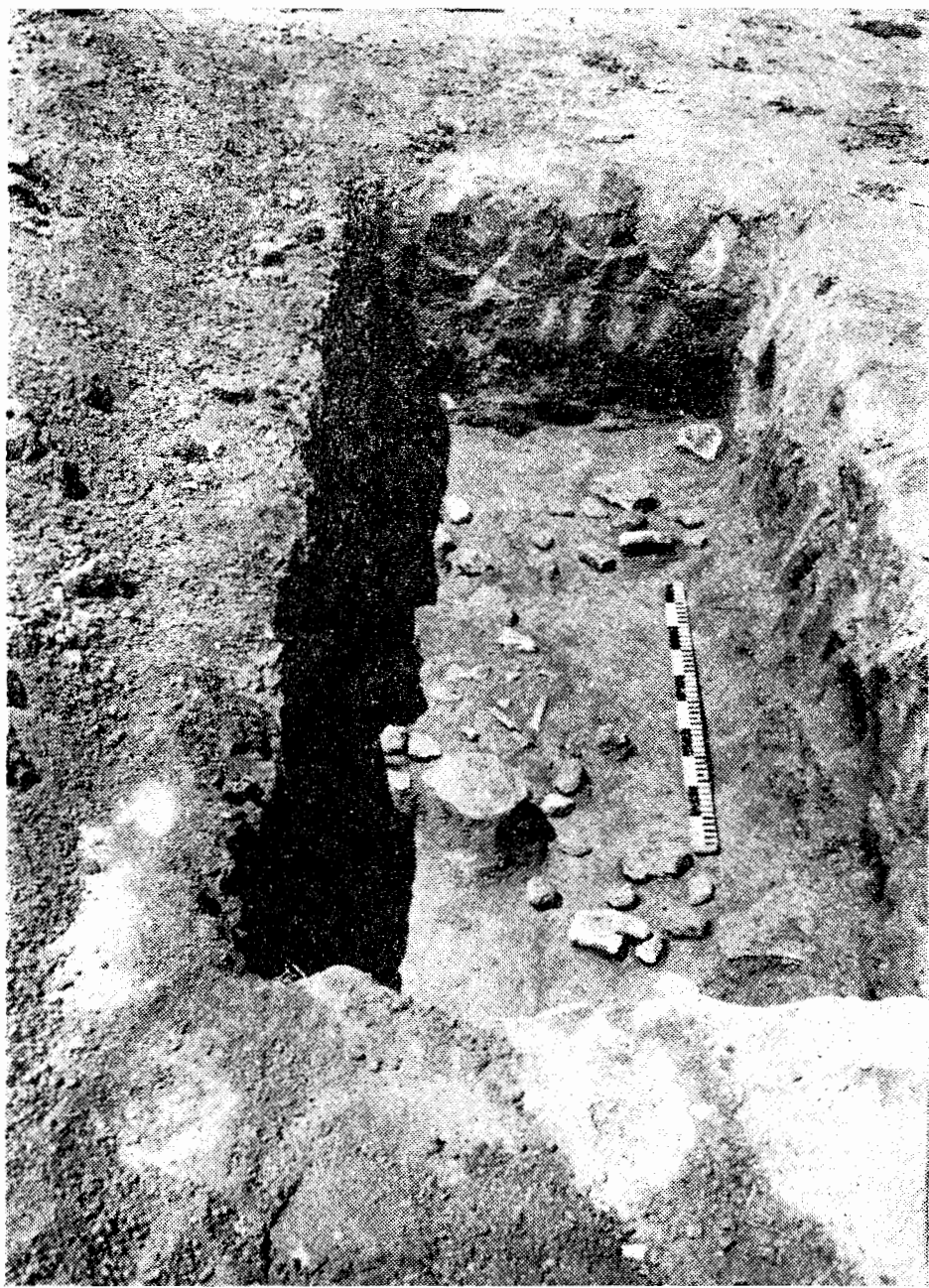


Рис. 7. Шурф № 1

фа. Вертикальная мощность развалов достигала 10—15 см. В районе пересечения на глубине 55 см находилась прямоугольная 60×50 см обожженная площадка. В этой части шурфа обнаружено большое количество фрагментов керамики, кальцинированных костей и кусков обожженной глиняной обмазки.

Шурф № 2 площадью 2×1 м (рис. 8), расположенный на линии 4 профиля между 17 и 19 точками, также выявил остатки каменной кладки на глубине 40 см от поверхности.

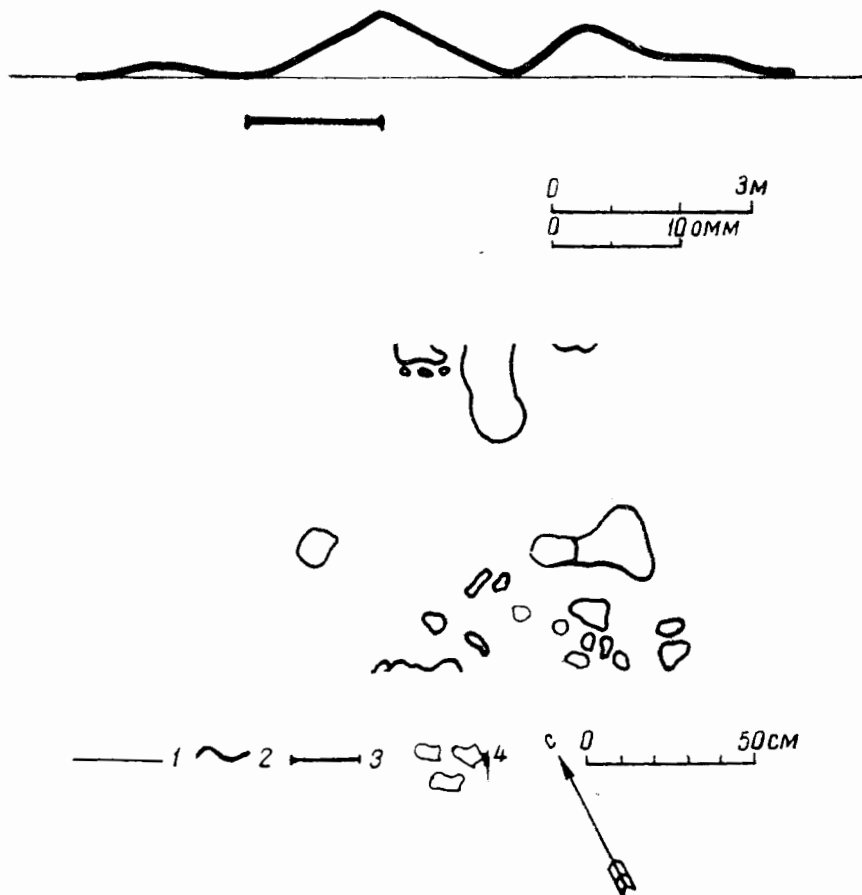


Рис. 8. Шурф № 2 и аномалия над ним
1 — линия профиля; 2 — график ρ_k ; 3 — место закладки шурфа; 4 — камни

Третий шурф $0,8 \times 1,3$ м (рис. 9), был заложен в зоне четкой локальной аномалии на 9 профиле между 22 и 23 точками. Глубина шурфа 65 см. Шурф пересекает в направлении север-юг кладку из необработанных плиток известняка. Глубина верхней кромки кладки 55 см. Ширина в южной части 30 см, по главной оси шурфа — 25 см и северной части — 25 см. Высота кладки достигает 15 см. В юго-западной части шурфа обнаружены кости и фрагменты венчиков двух сероглиняных лощеных сосудов.

Аномалия кажущегося сопротивления над перечисленными объектами в первом приближении соответствует теоретическим графикам над высокоомными вертикальными пластинами малой мощности.

Для сравнения разрешающей способности дипольно-осевой и симметричной установок по 6 профилю были проведены измерения симметричной установкой с пятиметровой питающей и метровой измерительной

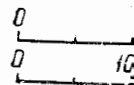


Рис. 10.
1 — линия
2 — график
3 — график
2 МАСП.

линиями. Сопоставление практических графиков дипольного и симметричного электропрофилирования полностью подтвердило теоретические предположения. Аномалия на графике дипольного электропрофилירו-

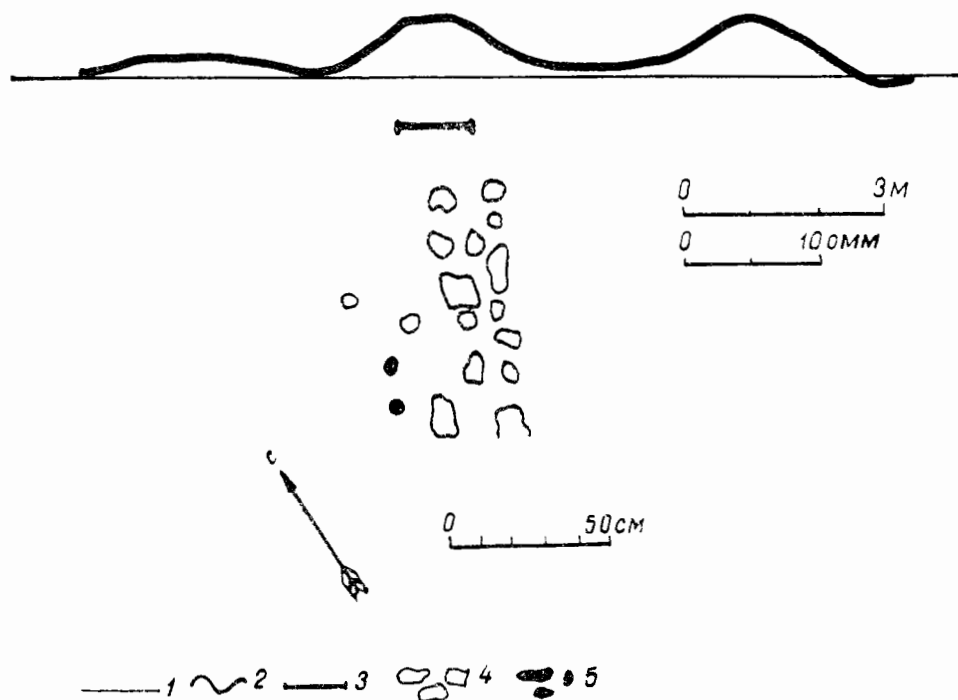


Рис. 9. Шурф № 3 и аномалия над ним

1 — линия профиля; 2 — график ρ_k ; 3 — место закладки шурфа; 4 — камни; 5 — керамика

ния имеет четкие границы, большую амплитуду и, в связи с этим, надежно интерпретируется. График симметричного профилирования по тому же профилю маловыразителен и практически не отмечает четкой аномалии (рис. 10). Данная аномалия проверялась шурфом № 3.

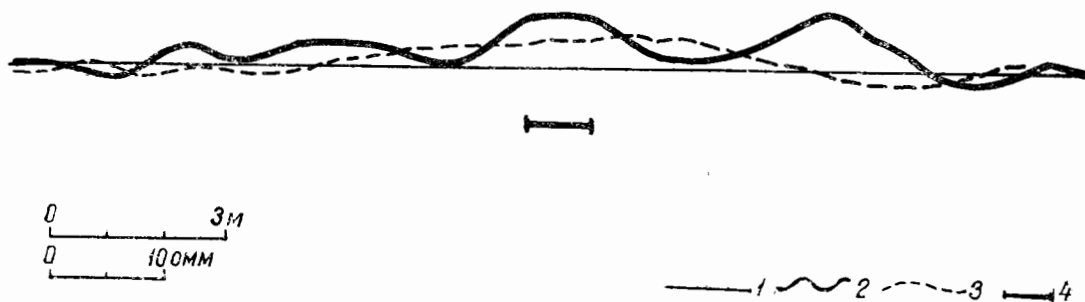


Рис. 10. Графики дипольного и симметричного профилирования по одному профилю
1 — линия профиля; 2 — график ρ_k дипольного профилирования ($AB=1$ м, $MN=1$ м, Разнос — 4 м);
3 — график ρ_k симметричного профилирования ($AB=7$ м, $MN=1$ м); 4 — место закладки шурфа № 3

Второй обследованный участок поселения площадью 400 м² ограничен с запада береговым обрывом, а с севера и востока прорытым в настоящее время глубоким рвом. На участке было проложено 10 профилей с интервалом 2 м. Разведка проводилась равнодипольной установкой с метровыми диполями при четырехметровом разnose. Шаг по профилю равнялся одному метру. Результаты измерений сводились в карту аномальных значений кажущегося сопротивления (рис. 11). С помощью

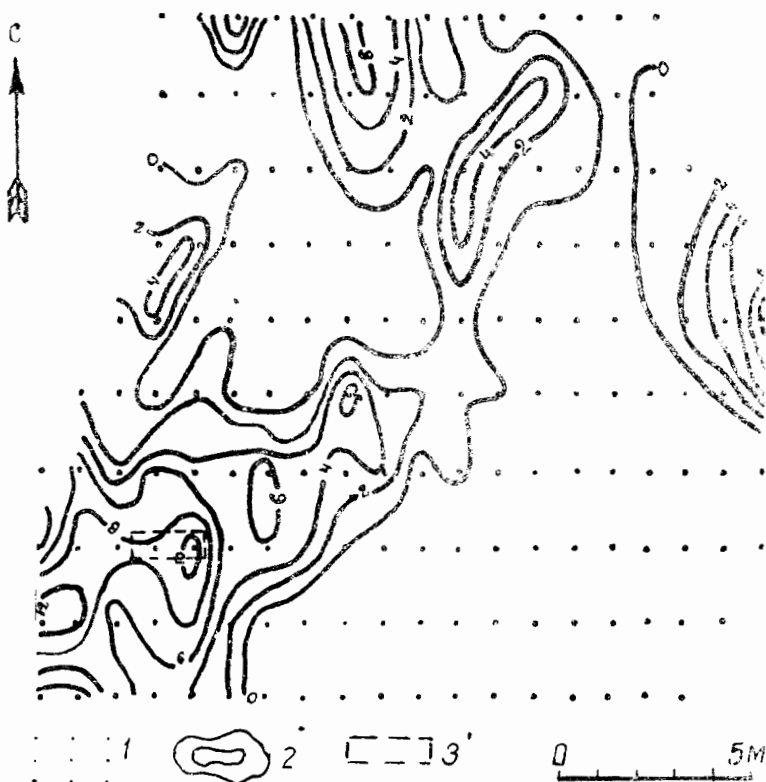


Рис. 11. Карта изоом по результатам дипольного профилирования на поселении римского времени у с. Фурмановка (Уч. 2)
1 — точки измерений; 2 — линии равных значений ρ_K ; 3 — шурф № 4

этой карты были выделены три зоны высокого сопротивления. Графики значений ρ_K по профилям, пересекающим район интенсивной аномалии, имеют форму, типичную для графиков дипольного профилирования над вертикальным контактом пород с различными сопротивлениями (рис. 12). Этот факт позволил предположить, что аномалия вызвана каменным развалом, занимающим значительную площадь. Заложенный для проверки шурф 2,4×0,6 м (рис. 12) вскрыл на глубине 60 см скопление известняковых плит, залегающих горизонтально.

Таким образом, разведки с использованием дипольно-осевой установки на памятниках мелкого залегания показали, что данный метод дает устойчивые положительные результаты при поисках различного вида каменных стен развалов и древних рвов.

Второй этап испытаний включал работы на некрополе античного города Ольвия. На территории некрополя проводился эксперимент по определению размеров дипольной установки для поисков глубоко лежащих склепов. Характерным поисковым признаком большинства склепов

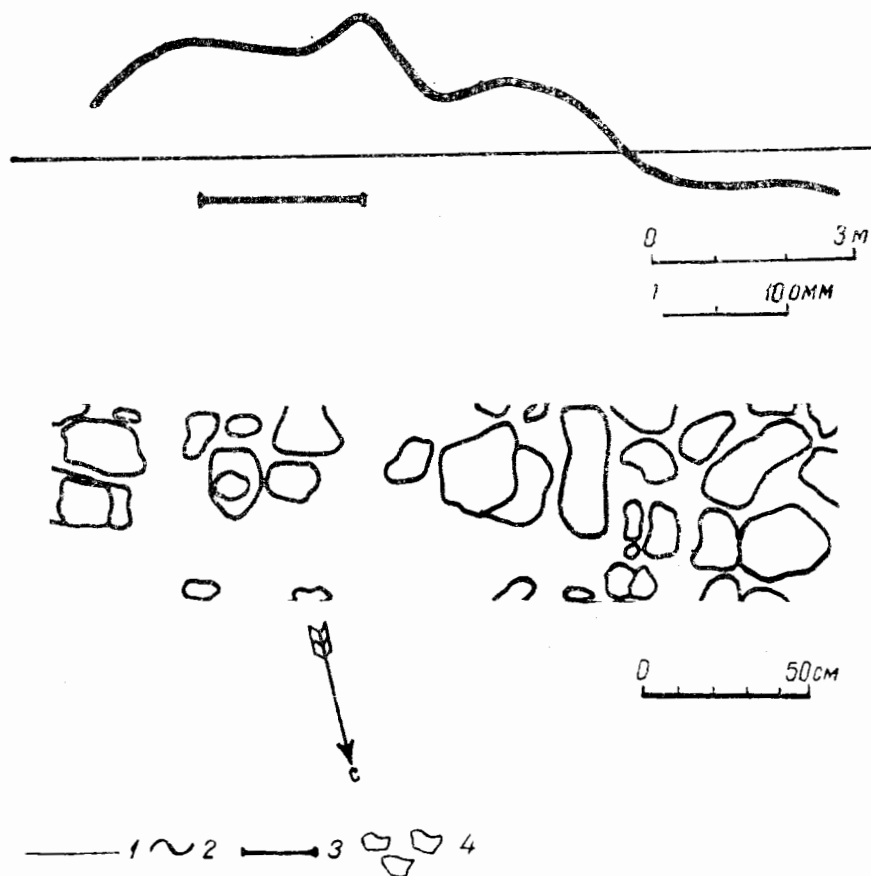


Рис. 12. Шурф № 4 и аномалия над ним
1 — линия профиля; 2 — график ρ_K ; 3 — место закладки шурфа; 4 — камни

является наличие в их верхней части линзообразной пустоты, обладающей высоким сопротивлением электрическому току. По форме аномалии ρ_K , вызываемые склепами, должны соответствовать теоретическим кривым над линзой высокого сопротивления. Для эффективных поисков таких объектов правильный выбор размеров дипольной установки имеет большое значение. В связи с этим непосредственно над открытым в 1965 году Ю. И. Козуб склепом, находящимся на глубине 4 м, был разбит профиль и произведены измерения с установками различных размеров (рис. 13). Четкая аномалия отмечалась при 10-метровых разносах

между центрами диполей. Размер питающего диполя равнялся трем, а размер приемного — одному метру. После определения оптимальных размеров дипольной установки была проведена разведка на участке некрополя площадью 600 м². Верхний слой почвы в этом районе достигает 40 см, затем до глубины 1,8 м залегает светлый лесс, переходящий в материковую ярко-желтую глину.

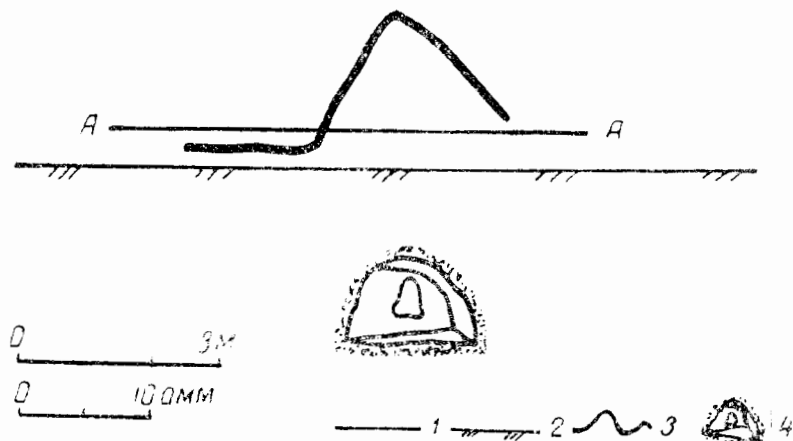


Рис. 13. График дипольного электропрофиллирования над склепом
1 — линия профиля; 2 — земная поверхность; 3 — график ρ_k ; 4 — склеп

Изучение данных разведки дало возможность выделить несколько типичных для склепов аномалий. Наиболее интересный график кажущегося сопротивления был получен на профиле, пересекающем небольшое поднятие высотой около 40 см (рис. 14). Характерная форма аномалии

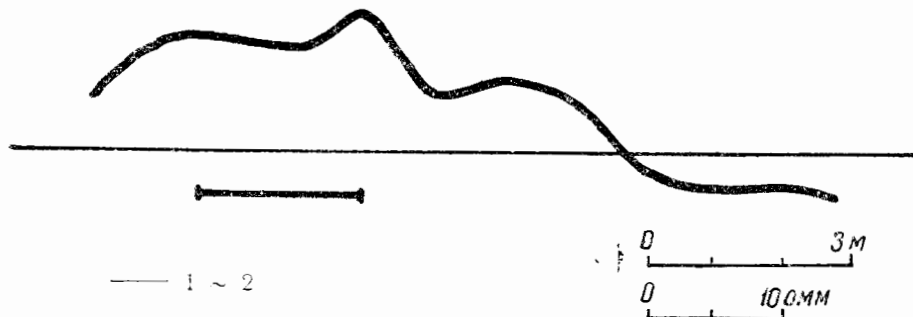


Рис. 14. График дипольного электропрофиллирования над курганным возвышением
1 — линия профиля; 2 — график ρ_k

позволяет предположить, что данное возвышение является остатком кургана и под ним находится склеп значительных размеров.

Обработка результатов испытаний позволяет сделать следующие выводы:

1. Метод дипольного электропрофиллирования достаточно эффективен при поисках археологических объектов, содержащих каменные разва-

лы, остатки стен, древние рвы и аналогичные им ямы. Метод оправдывает также себя при разведке на античных некрополях.

2. Амплитуды аномалий дипольно-осевого электропрофилирования значительно превышают величины аномалий, отмечаемых симметричным профилированием.

3. Производительность работ по сравнению с симметричным профилированием возрастает на 50%.

ПАМЯТНИКИ ВЫХВАТИНСКОГО ТИПА

Т. Г. МОВША

Одним из значительных событий в послевоенные годы в области изучения Триполья явилось открытие поздне трипольского могильника в с. Выхватинцы на Среднем Днестре, тщательно исследованного Т. С. Пассек. Позднее здесь стали известны и поселения. Сопоставление материалов последних с Выхватинским могильником позволяют объединить их в группу памятников Выхватинского типа.

Поздне трипольские памятники Выхватинского типа занимают левый и правый берег среднего течения Днестра. По тем данным, которыми располагает в настоящее время археологическая наука, северная граница их проходит в районе г. Хотин, Черновицкой области, а южная — несколько ниже г. Рыбница в Молдавии. Памятники относятся к начальной поре этапа γ II по периодизации Т. С. Пассек. Значительная часть их обнаружена трипольской экспедицией ИИМК АН СССР в 1948—1951 гг. и затем Молдавской экспедицией ИИМК АН СССР и Молдавского филиала АН СССР¹, руководимых Т. С. Пассек, а также Черновицким краеведческим музеем (разведки Б. А. Тимощука).

Сразу же после открытия поздне трипольских памятников в районе Среднего Днестра была сделана попытка их локального определения. Е. Ф. Лагодовской Выхватинский могильник и поселение Солончаны II отнесены к памятникам усатовского типа, которые, по ее мнению, занимали степную территорию между Прутом и Южным Бугом (на севере доходили до границы степи и лесостепи²). Т. С. Пассек не без оснований выделила эти памятники в отдельный средне днестровский вариант³. Однако в последний вошли разновременные пункты, не только предшествующие Выхватинцам, Солончанам II, но и последующие за ними. Позднее, после раскопок новых поздне трипольских поселений, их удалось разграничить. Так, в Верхнем Поднестровье одним из наиболее поздних поселений, продолжающим лишь трипольскую линию развития, по мнению его исследователя, является Звенячин⁴.

¹ Т. С. Пассек. Раннеземледельческие (трипольские) племена Поднестровья. МИА, 84, М., 1961, стр. 140—177.

² О. Ф. Лагодовська. Памятники усатівського типу. Археологія, т. VIII 1953, стр. 101—102.

³ Т. С. Пассек. Новые данные о поздне трипольских поселениях на Д. Известия Молд. филиала АН СССР № 5(25), Кишинев, 1955, стр. 15—29.

⁴ Ю. Н. Захарук. Раскопки поздне трипольского поселения у с. Черновицкой области. Доклад на секции неолита и бронзы пленума ИИМК