

М. А. Чемякина

Институт археологии и этнографии СО РАН
пр. Акад. Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия
E-mail: chemyakina@archaeology.nsc.ru

АРХЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ МОГИЛЬНИКОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ *

Геофизический поиск и диагностика грунтовых некрополей чрезвычайно важны. Геофизические исследования уникальных археологических памятников, расположенных в Новосибирской области и Алтайском крае, проводились в русле двух приоритетных направлений – микромагнитная съемка и частотное электромагнитное сканирование. В комплекс методов вошли высокоточная магнитометрия (квантовый магнитометр-градиентометр G-858) и малоглубинное частотное электромагнитное зондирование (аппаратурно-программный комплекс ЭМС). С целью устранения помех от современных предметов из черного металла использовался металлоискатель Крот-2. Были выполнены каппаметрические измерения магнитной восприимчивости почв и подстилающих пород с помощью портативного полевого каппаметра МП-01. При помощи геофизического мониторинга удалось обнаружить остатки древних погребений и определить границы распространения археологических объектов, не имеющих рельефных признаков. Наиболее перспективным методом для распознавания древних захоронений следует признать высокоточную магнитометрию. На магнитограммах зафиксированы аномалии, сопоставимые с древними захоронениями. Вслед за комплексным геофизическим мониторингом были выполнены широкомасштабные раскопки. Проведены работы по археологическому подтверждению данных геофизического мониторинга на территории грунтовых некрополей. Полученные в ходе раскопок материалы дали важную информацию для корректировки геофизических методик. Выявлены взаимосвязи между интенсивностью магнитных параметров, глубинами и характером заполнения могильных ям.

Ключевые слова: археологические памятники, древние могильники, грунтовые погребения, геофизический мониторинг, магнитометрия, электромагнитное частотное зондирование.

Задача поиска, идентификации и выявления внутренней структуры грунтовых археологических памятников, рельеф которых не прослеживается на дневной поверхности, при помощи комплексной археолого-геофизической методики на сегодня остро стоит в отечественной и мировой археологии.

К погребальным памятникам, не имеющим рельефа, можно отнести как непосредственно грунтовые могильники, так и курганные некрополи, насыпи которых были полностью разрушены. Совокупность малых погребенных объектов (отдельные захоронения), иногда удаленных друг от друга на значительное расстояние, сложно обнаружить также профессиональной археологической аэрофотосъемкой. Известны лишь единичные случаи, когда грунтовые могильники с большой концентрацией погребений удавалось обнаружить при помощи специаль-

ной археологической аэрофотосъемки [Kuzma, 2007. С. 12–14].

В силу известных причин аэрофотосъемка в отечественной практике пока не стала основным методом разведки распаханых археологических местонахождений. Распаханные курганы и грунтовые могильники практически недоступны для визуальной фиксации – их поиск обычно основан на фиксации ареала распространения подъемного материала. Границы поселенческих комплексов можно установить лишь весьма условно по шлейфу подъемного материала из разрушенного слоя. Значение геофизических исследований для изучения таких археологических объектов вообще трудно переоценить. Но до сих пор в мировой научной практике не было разработано специальной археолого-геофизической методики поиска и диагностики грунтовых захоронений.

* Работа выполнена при поддержке грантов: РФФИ № 06-06-80295а, «Интеграция СО РАН» № 109.

Но определенный опыт изучения распаханных археологических объектов геофизическими методами имеется. Прежде всего это касается геофизических исследований археологических памятников, обнаруженных при помощи аэрофотосъемки [Becker, 1995. С. 165–176; Becker, 1986. С. 25–35]. Такие местонахождения с четкой структурой состоят из достаточно крупных объектов, хорошо различимых с высоты за счет цветового контраста грунта, растительности либо теневого проявления микрорельефа [Braasch, 1983 С. 12–43]. Как правило, это поселенческие, культовые либо погребальные комплексы с кольцевыми структурами диаметром более 10 м [Gaffney, Gater, 2003. С. 123–124]. В такой ситуации геофизические методы служат вспомогательным средством получения дополнительной информации о планиграфии и структуре археологических памятников.

При раскопках поселенческих комплексов в Европе, проводимых вслед за геофизическими исследованиями, была отмечена возможность диагностики отдельных погребений. Эти объекты проявились как отдельные аномалии с повышенными значениями на магнитограмме [Hasek, 1999. С. 92–94].

По итогам совместной десятилетней работы коллективом исследователей ИАЭТ СО РАН и ИНГГФ СО РАН накоплен большой опыт по поиску и выявлению структуры не выраженных в рельефе грунтовых захоронений. Работы производились на территории примыкающей к городищу Чича-1, грунтовых могильниках Сопка-2, Гришкина Заимка, Тартас-1, Преображенка-6 (Новосибирская область), Рублево-VIII (Алтайский край). Для поиска грунтовых памятников были применены различные геофизические методы: высокоточная магнитометрия (магнитометр-градиентометр МГ-60, магнитометр-градиентометр ММПГ-1, квантовый магнитометр-градиентометр G-858); индукционное частотное зондирование (различные модификации аппаратурно-программных комплексов ЭМС); электропрофилирование (симметричная четырехэлектродная установка АМNB, модернизированная аппаратура М-416); каппаметрия (портативный полевой каппаметр МП-01). Широко использовались универсальные металлоискатели УМИ и Крот-2, позволяющие распознавать и дифференцировать цветные и

черные металлы, залегающие в грунте на глубине до 20 см. Подробное описание методов и аппаратурных комплексов, применяемых в полевых археологических экспериментах, неоднократно освещалось в литературе [Эпов, Молодин, Чемякина, 2006. С. 77–80].

Широкомасштабное применение геофизических методов в западносибирской археологии началось с российско-германских исследований в 1999 г. городища *Чича-1* (VIII–VII вв. до н. э.) в Барабинской лесостепи. В работах приняли участие геофизики из Департамента археологической разведки и аэроархеологии Мюнхена. Предполагалось при помощи геофизических методов идентифицировать археологические объекты, определить на распаханной части территорию распространения памятника и его планиграфию. Микромагнитной съемке при помощи цезиевого магнитометра SMARTMAG SM4G-S подверглась территория в 58 800 кв. м. Результаты исследований превзошли все ожидания. Магнитограммой под слоем пашни были выявлены системы укреплений, жилых и производственных площадок, несомненно, составляющие единый комплекс с рельефно видимым городищем и превосходящими его по площади в 5 раз [Молодин и др., 1999; Becker, Fassbinder, 1999; Molodin et al., 2002]. Дополнили результаты геофизических методов архивные данные аэрофотосъемки 1973 г., где была видна нераспаханная часть городища, а на пашне светлыми контурами проявилась система внешних укреплений, внутренний ров и участки на жилой площадке. Светлый фон очертаний обусловлен распространением разрушенного слоя вала и выкидов из котлованов жилищ, состоящих большей частью из материкового суглинка [Чича..., 2001. С. 16–19]. Однако следов распаханных погребальных комплексов даже по данным давних аэрофотоснимков выявить не удалось.

Необходимо отметить, что за пределами городища Чича-1 в северо-восточной части магнитограммы проявились два объекта с повышенными магнитными параметрами. Эти точечные аномалии, окруженные кольцевыми структурами, предположительно можно было диагностировать как остатки распаханных курганов. Над одним объектом дополнительно выполнена магнитометрическая съемка методом вертикального градиента на площади

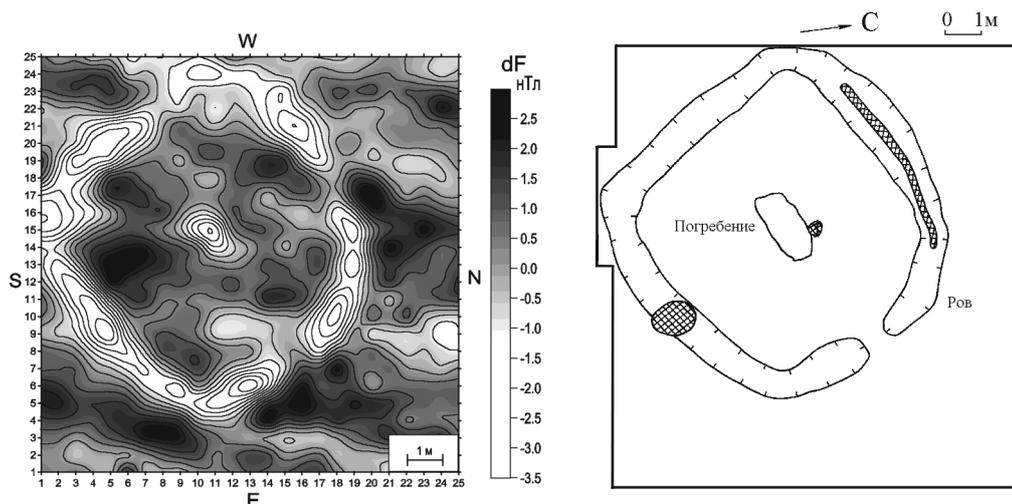


Рис. 1. Магнитограмма и план раскопа № 4 на площади городища Чича-1

144 кв. м по сетке $0,5 \times 0,5$ м. На магнитограмме отчетливо выделилась близкая к круговой аномалия с амплитудой до 3,5 наноТесел (нТл) и диаметром около 8 м. Четко фиксируется отрицательная аномалия с экстремальными значениями до 2,5 нТл и приблизительными размерами 1×2 м в центре круговой аномалии (рис. 1). Малоглубинное индукционное частотное зондирование производилось с шагом зондирования 1 м, на четырех частотах: 286, 200, 125 и 91 кГц. Получено 13 разрезов длиной 12 м. На разрезах проявились границы ровика и могильной ямы, сопоставимые по глубине [Эпов и др., 2000. С. 453–456; Молодин и др., 2001а. С. 107–110].

Раскопом № 4 вскрыты остатки подквадратного в плане сооружения, ориентированного по сторонам света [Чича..., 2001. С. 134–139]. Выявленные аномалии точно отображали небольшой глубины круговой ров и захоронение в центре (рис. 1). В данной ситуации, когда верхние почвенные слои разрушены пашней и непосредственно контактируют с материковым суглинком, по величине магнетизма можно было косвенно судить о мощности заполнения рва и могильной ямы. При помощи геофизических методов под слоем пашни удалось обнаружить сравнительно небольшие археологические объекты. Однако раскопанное погребение эпохи средневековья не соотносилось по времени с исследуемым городищем.

Именно поэтому следующим этапом геофизических исследований на Чиче стал поиск некрополя, относящегося к городищу. Магнитной разведке подверглась колоссальная

территория в 172 800 кв. м. Получена общая магнитограмма для памятника Чича-1 и прилегающей к нему территории [Там же. С. 14]. На магнитограмме выявлена группа из 14 курганов, окаймленных кольцевыми рвами, расположенных в виде двойной цепочки. Четыре крупных кургана еще видны на поверхности пашни. Они зарегистрированы как курганный могильник Здвинск-1. Курган № 1, отображенный на магнитограмме, был исследован ранее Н. В. Полосьмак и дал материалы раннего железного века, относящиеся к большереченской культуре. Оставшиеся 10 выявленных магнитной съемкой курганов значительно меньших размеров, разрушены распашкой, насыпи их рельефно не прослеживаются. Три кургана образуют группу. Четко обозначены кольцевые аномалии, диаметры которых 14, 15 и 12 м, ширина ровика от 1 до 1,5 м. В центре каждого кольца фиксируются аномалии округлой формы, вероятно, связанные с погребением. Еще 4 кургана с кольцевыми ровиками расположены одиночно и имеют сходную структуру. Их диаметры варьируют от 9 до 15 м, на некоторых просматривается прерывистость в контуре рвов с ориентацией, аналогичной большим курганам [Там же. С. 14].

Помимо участков планируемых раскопов на территории городища Чича-1, электромагнитному частотному сканированию подвергся участок пашни в 75 м к востоку от северо-восточной границы городища площадью 800 кв. м. Эта зона привлекла внимание концентрацией мелких точечных аномалий на итоговой магнитограмме, полученной немецкими геофизиками в 2000 г. [Там же. С. 14]. Подоб-

ным образом при магнитной съемке проявляются аномалии от небольших железных предметов, расположенных в пашне или дерновом слое. Возможность интерпретации таких аномалий как погребальных объектов вызывала большие сомнения.

С целью проверки данного участка на предмет наличия древних захоронений было проведено сканирование аппаратурой ЭМС-2 по заданным параллельным профилям с интервалом в 1 м и расстоянием между точками в 50 см, в результате чего получен 21 разрез [Молодин и др., 2001б. С. 395–398]. На всех разрезах по кажущемуся сопротивлению отделяется пашенный и материковый слой. На отдельных разрезах обнаружались замкнутые структуры внутри материкового слоя, сходные с теми, что проявились при исследовании зоны раскопа № 4. Было решено для дальнейшей идентификации объектов, вызывающих аномалии, провести контрольные раскопки участков с учетом комплексных данных магнитометрии и геоэлектрических разрезов. Для исключения влияния современных предметов из черных металлов в слое пашни применялся универсальный металлоискатель УМИ.

В 2001–2003 гг. с учетом комплексных данных магнитометрии и геоэлектрических разрезов было вскрыто 26 небольших раскопов площадью от 9 до 40 кв. м. Геофизические карты позволили произвести поиск грунтовых погребений на территории, прилегающей к городищу с северо-востока, и исследовать грунтовые захоронения. При этом проверка участков с измененными магнитными и электромагнитными свойствами велась точно, не прибегая к раскопам большой площади. Стратиграфическая ситуация для большинства раскопов достаточно проста: непосредственно под слоем пашни, сложенной из темно-серой супеси, залегал желтый материковый суглинок. Двенадцать раскопов выявили под слоем пашни древние погребения. Был обнаружен грунтовый могильник, по времени соотносимый с исследуемым городищем [Молодин и др., 2003а. С. 436–440; Чича..., 2004. С. 240–261]. В результате полевых исследований было также установлено, что часть точечных магнитных аномалий вызвана ямами ритуального назначения, которые относились к территории позднеирменского некрополя. Остальные аномалии явились следствием ес-

тественных понижений материкового слоя и частично сохранившимися участками погребенной почвы, обладающей повышенными магнитными значениями. В одном случае причиной магнитной аномалии был современный металлический предмет в слое пашни. Расположение его параллельно магнитной оси Земли привело к тому, что на магнитограмме не проявился вызываемый обычно черным металлом полярный след [Молодин и др., 2003а. С. 436–440].

Геофизические исследования грунтового могильника *Сопка-2* были предприняты с целью определения границ ранее раскопанного памятника и перспектив дальнейших археологических работ (рис. 2, 1). В 2000 г. исследования производились методом электропрофилирования аппаратурой М-416. На участке площадью 1560 кв. м были выполнены измерения удельного электрического сопротивления (УЭС) грунта по сетке с шагом 1 м. Полученная карта сопротивлений грунта выявила зоны повышенного сопротивления, предположительно связанные с нарушением материкового слоя. Но производимые вслед за тем широкомасштабные раскопки не подтвердили подобных прогнозов. При вскрытии культурного слоя проведен мониторинг УЭС грунта на разных горизонтах. Слой почвы имел мощность от 25 до 40 см и кажущееся УЭС более 100 Ом·м. В местах с более мощным слоем почвы УЭС достигало значений до 390 Ом·м. При этом кажущееся УЭС материкового слоя имело малую величину (в среднем 50 Ом·м). Стало ясно, что аномалии отражают неоднородности верхнего почвенного слоя. Верхняя, плохо проводящая часть грунта, сыграла роль экрана-изолятора, создающего препятствие для распространения электрического тока. Это также связано с подстилающим почвенный слой плотным проводящим суглинком. Полученные данные позволяют сделать вывод о неблагоприятных условиях для выполнения разведки методом сопротивлений на подобных грунтах [Молодин и др., 2001в. С. 399–400].

Геофизические исследования могильника *Сопка-2* были продолжены в 2001 г. на площади 2 220 кв. м (рис. 2, 1). Магнитометрия производилась магнитометром-градиентометром МГ-60 по сетке 50 × 50 см методом вертикального градиента. Малоглубинное индукционное частотное зондирование осуществлялось аппа-

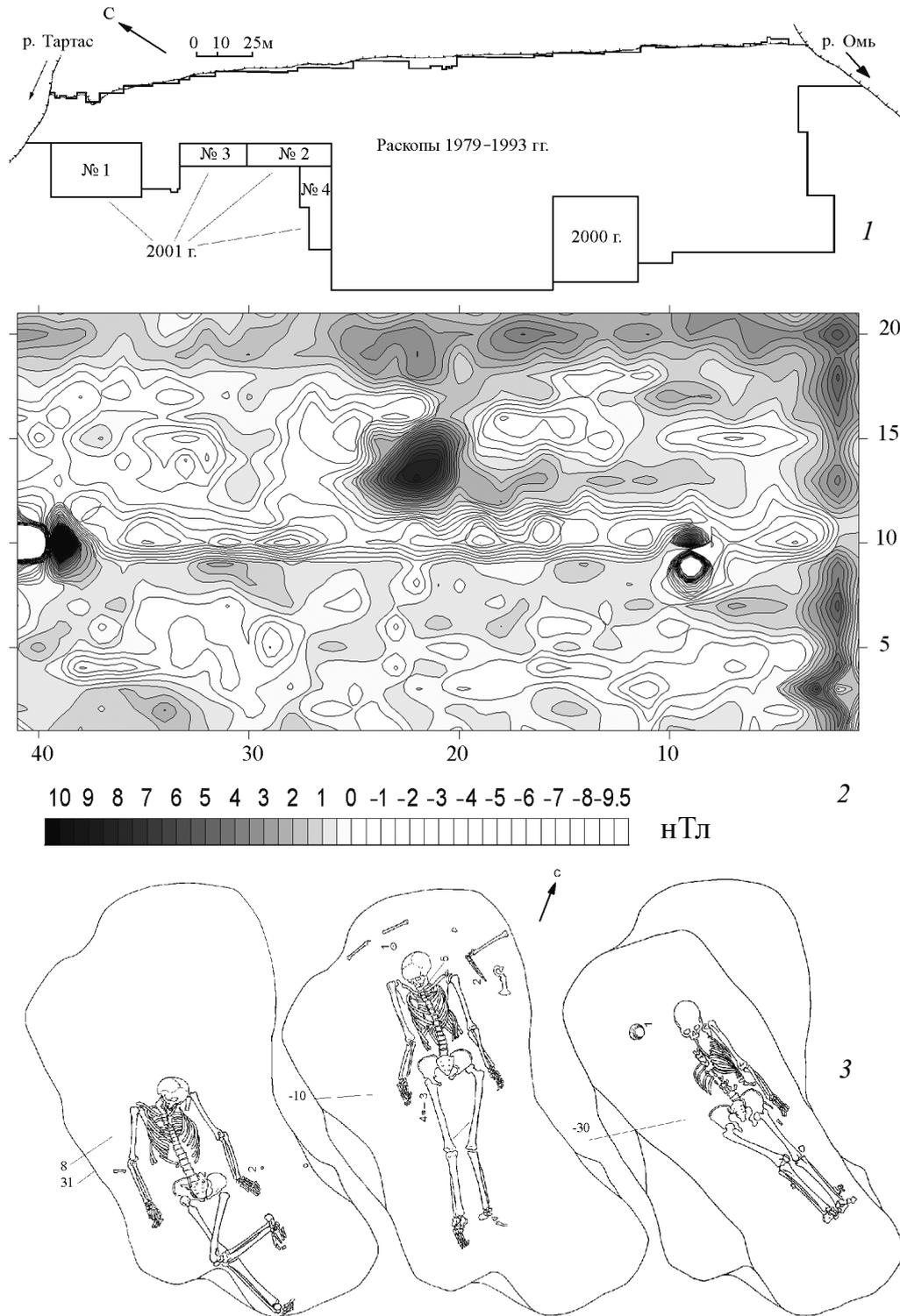


Рис. 2. Геофизическая ситуация на площади могильника Сопка-2:

1 – схема расположения участков геофизической съемки; 2 – магнитограмма участка № 2; 3 – план ярусного погребения № 698, вскрытого над аномалией геофизического участка № 2 (ранний железный век, новочекинская культура)

ратурно-программным комплексом ЭМС. До начала раскопок были построены карты подповерхностного размещения археологического памятника. Наиболее информативным и приемлемым для археологической интерпре-

тации оказалось в данном случае магнитное картирование (рис. 2, 2). Полученные магнитограммы были взяты за основу для дальнейших археологических раскопок. С целью привязки и идентификации магнитных аномалий

на участке № 1 был разбит рекогносцировочный раскоп. Было выяснено, что аномалии в виде темных и светлых горизонтальных полос небольшой мощности, хорошо прослеживаемые на всех магнитограммах (рис. 2, 2), связаны со следами старой вспашки, которая к настоящему времени задерновалась. На участках геофизической съемки 2001 г. было заложено дополнительно еще 8 раскопов площадью от 9 до 21 кв. м для проверки всех ярко выраженных магнитных аномалий. Все магнитные аномалии, не связанные с присутствием в грунте черного металла, оказались вызванными археологическими объектами. Удалось обнаружить два грунтовых погребения (эпохи раннего железа и тюркского времени) и другие археологические объекты (ямы, скопления жженных кальцинированных костей). Аномалия с повышенными магнитными значениями над погребением № 698 была обусловлена не столько глубиной объекта, сколько качественными параметрами заполнения (рис. 2, 2, 3). Для засыпки этого ярусного захоронения использовался специально подготовленный почвенный гумус с включениями угольков и охры. Наибольшие значения в центре аномалии объясняются присутствием магнитных следов кострища над могилой.

Для контроля над магнитными свойствами грунта на разных уровнях были проведены измерения магнитной восприимчивости с помощью портативного полевого каппаметра МП-01. Выяснилось, что главным источником наблюдаемых положительных аномалий является контрастность магнитных свойств верхнего (темного) слоя почвы и подлежащего материкового суглинка. Если верхний слой почвы имеет значения магнитной восприимчивости от $0,8 \times 10^{-3}$ до $1,1 \times 10^{-3}$ ед. СИ, то подлежащий материковый суглинок – от 0,5 до $0,75 \times 10^{-3}$ ед. СИ. Таким образом, магнитная восприимчивость материкового суглинка на $0,2-0,4 \times 10^{-3}$ ед. СИ меньше, чем восприимчивость верхнего слоя почвы. Мощность этого верхнего слоя почвы составляет в большинстве случаев 30–45 см. В местах наличия археологических объектов, которые были углублены в материковый суглинок – котлованы жилищ, погребения и т. п., верхняя, более магнитная почва, заполнила эти углубления, тем самым увеличив мощность магнитного слоя в этих местах. В зависимости от глубины объектов

амплитуда положительных магнитных аномалий над ними может составлять несколько нанотесел.

Помимо археологических объектов, выявленные магнитные аномалии были связаны с современными железными предметами, расположенными в дерновом слое. Даже небольшой железный предмет может создавать крупные помехи, закрывающие на карте площадь в несколько метров. Опыт применения универсального металлоискателя УМИ для поиска этих предметов показал, что для успешного проведения магнитной разведки в местах, где в почве содержится значительное количество современных металлических предметов, необходимо сначала удалить их [Молодин и др., 2001в. С. 401–407].

Геофизическая разведка магнитометрическим методом на территории могильника *Гришкина Заимка* производилась с целью обнаружения грунтовых захоронений, не имеющих рельефных признаков. Территория могильника прослеживается на дневной поверхности по рельефно представленным курганным насыпям. В XIX – начале XX в. на территории могильника располагалась русская заимка. При раскопках 2001 г. были обнаружены не связанные с курганами грунтовые захоронения, локализованные у края террасы. Магнитному сканированию подверглись три участка вдоль края террасы общей площадью 1 386 кв. м. Несмотря на сильную засоренность грунта железными предметами, связанными со слоем русской заимки, удалось выявить перспективные участки для поиска грунтовых захоронений.

Южная часть участка 1 подверглась раскопкам в 2002 г. При помощи металлоискателя УМИ велась детальная фиксация железных предметов в дерне и слое русской заимки с целью исключения вызванных ими аномалий. Практически все археологические объекты, впущенные в материковый грунт не менее чем на 20 см, диаметром, превышающим 90 см, отражены на магнитограмме. Погребение № 28, расположенное на контакте с материковым слоем, магнитным картированием не выявлено [Чемякина и др., 2002. С. 488–490].

Грунтовый могильник *Тармас-1* был открыт в 2003 г. Он не выражен в рельефе и обнаружен случайно при прокладке кабеля связи. Геофизическая разведка производилась

после охранных раскопок зоны памятника. Ее цель заключалась в идентификации погребенных объектов и определении границы памятника. Условия проведения электромагнитной разведки были осложнены множеством неоднородностей техногенного характера: дорога, засыпанная щебнем, на которой практически полностью отсутствует почвенный слой; карьер с отвалами гумуса; пашня. Известные погребения, необходимые для геофизической привязки, находились в наиболее разрушенной части памятника. В этих сложных обстоятельствах для выяснения контрастности грунтов, кроме метода индукционного электромагнитного зондирования, применялся метод сопротивлений. Электрическое профилирование производилось симметричной установкой АВМН (разносы 0,5 и 1,0 м). Данные профилирования методом постоянного тока были применены в качестве опорных значений при построении карт распределения электропроводности. Исследования производились методом электромагнитного индукционного частотного зондирования на площади в 1 560 кв. м. В процессе работы регистрировались сигналы по каждой из частот с шагом измерений 0,5 м. По результатам сканирования построены карты распределения кажущегося электрического сопротивления для каждой частоты. Наиболее благоприятные для интерпретации данные выявлены картой подповерхностного размещения археологических структур на частоте 40 кГц. Для усиления аномалий на тех частотах, где они регистрируются, нами впервые применен метод разности кажущихся сопротивлений [Молодин и др., 2003б. С. 441–442].

Исследованная нами площадь была частично вскрыта раскопом 2004 г. Кольцевая структура на карте разности кажущихся сопротивлений на двух частотах проявилась в раскопе как круговая система рвов. Вскрытые малые археологические объекты (погребения и ямы) не были выделены электроразведкой из-за сильных техногенных изменений верхней части разреза (дорога, колеи, насыпи).

Для определения контура грунтового могильника и детальной диагностики малых археологических объектов была использована высокочастотная магнитометрия. Общая площадь магнитной съемки составила 11 050 кв. м. Для съемки в 2004 г. использовался магнитометр

градиентометр ММПГ-1. С 2005 г. магнитное картирование проводилось с использованием нового прибора – квантового градиентометра G-858. Были построены магнитогаммы, по которым выявлено две зоны памятника [Дядьков и др., 2005. С. 304–307]. Первая зона приурочена к пашне и характеризуется достаточно спокойным фоном. Аномалии магнитного поля, по размерам и конфигурации сопоставимые с древними погребениями, представлены значениями от 2,5 до 8 нТл. В восточной части участка 2 зафиксированы две крупные положительные аномалии (площадь 12 и 25 кв. м) с магнитными значениями 5 нТл, которые можно диагностировать как поселенческие объекты. Именно в этой зоне выявлены наиболее благоприятные условия для распознавания магнитных аномалий, предположительно связанных с древними грунтовыми захоронениями. Вторая зона расположена вдоль края террасы и карьера. Она сильно засорена современными железными предметами. Отдельные положительные аномалии, похожие по очертаниям на древние захоронения или ямы, имеются и в этой зоне. Данные ЭМС и магнитометрии на участке 5 показали в целом сходную ситуацию: по повышенным сопротивлениям и пониженным магнитным значениям выявлена дорога. Результаты указывают на несомненные преимущества магнитометрии в детальной проработки аномалий, связанных с археологическими объектами и техногенными нарушениями.

При анализе магнитного картирования стало очевидным, что стратегический подход к археологическому изучению этих двух зон может быть различен. Участок 4, исследованный магнитометрией, подвергся проверке при раскопках сплошной площадью (траншея 28). С магнитным картированием совпадает расположение только одной ямы, остальные археологические объекты либо находятся под тенью современных металлических предметов в верхнем слое грунта, либо их контуры искажены по той же причине [Молодин и др., 2004а. С. 372–374.]

Для проверки магнитных аномалий на пашне были разбиты три раскопа. Результаты подтвердили предположение о прямой связи магнитных аномалий с древними захоронениями. Вскрытые на этих участках погребения отнесены к переходной кротовско-андроновской

(федоровской) группе [Там же. С. 375–377]. Выявлены взаимосвязи между интенсивностью магнитных параметров, глубинами и характером заполнения могильных ям. Благодаря геофизическому мониторингу, можно наметить перспективы дальнейшего геофизического изучения территории памятника в северном направлении и скорректировать стратегию археологических исследований в различных зонах памятника.

Границы распаханного памятника *Преображенка-6* были определены по распространению подъемного материала эпохи неолита – ранней бронзы. Большая часть собранных костей принадлежала человеку. Характер сборов позволял предположить наличие на данной территории не только стоянки, но и древнего некрополя [Молодин и др., 2004б. С. 378–383]. Первые магнитометрические исследования на памятнике Преображенка-6 проводились в 2004 г. магнитометром ММПГ-1 на небольшой площади, примыкающей к краю террасы. Работа была продолжена в 2005–2006 гг. квантовым градиентометром G-858 [Дядьков и др., 2005. С. 307–309]. Общая площадь магнитной съемки составила 28 800 кв. м. В отличие от всех ранее исследуемых памятников, где фоновые значения на пашне были более контрастными, можно предположить, что спокойный фон на Преображенке-6 связан с качественным боронованием поля на момент исследований (отсутствуют глубокие борозды и гребни). Засоренность современными железными предметами минимальная. На полученной магнитограмме выявлены аномалии, сопоставимые с археологическими объектами (рис. 3, 1). Последние предположительно проявились на магнитограммах в виде положительных магнитных аномалий (до 8 нТл). Основная масса таких аномалий сконцентрирована в центре исследуемой территории. Они представлены скоплениями и отдельно расположенными объектами. Еще до начала раскопок ряды овальных аномалий в центральной части памятника были диагностированы как ряды древних захоронений (рис. 3, 1, 3). Хорошо выделялись в северной части магнитограммы остатки распаханного кургана с ровиком и погребениями в центре. Интерес представляют также и объекты, читающиеся как скопление различных по величине аномалий в центральной и северо-восточной час-

ти исследуемой территории (рис. 3, 1). Часть этих аномалий по форме и размерам сопоставимы с могилами, однако находящиеся в непосредственной близости крупные объекты изогнутой формы длиной от 8 до 12 м не позволяли однозначно интерпретировать скопления как погребальные объекты. Одиночные округлые и овальные аномалии небольших размеров отмечены практически на всей территории магнитометрических исследований, часть из них, возможно, также связана с погребальными объектами. Повышенные фоновые значения вдоль западной оконечности исследуемой площади вызваны краем террасы, где по причине эрозии пашни шло накопление гумусных отложений, обладающих повышенными магнитными значениями.

Таким образом, еще до начала раскопок удалось предположительно диагностировать основную часть памятника как грунтовый могильник и наметить перспективное направление геофизических исследований на предмет выявления восточной и северной границ памятника. Благодаря геофизическому мониторингу удалось рационально построить стратегию археологического изучения выявленных объектов, а также надежно определить границы их распространения, не фиксируемые на дневной поверхности.

Археологические раскопки 2005–2007 гг. позволили выявить разновременные грунтовые погребальные комплексы (усть-тартасской культуры, доандроновской бронзы, саргатской культуры, тюркского времени), а также ямы эпохи ранней бронзы и андроновского времени на краю террасы, которые предварительно можно связать с ритуальными либо поселенческими комплексами [Молодин и др., 2005. С. 418–423; Молодин, Чемякина, Позднякова, 2007. С. 339–344]. Необходимо отметить, что на всех раскопах расположение пятен, зачищенных под слоем пашни и вскрытых на их месте объектов, совпадает с данными магнитограммы (рис. 3, 2, 4). Чистый фон пашни, минимально засоренный современными предметами из черного металла, небольшая глубина залегания контрастного материкового грунта создают благоприятные условия для геофизического мониторинга.

Геофизические исследования погребального комплекса *Рублево-VIII* предприняты в 2007 г. Основной задачей являлось определе-

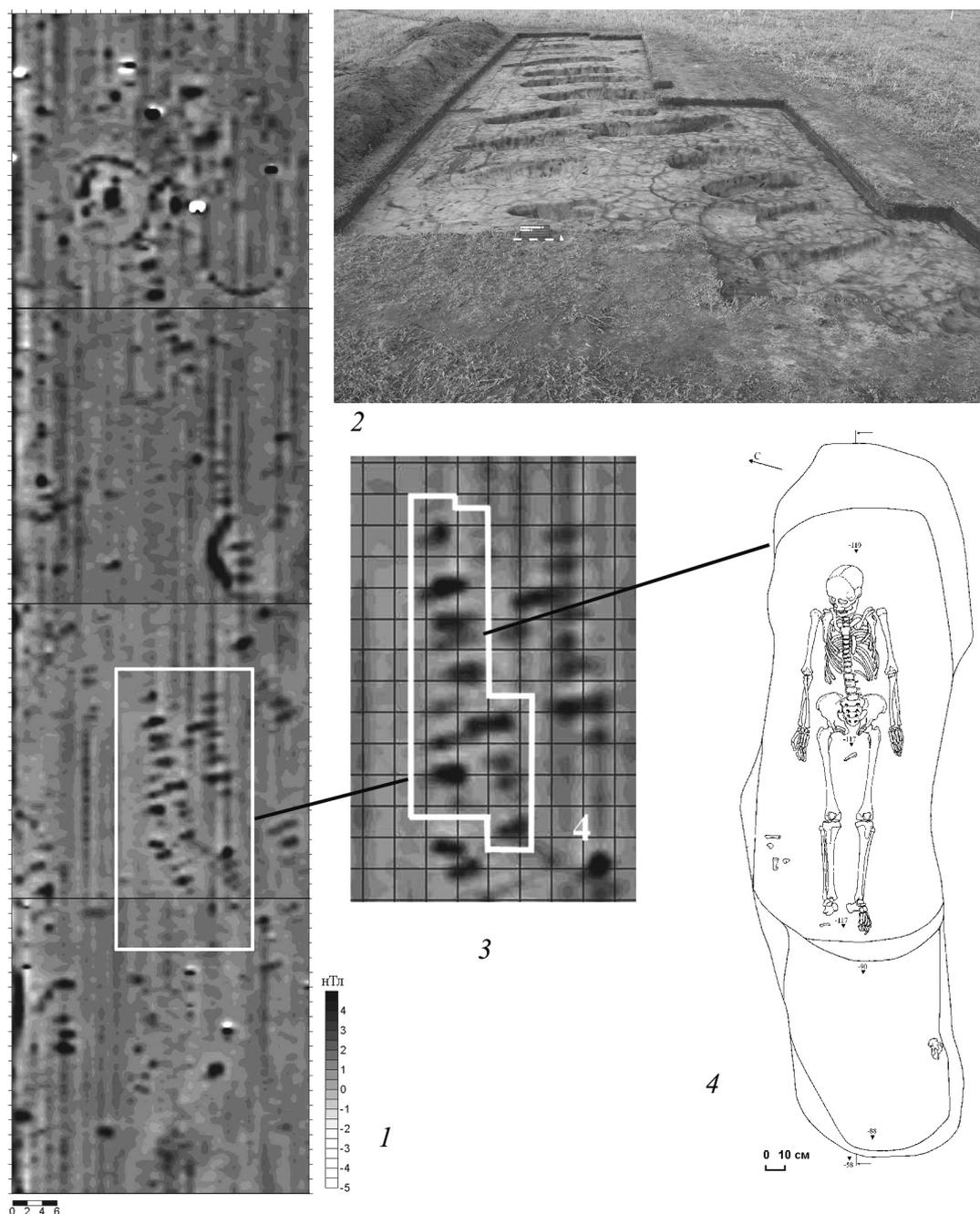


Рис. 3. Геофизическая ситуация на площади могильника Преображенка-6:

1 – магнитограмма центральных и северных участков памятника; 2 – фото раскопа № 4 после выборки погребений и ритуальных ям, вид с юга; 3 – магнитограмма раскопа № 4; 4 – план погребения № 3

ние границ могильника. Эоловые процессы в этом районе вызывают постоянные перемещения песчаных грунтов, что затрудняет оценку реальной площади памятника, расположенного на песчаной гриве. Учитывая эту особенность, а также большую разреженность в расположении захоронений, на могильнике Рублево-VIII было решено провести геофизические исследования с целью определить стратегию дальнейших археологических раскопок. На предварительном этапе работ были произведены

каппаметрические измерения образцов грунта из могильника с применением портативного полевого каппаметра МП-01. Средние значения магнитной восприимчивости для материкового вмещающего слоя составили 0,00090 ед. СИ, а для проб из заполнения могильных ям – 0,00093 ед. СИ. Таким образом, был выявлен весьма незначительный контраст между заполнением погребенных археологических объектов и вмещающей средой. Данный факт, вероятно, обусловлен низким содержанием

магнитных гумусных включений, вымываемых из песчаных грунтов.

С помощью градиентометра G-858 было выполнено магнитное картирование двух участков западного (№ 1) и восточного (№ 2) секторов могильника общей площадью 2 576 кв. м. Данный прибор впервые применялся для работы на малоконтрастных по своим магнитным свойствам грунтах. Учитывая результаты каппаметрии, измерения выполнялись практически на границе метода. Магнитометрические замеры производились параллельными профилями по линиям юг – север через 1 м. Сигналы по профилю при непрерывном движении оператора регистрировались через 0,1 м. При выполнении съемки использовался метод вертикального градиента. На полученных магнитограммах зафиксирован достаточно спокойный фон, с незначительными множественными аномалиями в виде параллельных линий, вытянутых преимущественно в направлении ЮЗ–СВ. Вероятнее всего, они связаны с задернованными следами старой пашни. Близость к стенкам раскопанной траншеи дала положительную аномалию в северо-западной части участка № 2. Слабые точечные аномалии на участках №№ 1, 2, превышающие фоновые показатели на 3–4 нТл, сопоставимы по размерам с древними захоронениями и могут быть предположительно связаны с археологическими объектами. Наибольшая их концентрация приурочена к северо-восточной части участка № 1 и восточной части участка № 2, однако плотность расположения, особенно в последнем случае, вызывает определенные сомнения [Кирюшин и др., 2007. С. 268–272].

Накопленный опыт показал, что решение о применении тех или иных геофизических методов при поиске древних погребений, не имеющих рельефных признаков, должно приниматься в соответствии с физическими свойствами археологических объектов и вмещающей их среды. С этой целью до начала геофизической съемки необходимо: произвести исследование грунтов на предмет контрастности по магнитным либо геоэлектрическим свойствам; выяснить примерную глубину залегания слоев; определиться с уровнем помех, в том числе за счет неровностей дневной поверхности и крупных металлических предметов (в почве либо на поверхности).

Для памятников с контрастными по магнитным параметрам грунтами наиболее информативным методом является высокоточная магнитометрия. Наиболее предпочтительным является применение вертикального градиента. При этом можно констатировать, что использование квантового градиентометра при проведении магнитного картирования значительно повысило производительность работ. Существует также возможность увеличения разрешающей способности магнитных съемок при проведении их на участках с ровной поверхностью или применения алгоритмов выделения полезных сигналов на фоне помех.

В отличие от применяемых нами ранее протонных градиентометров МГ-60 и ММПГ-1, принцип действия квантового градиентометра G-858 (фирма «Geometrics», США) основан на выделении частоты резонансного поглощения электромагнитной энергии при переходе атомов рабочего вещества (пары щелочного металла) между двумя дискретными энергетическими подуровнями, расстояние между которыми, а следовательно, и частота перехода, зависит от величины внешнего магнитного поля. Этот принцип позволяет, в отличие от протонных магнитометров, проводить измерения магнитного поля с гораздо большей частотой. Частоту замеров можно устанавливать до 10 раз в секунду, в то время как у протонных магнитометров частота замеров составляет, как правило, 1 измерение в 2–3 секунды. Второе положительное качество – значительно более высокая чувствительность (разрешающая способность) до 0,005 нТл. Рассмотрим, как сказываются отмеченные выше преимущества при проведении магнитного картирования при археологических работах.

Во-первых, значительно повышается производительность труда, так как высокая частота замеров (10 замеров в секунду) позволяет выполнять съемку в движении без остановки и фиксации датчика над каждым пунктом измерений (как это делалось с протонным магнитометром). Пространственная привязка проводимых замеров выполняется оператором путем нажатия кнопки на приборе при прохождении каждого пикета профиля, которые в данном случае удобно было располагать через 2 м при длине профиля 40 м. Опыт проведения съемок с помощью квантового градиентометра G-858 показал, что ее скорость при

обследовании отдельных участков повышается в 2–3 раза по сравнению с использованием протонного градиентометра.

Во-вторых, при проведении магнитных съемок на ровных участках можно рассчитывать на повышение точности съемки, а значит, и ее информативности при поиске погребенных археологических объектов. При наличии неровностей на поверхности земли (свежие перекопы, колеи) более высокую чувствительность нового прибора не удастся реализовать, поскольку аномалии от этих неоднородностей рельефа могут достигать 0,5–1 нТл.

Опыт специально выполненных методических наблюдений на одном из участков грунтового могильника Тартас-1 показал, что ввиду высокой частоты замеров вдоль профиля расстояние между профилями может составлять 1 м, а уменьшение этого расстояния до 0,5 метра не дает какого-либо значимого повышения качества съемки.

Для корректного сравнения данных магнитометрической аппаратуры (ММПГ-1 и градиентометра G-858) были проведены методические работы на памятнике Преображенка-6. Выяснилось, что данные этих двух приборов достаточно корректно соотносятся друг с другом и могут быть использованы для построения объединенных магнитограмм.

Таким образом, в ходе геофизических исследований и следующих за ними масштабных раскопок удалось выработать методику распознавания грунтовых могильников для западносибирского региона. На контрастных грунтах под слоем почвы удастся диагностировать аномалии, связанные с археологическими объектами, углубленными в материковый слой от 0,1 м с минимальным диаметром от 0,5 м. Погребения, расположенные на контакте с материковым слоем либо совершенные в погребенной почве, обладают теми же физическими параметрами, что и вмещающая их среда, следовательно, они не могут проявляться на геофизических картах. Археологические объекты, расположенные в тех же условиях, но со следами огня, могут быть диагностированы магнитометрически за счет повышенного остаточного магнетизма прокаленного грунта. Методы электропрофилирования и частотного индукционного зондирования при работе на малоконтрастных в геоэлектрическом плане памятниках не дают таких де-

тальных результатов, как магнитометрия, но могут выступать в качестве инструмента получения дополнительной информации о погребенных археологических объектах.

Список литературы

Дядьков П. Г., Молодин В. И., Чемякина М. А., Михеев О. А. Магнитометрические исследования археологических памятников Тартас-1 и Преображенка-6 в Барабинской лесостепи // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2005. Т. 11. С. 304–309.

Кирюшин Ю. Ф., Патин Д. В., Федорук А. С., Шамшин А. Б., Дядьков П. Г., Чемякина М. А., Позднякова О. А. Комплексные археолого-геофизические исследования могильника Рублево-VIII // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2007. Т. 13. С. 268–272.

Молодин В. И., Парцингер Г., Бекер Х., Фассбиндер Й., Чемякина М. А., Наглер А., Нишф Р., Новикова О. И., Гаркуша Ю. Н., Гришин А. Е., Ефремова Н. С. Археолого-геофизические исследования российско-германской экспедиции в Барабинской лесостепи // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 1999. Т. 5. С. 454–461.

Молодин В. И., Парцингер Г., Гаркуша Ю. Н., Шнеевайс Й., Беккер Г., Фассбиндер Й., Чемякина М. А., Гришин А. Е., Новикова О. И., Ефремова Н. С., Маништейн А. К., Дядьков П. Г., Васильев С. К., Мыльникова Л. Н., Балков Е. В. Археолого-геофизические исследования городища переходного от бронзы к железу времени Чича-1 в Барабинской лесостепи. Первые результаты российско-германской экспедиции // Археология, этнография и антропология Евразии. 2001а, № 3. С. 104–127.

Молодин В. И., Парцингер Г., Чемякина М. А., Маништейн А. К., Дядьков П. Г., Омеляненко А. В., Балков Е. В., Абель Д. Геофизические исследования городища Чича-1 в 2001 г. // Проблемы археологии и этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2001б. Т. 7. С. 391–398.

Молодин В. И., Парцингер Г., Чемякина М. А., Позднякова О. А., Дядьков П. Г. Археолого-геофизические исследования некропо-

ля городища Чича-1 // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2003а. Т. 9. С. 436–440.

Молодин В. И., Софеев О. В., Дейч Б. А., Гришин А. Е., Челякина М. А., Маништейн А. К., Балков Е. В., Шатов А. Г. Новый памятник эпохи бронзы в Барабинской лесостепи (могильник Тартас-1) // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2003б. Т. 9. С. 441–446.

Молодин В. И., Челякина М. А., Гаркуша Ю. Н., Маништейн А. К., Дядьков П. Г., Балков Е. В. Геофизические и археологические исследования могильника Сопка-2 в 2000–2001 годах // Проблемы археологии и этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2001в. Т. 7. С. 399–407.

Молодин В. И., Челякина М. А., Дядьков П. Г., Гришин А. Е., Позднякова О. А., Михеев О. А. Археолого-геофизические исследования могильника Тартас-1 в 2004 г. // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2004а. Т. 10. С. 372–377.

Молодин В. И., Челякина М. А., Дядьков П. Г., Софеев О. В., Михеев О. А., Позднякова О. А. Археолого-геофизические исследования памятника Преображенка-6 // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2004б. Т. 10. С. 378–383.

Молодин В. И., Челякина М. А., Позднякова О. А. Археолого-геофизические исследования памятника Преображенка-6 в Барабинской лесостепи // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2007. Т. 13. С. 339–344.

Молодин В. И., Челякина М. А., Позднякова О. А., Гаркуша Ю. Н. Результаты археологических исследований памятника Преображенка-6 // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2005. Т. 11. С. 418–423.

Чича – городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи (первые результаты исследований). Новосибирск, 2001. Т. 1. 240 с.

Чича – городище переходного от бронзы к железу времени в Барабинской лесостепи. Новосибирск, 2004. Т. 2. 336 с.

Эпов М. И., Молодин В. И., Челякина М. А. Итоги и перспективы геофизических исследований археологических памятников Алтая и Западной Сибири // Современные проблемы археологии России. Новосибирск, 2006. Т. 1. С. 76–91.

Эпов М. И., Челякина М. А., Маништейн А. К., Дядьков П. Г., Парцингер Г., Молодин В. И., Балков Е. В. Геофизические исследования городища Чича-1 в 2000 году // Проблемы археологии и этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск, 2000. Т. 6. С. 447–456.

Becker H. Combination of Aerial-Photography with Ground-Magnetics in Digital Image Processing Technique // Aerial photography and geophysical prospection in archaeology. Brussels, 1986. P. 25–35.

Becker H. Luftbild und Geophysik // Luftbildarchäologie in Ost und Mitteleuropa. Aerial Archaeology in Eastern and Central Europe. Potsdam, 1995. P. 165–176.

Becker H., Fassbinder J. Magnetometry of a Scythian Settlement in Siberia near Cichah in the Baraba Steppe 1999 // Archaeological Prospection. München, 1999. P. 168–172.

Braasch O. Luftbildarchäologie in Süddeutschland. München, 1983. 135 p.

Gaffney C., Gater J. Revealing the buried past Geophysics for Archaeologists. Gloucestershire, 2003. 192 p.

Hasek V. Methodology of Geophysical Research in Archaeology. BAR International Series 769. Oxford, 1999. P. 92–94.

Kuzma I. Aerial archaeology in Slovakia // Štúijné zvesti Archeologického ústavu SAV 41. Nitra, 2007. P. 11–39.

Molodin V. I., Parzinger H., Schneeweiss J., Garkuša Ju. N., Grišin A. E., Novikova O. I., Efremova N. S., Marčenko Ž. V., Čemjakina M. A., Myl'nikova L. N., Becker H., Fassbinder J. Čiča – eine befestigte Ansiedlung der Übergangsperiode von der Sp.bronze – zur Fr.eisenzeit in der Barabinsker Waldsteppe. Vorbericht der Kampagnen 1999–2001 // Eurasia Antiqua 8, 2002. S. 185–236.

М. А. Chemyakina

**GEOPHYSICAL AND ARCHEOLOGICAL RESEARCHES
OF SOIL BURIAL GROUNDS OF THE WESTERN SIBERIA**

Geophysical search and diagnostics of soil necropolises are extremely important. Geophysical research of unique archeological monuments located in Novosibirsk area and Altay region, was conducted in two priority directions – magnetometry and electromagnetic frequency sounding. The magnetometry by G-858 gradiometer and shallow depth electromagnetic frequency sounding (NEMFIS) with EMS device were used. For small and very shallow metal objects search the metal detector KROT-2 was used. Using the portable susceptimeter MP-01 the magnetic susceptibility of the ground and soils were measured. By means of geophysical monitoring it was possible to find out the rests of ancient burials and to define borders of distribution of the archeological objects which are not having relief attributes. The magnetometry is the most perspective method for recognition of ancient burial places. At the whole magnetic field mapped area the anomalies connected to the burial grounds were found. After complex geophysical monitoring large-scale excavation has been executed. The works on archeological acknowledgement of data of geophysical monitoring in territory of soil necropolises were carried out. The materials received during excavation have allowed to receive the important information for updating geophysical methods. The relation between magnetic parameters and depth and nature of burial pits filling was obtained.

Keywords: archeological monuments, ancient necropolis, soil burial grounds, geophysical monitoring, magnetometry, electromagnetic frequency sounding.