

УДК 902.2:004(571.150)

А.А. Тишкин¹, А.П. Фирсов^{2,3}, Я.В. Фролов¹,
А.С. Колесов^{2,3,4}, В.А. Останин^{2,3}, А.А. Лукин², Ю.Ю. Малетин²

¹Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия;

²Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия;

³ООО «СКАН АЭРО», Новосибирск, Россия;

⁴Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука
СО РАН, Новосибирск, Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕХУРОВНЕВОЙ АЭРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКИ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКОМ ПАМЯТНИКЕ «ИВАНОВКА-I, КУРГАННАЯ ГРУППА» (Шелаболихинский район Алтайского края)*

В статье отражены результаты геофизических исследований на территории археологического памятника «Ивановка-I, курганная группа», располагающегося в Шелаболихинском районе Алтайского края. На указанном комплексе отмечены 19 курганов разной степени сохранности, большая часть таких объектов распахана. Два из них имеют крупные размеры и относятся к категории «элитных» погребальных объектов. В задачи геофизического исследования входило выявление магнитных аномалий на месте визуально не фиксирующихся насыпей на площади памятника и выяснение структуры надмогильных сооружений крупных курганов. В ходе работ применялся метод магнитной аэротомографии (разновысотной аэромагнитной съемки с использованием беспилотного воздушного судна и портативного высокочастотного магнитометра), разработанный в Новосибирском государственном университете и Институте нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН. Трехуровневая аэромагнитная съемка двух участков на территории памятника Ивановка-I позволила уточнить информацию об особенностях кольцевых рвов, зафиксированных вокруг земляных насыпей. Исследования северного участка площади могильника с распаханными курганами выявили аномалии в зоне, где наличие предполагаемых объектов определено по снимкам из космоса. Это позволяет применять методику работы с данными спутниковой съемки для обнаружения курганных насыпей, полностью разрушенных в ходе раскопки.

Ключевые слова: Алтайский край, Ивановка-I, курганная группа, геофизические исследования, аэромагнитная съемка, «элитные» погребальные сооружения.

DOI: 10.14258/tpai(2019)4(28).-09

Введение

На территории Алтайского края сохранились крупные курганы скифо-сарматского времени и периода раннего Средневековья, которые являются своеобразными маркерами уровня социального развития кочевых обществ. Как правило, рядом с ними устраивались погребальные и другие объекты меньших размеров. Часть таких сооружений визуально уже не фиксируется вследствие длительной раскопки территории археологического комплекса. Чтобы получить представление о планиграфии курганных групп, числе и особенностях устройства погребальных сооружений, необходимо применение современных методов и аппаратуры, а также проведение архивных и библиографических изысканий.

В 2019 г. были осуществлены геофизические исследования по трехуровневой аэромагнитной съемке археологического памятника «Ивановка-I, курганная группа», который располагается в Шелаболихинском районе Алтайского края, в 2,2 км к северу от с. Ивановка. Могильник находится на гребне северного борта Кулундинской долины древнего стока, являющегося водоразделом между р. Ермачихой и р. Кучук (левыми притоками Оби). Памятник расположен на ровном возвышенном участке, который долгое время подвер-

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №19-49-220006 «Крупные курганы элиты древних и средневековых кочевников на территории Алтайского края как объекты экскурсионно-туристической деятельности: историко-археологические и естественно-научные исследования»), а также в рамках Государственного задания №8.11900.2018/11.12.

гался распахке. Через территорию некрополя в направлении с запада на восток проходит автотрасса г. Барнаул – г. Камень-на-Оби. К северу от шоссе находится лесополоса.

В составе памятника зафиксировано 19 курганов, визуально выделяющихся на современной поверхности. Большинство из них (16) распахано. Насыпи объектов №1–3 сохранились частично, их края систематически опахиваются. У всех трех объектов особенно сильно пострадали северная и южные полы, расположенные по основному направлению распахки поля, на котором находится памятник. В сохранившихся нераспаханными частях насыпей имеются грабительские западины, а также норы животных.

Наиболее крупный из курганов могильника (объект №1) имеет визуально определяемые размеры 43×40 м и высоту 2,5–3 м. В северо-восточной части его насыпи была сооружена квадратная площадка для оформления триангуляционного пункта. Курган №2 имеет фиксирующиеся размеры насыпи 35×22 м и высоту 1,2 м, а курган №3 – 25×18 м и 1 м соответственно. По остальным распаханным объектам получены такие параметры: №4 – диаметр 20 м, высота 0,5 м; №5 – диаметр 17 м, высота 0,4 м; №6 – диаметр 18 м, высота 0,4 м; №7 – диаметр 20 м, высота 0,3 м; №8 – диаметр 24 м, высота 0,5 м; №9 – диаметр 19 м, высота 0,4 м; №10 – диаметр 24 м, высота 0,5 м; №11 – диаметр 18 м, высота 0,4 м; №12 – диаметр 17 м, высота 0,3 м; №13 – диаметр 30 м, высота 0,7 м; №14 – диаметр 24 м, высота 0,5 м; №15 – диаметр 23 м, высота 0,3 м; №16 – диаметр 22 м, высота 0,3 м; №17 – диаметр 23 м, высота 0,3 м; №18 – диаметр 19 м, высота 0,4 м; №19 – диаметр 21 м, высота 0,4.

Памятник, выбранный для геофизических исследований, многократно осматривался краеведами и археологами. Сведения о нем были зафиксированы С.И. Гуляевым во 2-й половине XIX в. По его данным между д. Батурово и д. Мезенцево располагались 50 курганов, два из которых выделялись значительными размерами: 15 сажень (более 32 м) в диаметре и до четырех сажень (8,53 м) в высоту [Тишкина, 2009, с. 29]. По всей вероятности, С.И. Гуляевым были учтены сведения о могильниках, получивших современные названия: Ивановка-I–III, Базарный Колок, Ильинка-I–II.

В 1974 г. некрополь Ивановка-I был описан В.А. Могильниковым и А.П. Уманским. В отчете В.А. Могильникова [1975, с. 71] он получил наименование «Курганный могильник у д. Новоильинки». В учетных карточках на археологические памятники Алтайского края из архива Лаборатории исторического краеведения АлтГПУ рассматриваемый памятник назван «Ново-Ильинка, курганный могильник №1» [Учетные карты..., л. 58]. В 1974 г. на площади могильника были визуально зафиксированы 15 курганов (12 к северу и 3 к югу от дороги) [Могильников, 1975, с. 71].

В 1985 г. на некрополе работал А.Б. Шамшин. Он дал новое название памятнику «Ивановка-I, курганная группа». Такие сведения отражены в отчете о полевых исследованиях [Шамшин, 1985, с. 8–9]. Под этим же названием памятник поставлен на государственную охрану согласно Постановлению Алтайского краевого Законодательного собрания от 28 декабря 1994 г. №169. А.Б. Шамшиным в 1985 г. на план были нанесены 13 курганов: пять объектов к югу и восемь к северу от автотрассы [Шамшин, 1985, с. 8–9]. Следующий раз некрополь обследовали Я.В. Фролов и О.Г. Филиппова в 2009 г. в ходе мониторинга объектов археологии по плану работ НПЦ «Наследие». В 2009 г. зафиксировано 19 курганов: девять объектов к югу от автотрассы и 10 – к северу.

Изучение снимков из космоса позволило выявить еще несколько объектов, возможно, являющихся полностью распаханными и визуально не фиксирующимися насыпями курганов. На распаханных участках площади памятника хорошо видны светлые пятна от уже известных курганов. Рядом с ними обнаружены похожие пятна, над которыми насыпи при визуальном обследовании территории могильника не выявлены. Выраженные в рельефе курганы образуют несколько цепочек, ориентированных в на-

правлении ЮЗ–СВ. Пятна от объектов, визуально не фиксирующихся на местности, встроены в эти цепочки или продолжают их. Одинаковый вид пятен на космоснимках от зафиксированных курганов и полностью распаханых объектов, а также схожая планиграфия их расположения позволяют сделать предположение, что на площади памятника есть еще несколько полностью распаханых курганов, не выделяющихся на поверхности. Их местоположение определено только по данным спутниковой съемки. Анализ космоснимков позволил также выявить выраженный в рельефе кольцевой ров вокруг кургана №1. Судя по ним, его диаметр достигает более 50 м.

Основной целью геофизических исследований, проводившихся на памятнике в 2019 г., стало выявление объектов, которые не фиксируются на площади памятника при визуальном исследовании, а также изучение структуры распаханной части крупных курганов.

Методы и результаты исследований

Для работ по трехуровневой аэромагнитной съемке археологических объектов на памятнике «Ивановка-I, курганная группа» были обозначены следующие задачи:

- 1) выделение участков для проведения магнитометрических работ, исходя из наибольшей информативности полученных данных;
- 2) проведение работ по аэромагнитной съемке на трех уровнях;
- 3) обработка и интерпретация полученных данных;
- 4) описание аномалий, являющихся проявлением выделенных объектов в магнитном поле;
- 5) интерпретация строения выделенных объектов в глубину;
- 6) оценка вероятности того, что выделенные по спутниковым снимкам объекты являются захоронениями, на основании данных аэромагнитной съемки.

В качестве исходных данных использовались:

- 1) план объектов, выделенных на основании спутниковых снимков (рис. 1);
- 2) координаты выделенных на основании спутниковых снимков объектов в системе WGS-84.

Для проведения работ были выбраны два участка: южный, на котором расположены два кургана – №1 и 2, и северный, где находятся семь фиксирующихся в рельефе курганных насыпей (№8–14) и 10 объектов, выявленных по данным космоснимков.

Объекты южного участка работ представлены двумя наиболее крупными объектами могильника. Как уже указано выше, курган №1 имеет фиксирующиеся на дневной поверхности размеры насыпи 43×40 м и высоту 2,5–3 м. В верхней части насыпи сооружена квадратная площадка триангуляционного пункта, над которым в 1980-е гг. размещалась деревянная вышка. В южной части насыпи имеется грабительская воронка глубиной около 3 м. В 2009 г. в разрушениях юго-западного борта насыпи обнаружены многочисленные угли от сгоревших деревянных конструкций, располагавшихся в насыпи. Согласно анализу спутниковых снимков, данный курган имеет ров диаметром более 50 м. Курган №2 представлен нераспаханной частью насыпи подовальной в плане формы, размерами 35×22 м и высотой 1,2 м. В центре насыпи прослежена грабительская западина.

При полевом обследовании подножий курганов было обнаружено увеличение магнитной восприимчивости по сравнению с фоновыми значениями с $0,6 \cdot 10^3$ ед СИ, до $1,4 \cdot 10^3$ ед СИ, что косвенно подтверждает полученные ранее данные о строении курганов.

На насыпи кургана №1 расположен триангуляционный пункт, выполненный из материала, обладающего выраженными магнитными свойствами.

Для решения археологических задач применялся метод магнитной аэротомографии, разработанный в НГУ и ИНГГ СО РАН, метод разновысотной аэромагнитной

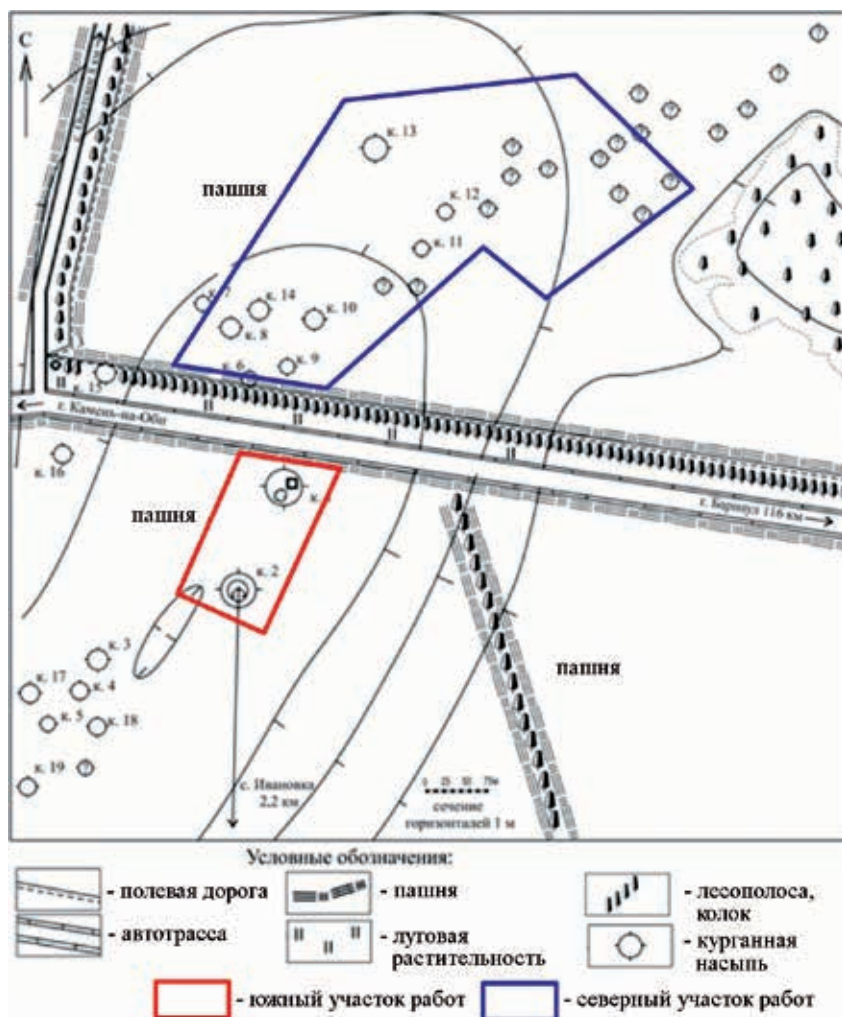


Рис. 1. Курганная группа Ивановка-I. Исходные данные и схема работ

съемки с использованием беспилотного воздушного судна (БВС) и портативного высокочастотного магнитометра. Методика полевых работ обусловлена размером (около 20 м в радиусе) и глубиной (до 10 м) поисковых объектов. Перед началом работ проводилась дополнительная топогеодезическая аэрофотосъемка для уточнения положения объектов и их геометрии. На обоих участках проводилась низкоуровневая разновременная аэромагнитная съемка масштаба 1:300 с помощью аэромагнитного комплекса собственной конструкции, включающего в себя высокоточный высокочастотный магнитометр и БВС квадрокоптерного типа. Скорость полета составляла 5 м/с, частота дискретизации магнитной съемки – 2000 Гц, высоты полета – 3, 5 и 7 м. Позиционирование точек изменений проводилось высокоточным дифференциальным приемником GPS-ГЛОНАСС. Точность измерения модуля вектора индукции магнитного поля Земли магнитометрической системой с феррозондовым трехкомпонентным датчиком на БВС составляла не менее 1 нТл. Для измерения вариаций магнитного поля использовалась магнитовариационная станция МВ-07.

При обработке данных магнитометра производились следующие операции:

- 1) предварительное осреднение в окне 20 миллисекунд;
- 2) нормализация данных – приведение измерений качающегося датчика к перпендикулярному положению дневной поверхности;
- 3) ввод поправки из-за вариации магнитного поля и расчет аномальных значений магнитного поля.

Картопостроение и преобразование угловых координат из системы WGS-84 в линейную Пулково 1942 проводилось в программном комплексе Surfer. Для построения регулярной сетки использовался метод интерполяции Kriging. Также для фильтрации незначительных пиков использовалась десятикратная трехточечная фильтрация Гаусса.

Результаты аэромагнитной съемки южного участка представлены картами аномального магнитного поля (рис. 2). Сопоставление объектов, выделенных по данным космоснимков, и аномального магнитного поля приведено на рисунке 3.

По результатам аэромагнитной съемки эталонных объектов (южный участок работ) можно сделать следующие выводы:

1) курганам №1 и 2 и зафиксированным по космоснимкам окружающим их объектам однозначно соответствуют аномалии 1 и 2, выделенные на основании карты аномального магнитного поля;

2) ядро грабительских ям (захоронений?) в центральной части насыпей курганов №1 и 2 уверенно выделяется как положительная аномалия с амплитудой более 35 нТл;

3) концентрическая структура курганов, включающая ров с увеличенной мощностью неизменных отложений, склоны и подошвы насыпей, куда, по-видимому, происходил снос материала с кургана, проявляется сочетанием концентрических отрицательных аномалий с амплитудой не менее 8 нТл и положительных аномалий до 8 нТл, положительная концентрическая аномалия может отсутствовать;

4) радиус погребальных сооружений курганов №1 и 2 с подземной частью (ровиком), судя по размерам аномалии, может достигать 70 м;

5) все аномалии уверенно картируются на всех трех уровнях съемки;

6) на обоих объектах (курганы №1 и 2) выделяется на некотором расстоянии от центра кургана в северо-западной части дугообразная магнитная аномалия в 60° шириной около 5 м;

7) на обоих объектах видна сложная концентрически зональная структура магнитного поля, отражающая внутреннее строение объекта.

По северному участку работ картина аномального магнитного поля существенно меняется по сравнению с эталонными объектами – курганами №1 и 2 (рис. 4):

1) амплитуда большинства аномалий существенно ниже;

2) отсутствуют аномалии с концентрической формой;

3) при сопоставлении выделенных по космоснимкам объектов с аномалиями магнитного поля (рис. 5) достоверные соответствия выявляются значительно реже.

При анализе магнитного поля и сопоставлении его с объектами, отмеченными на основании космоснимков, выделяется 11 слабых аномалий с амплитудой до 3 нТл (№4–14) и одна, имеющая амплитуду более 20 нТл (№3). По быстрому затуханию аномалии №3 на уровне наблюдений в 9 м источником аномалии можно предположить точечный артефакт, находящийся около земной поверхности. Взаимно однозначного соответствия этой аномалии среди выделенных по космоснимкам объектов также не выявлено, что может свидетельствовать о современном возрасте источника аномалии.

Сведения об аномалиях, полученные в результате проведенных работ, и их соответствие объектам, выделенным на основании космоснимков, собраны в таблицу 1.

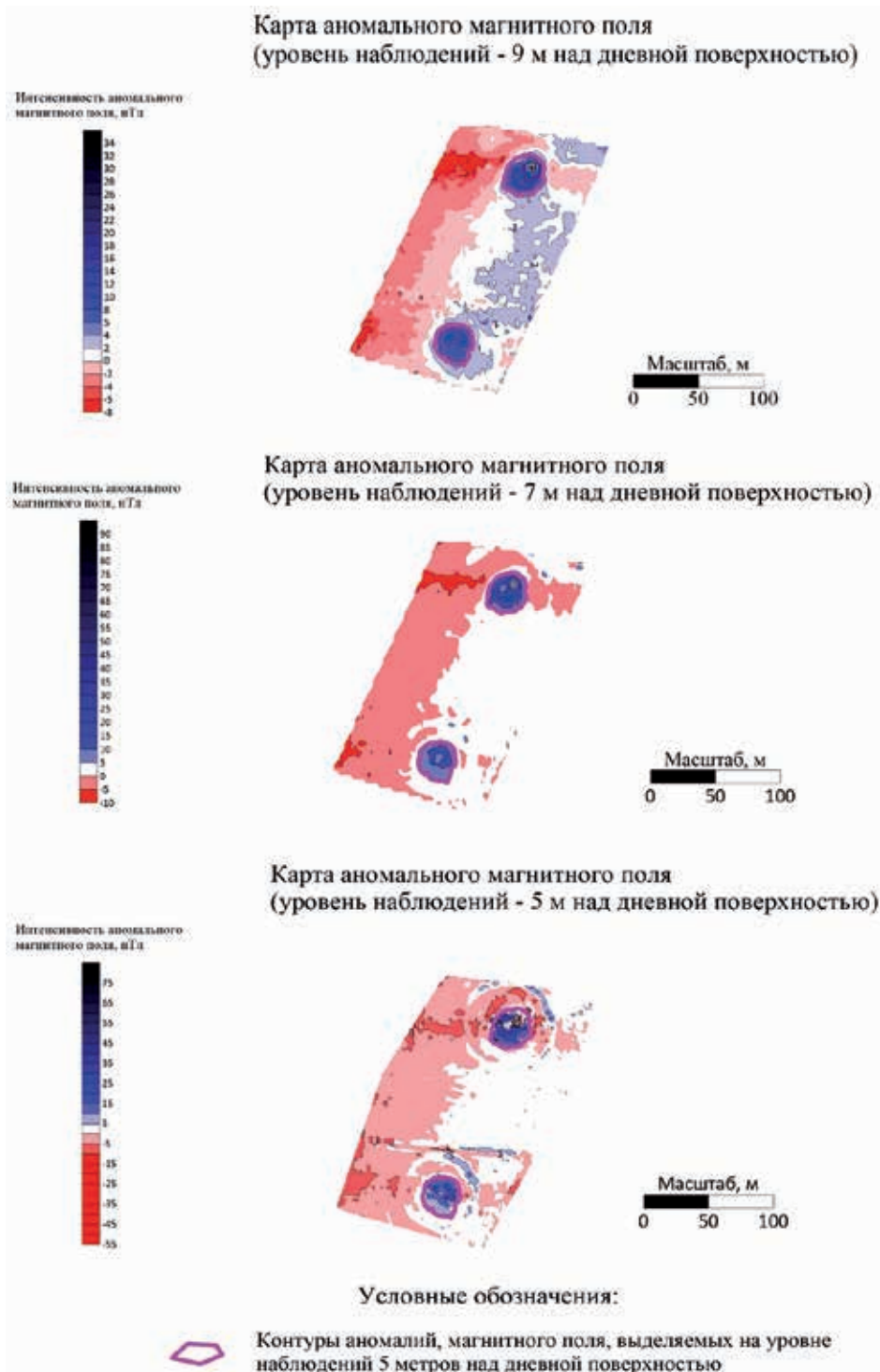


Рис. 2. Результаты аэромагнитной съемки по южному участку работ

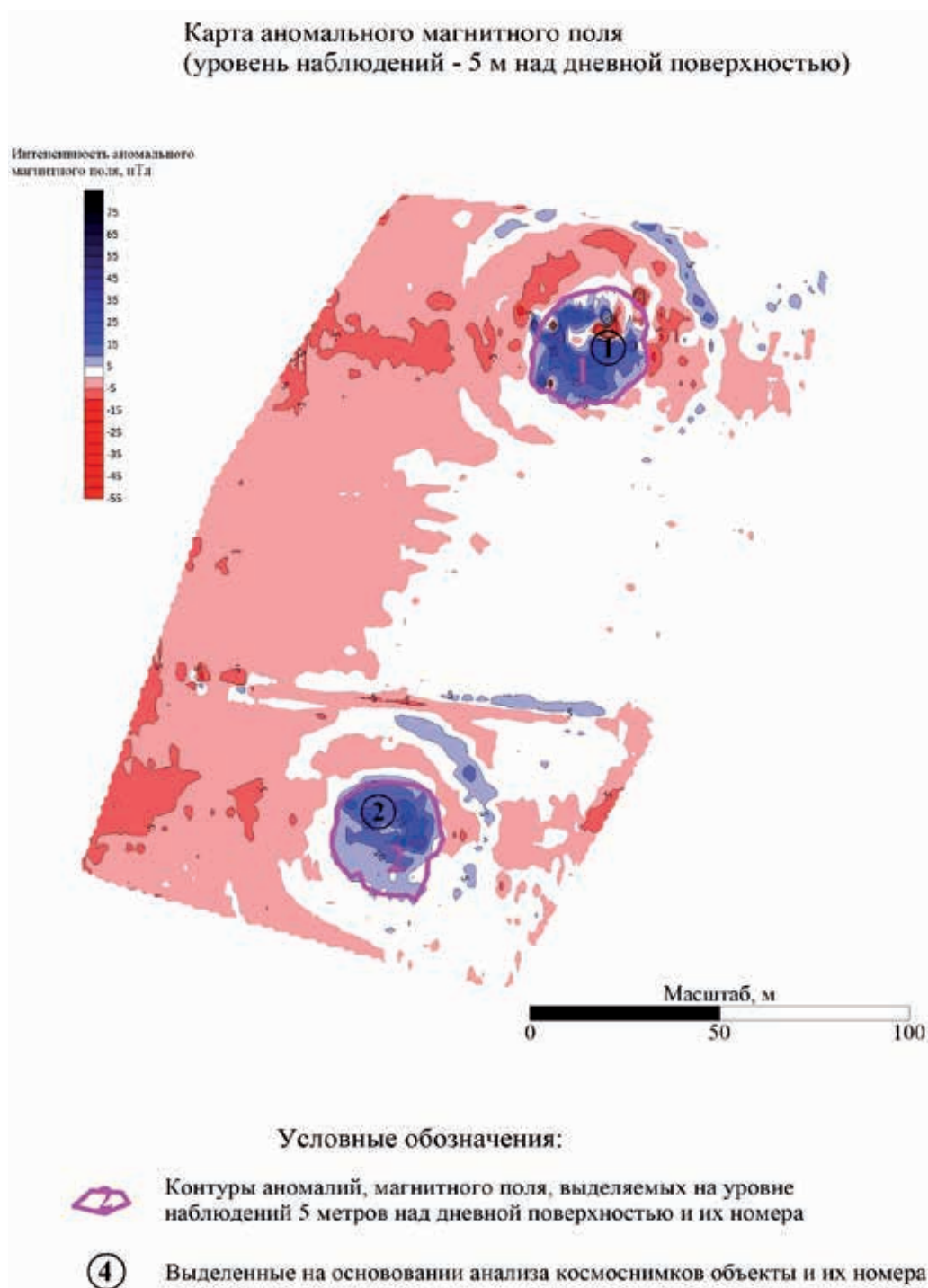


Рис. 3. Сопоставление объектов, выделенных на основании космоснимков, и аномального магнитного поля по южному участку работ

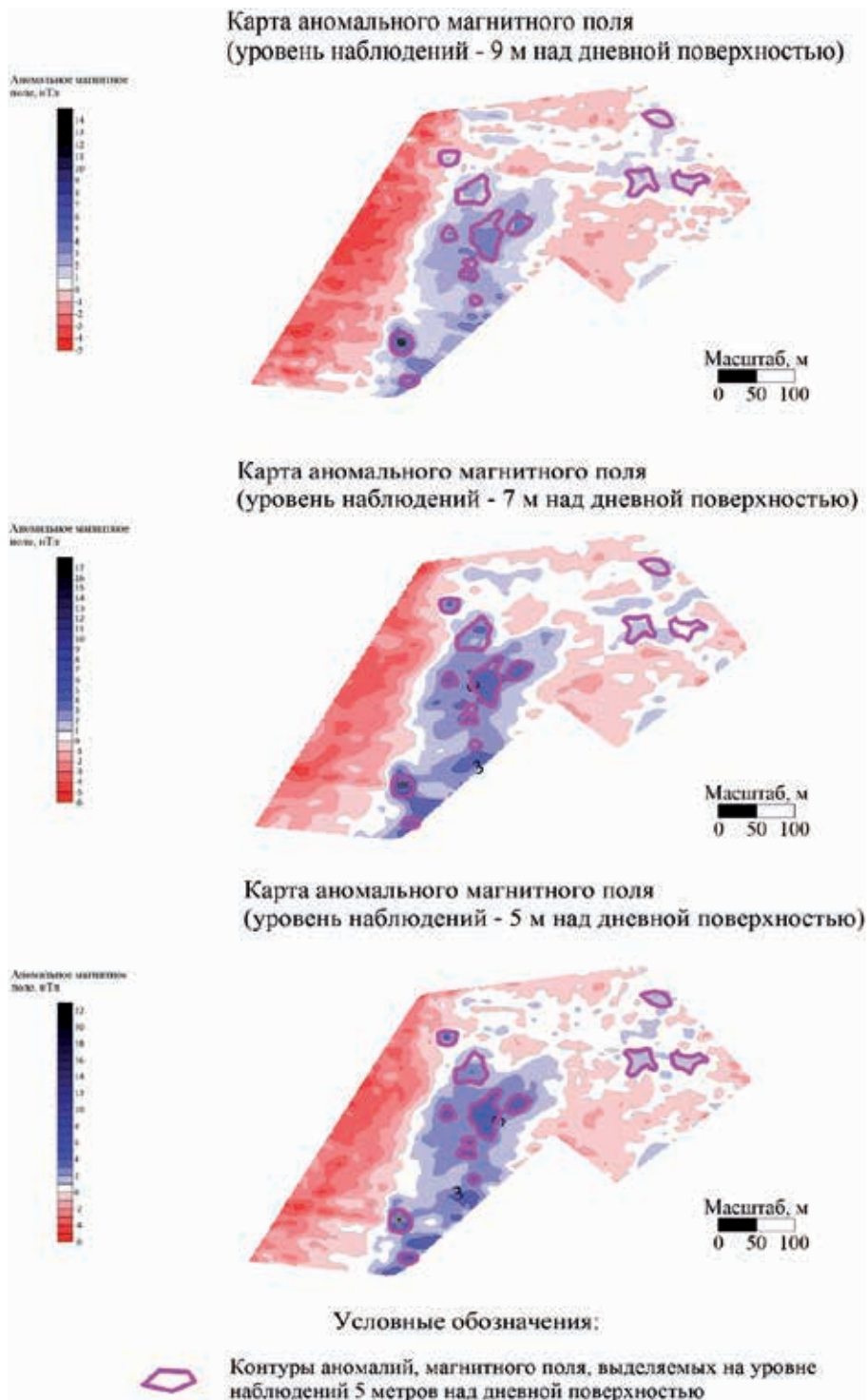


Рис. 4. Результаты аэромагнитной съемки по северному участку

Таблица 1

Сопоставление объектов, выделенных по космоснимкам,
и магнитных аномалий, выделенных по GPS

Номер объекта	Номер аномалии	Амплитуда аномалии (7 м), нТл	Размер, м		Координаты WGS		Координаты Пулково		Интерпре- тация
			по x	по y	X	y	x	y	
1	1	>15	30	30	82.16671	53.40321	14577644	5920186.4	Курган
2	2	15	30	30	82.16576	53.40212	14577583	5920063.5	Курган
Нет	3	22	30	30	82.16736	53.40485	14577684	5920370	Недосто- верно
8	Нет	Нет	Нет	Нет	82.16565	53.40504	14577570	5920388.3	Не под- твержден
9	Слабая	2	5	15	82.16686	53.40465	14577651	5920346.5	Возможно, захоронение
10	Край ано- малии 3	3	15	15	82.16726	53.40508	14577677	5920394.7	Возможно, захоронение
11	7	<4	50	70	82.16926	53.40596	14577808	5920494.8	Возможно, захоронение
12	8	<4	30	15	82.16973	53.4063	14577839	5920533.6	Возможно, захоронение
13	4	<5	25	25	82.16834	53.40714	14577745	5920625.1	Вероятно, захоронение
14	Нет	Нет	Нет	Нет	82.16621	53.40519	14577607	5920405.6	Не под- твержден
73	Край ано- малии 8	2	Не опре- делен	Не опре- делен	82.17039	53.40629	14577883	5920533.6	Недосто- верно
74	Край ано- малии 10	3	Не опре- делен	Не опре- делен	82.16923	53.40546	14577808	5920439.6	Недосто- верно
75	Край ано- малии 11	3	Не опре- делен	Не опре- делен	82.16866	53.40543	14577770	5920435.2	Недосто- верно
76	Между аномалия- ми 12 и 13	2	Не опре- делен	Не опре- делен	82.1727	53.40683	14578035	5920595.9	Недосто- верно
78	Нет	Нет	Нет	Нет	82.17296	53.4063	14578054	5920536.4	Не под- твержден
79	Слабая	2	5	5	82.17097	53.40717	14577920	5920631.9	Недосто- верно
Нет	5	3	20	20	82.16835	53.40614	14577748	5920514	Возможно, захоронение
Нет	6	3	40	40	82.16882	53.40665	14577778	5920571	Возможно, захоронение
Нет	8	3	30	20	82.16977	53.40622	14577842	5920525	Возможно, захоронение
Нет	9	3	20	30	82.16878	53.40571	14577777	5920467	Возможно, захоронение
Нет	10	3	15	15	82.16883	53.40535	14577781	5920427	Возможно, захоронение
Нет	11	3	20	10	82.16751	53.40442	14577695	5920322	Возможно, захоронение
Нет	12	2	30	20	82.17224	53.40675	14578005	5920586	Возможно, захоронение
Нет	13	2	30	15	82.17314	53.4067	14578065	5920582	Возможно, захоронение
Нет	14	2	30	15	82.17263	53.40745	14578030	5920665	Возможно, захоронение

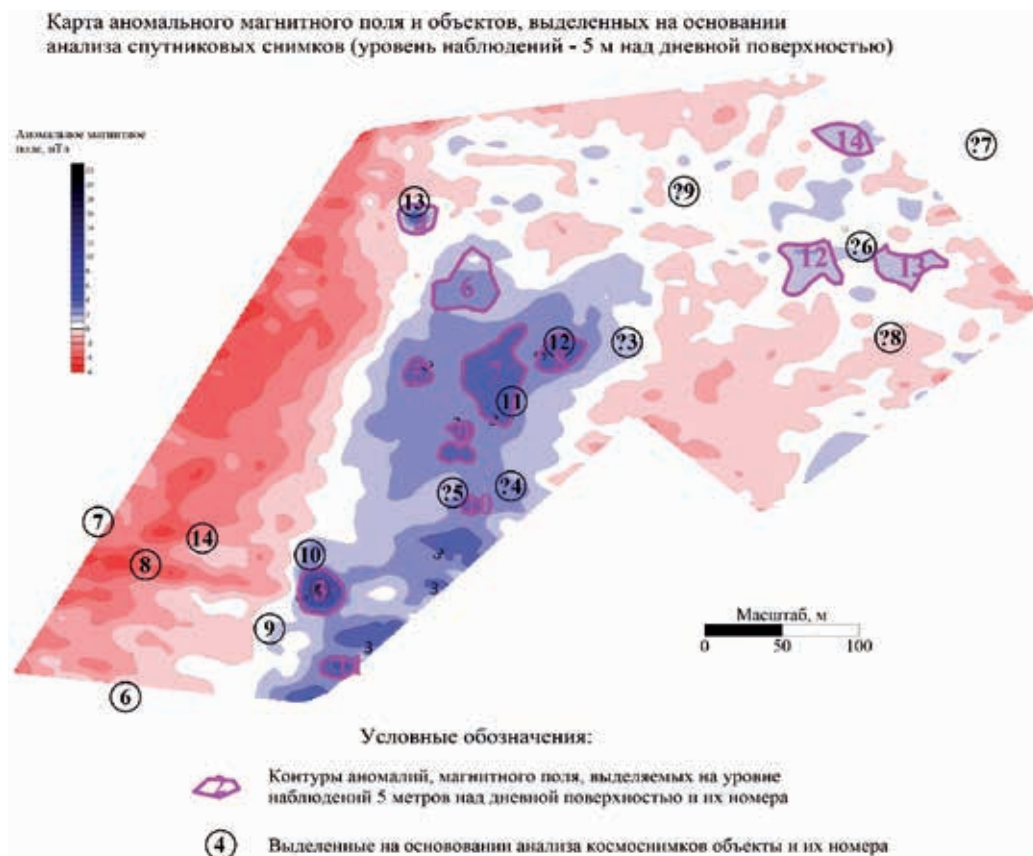


Рис. 5. Сопоставление объектов, выделенных на основе анализа космоснимков, и аномального магнитного поля по северному участку работ

Расчет среднеквадратичной погрешности определения положения объектов по космоснимкам и аномалий магнитного поля

При сопоставлении месторасположения выделяющихся в рельефе насыпей курганов и объектов, определенных по космоснимкам, и аномалий магнитного поля, выделенных по данным, использующим координаты, полученные с применением спутниковой навигационной системы (GPS), была решена задача о степени их взаимного соответствия. Для оценки возможного смещения использовалась среднеквадратичная ошибка определения положения объекта согласно спутниковым снимкам и данным GPS-приемника, полученным при натурном обследовании курганных насыпей на площади памятника.

Для этого данные координат по космоснимкам и спутниковой навигационной системе были переведены в проекцию Гаусса-Крюгера (Пулково 42, 14-я зона), после чего по результатам 10 измерений была рассчитана ошибка определения положения точки по двум методам и рассчитана смещенная оценка среднеквадратичной погрешности измерения согласно стандартной формуле. Значение среднеквадратичной погрешности определения положения составило 1,25 м, из чего был сделан вывод о незначительности ошибки определения положения для сопоставления объектов, выделенных по космоснимкам, и аномалий магнитного поля, которые привязаны по GPS. В то

же время кроме ошибки GPS есть набор суммируемых трудно оцениваемых методических ошибок, снижающих точность еще приблизительно на 1 м, поэтому небольшие визуальные смещения аномалий на рисунках относительно объектов вполне объяснимы. Данные по расчету среднеквадратичной погрешности отражены в таблице 2.

Таблица 2

Расчет значения СКП

Объект	Определения по Google Map		Определения по GPS-приемнику		Отклонения		Сумма квадратов
	х	у	X	у	х	у	
1	14577643.61	5920186.41	14577643.79	5920189.21	-0.18	-2.80	7.86
2	14577582.82	5920063.52	14577582.83	5920063.60	-0.01	-0.07	0.01
3	14577418.72	5919972.46	14577418.74	5919972.49	-0.01	-0.02	0.00
4	14577397.93	5919933.94	14577398.11	5919934.43	-0.18	-0.49	0.27
5	14577352.94	5919890.24	14577353.72	5919891.03	-0.79	-0.79	1.24
6	14577557.50	5920301.99	14577558.03	5920303.14	-0.53	-1.15	1.59
8	14577570.40	5920388.25	14577570.86	5920389.00	-0.46	-0.75	0.77
9	14577650.97	5920346.49	14577651.56	5920346.41	-0.59	0.08	0.36
10	14577677.32	5920394.68	14577678.88	5920393.86	-1.55	0.82	3.07
11	14577808.46	5920494.78	14577808.96	5920495.25	-0.50	-0.47	0.47
Дисперсия							1.56
Смещенная оценка СКП							1.25

Заключение

Полученные в результате геофизических исследований данные позволяют уточнить достаточно много информации о структуре крупных погребальных сооружений. Особенно важны данные об особенностях кольцевых рвов, зафиксированных вокруг курганных насыпей. Примерные максимальные диаметры рвов вокруг насыпей составили 70–72 м у кургана №1 и 60–65 м у кургана №2. Кроме того, зафиксирована неоднородная структура рвов: увеличение положительных аномалий в северо-восточных секторах и соответствующее уменьшение в юго-западных. Это может свидетельствовать о наличии «выходов» (разрывов) в структуре ровиков в юго-западных секторах погребальных комплексов.

Исследования северного участка площади могильника с распаханной насыпями курганов выявило наличие аномалий, не всегда точно совпадающих с данными натурного обследования и сведениями, полученными по спутниковым снимкам. Некоторое смещение данных связано со значительными допусками при наложении космоснимков, опубликованных в открытом доступе, на реальную местность и сложностями при визуальном выявлении сильно распаханых курганов, о чем уже говорилось выше. Геофизические исследования выявили аномалии в зоне, где наличие предполагаемых объектов определено только по данным космоснимков, что позволяет с большей уверенностью применять эту методику работы с данными спутниковой съемки для обнаружения курганов, насыпи которых полностью сnivelированны в ходе распахки.

Дальнейшее изучение памятника «Ивановка-I, курганная группа» и выборочные раскопки участков с выявленными аномалиями магнитного поля позволят усовершенствовать методику интерпретации выявляемых с помощью геофизической съемки магнитных аномалий и облегчат возможности применения геофизических методов при археологических раскопках, особенно на памятниках с сильно поврежденной и видоизмененной поверхностью их территории.

Библиографический список

- Могильников В.А. Отчет о работах в зоне строительства Кулундинского магистрального канала, Кулундинской и Бурлинской оросительных систем в 1974 г. // Научный архив ИА РАН. Ф-1. Р-1. Д. 5954.
- Тишкина Т.В. Археологические исследования на Алтае (1860–1930-е гг.) : дис. ... канд. ист. наук. Барнаул : АлтГУ, 2009. 349 с.
- Шамшин А.Б. Отчет об археологических исследованиях Приобской археологической экспедиции летом 1985 г. в Алтайском крае // Научный архив МАЭА АлтГУ. №72.
- Учетные карты археологических памятников Павловского района Алтайского края // Архив лаборатории исторического краеведения АлтГПУ. Б/н. Л. 58.

References

- Mogil'nikov V.A. Otchet o rabotah v zone stroitel'stva Kulundinskogo magistral'nogo kanala, Kulundinskoj i Burlinskoj orositel'nyh sistem v 1974 g. [Report on the Work in the Construction Zone of the Kulundinsky Main Canal, Kulundinsky and Burlinsky Irrigation Systems in 1974]. Nauchnyj arhiv IA RAN. F-1. R-1. D. 5954 [Scientific Archive of the IA RAS. F-1. R-1. D. 5954].
- Tishkina T.V. Arheologicheskie issledovaniya na Altae (1860–1930-e gg.) : dis. ... kand. ist. nauk [Archaeological Research in Altai (1860–1930s): Dissertation ... Cand. Hist. Sciences]. Barnaul : AltGU, 2009. 349 p.
- Shamshin A.B. Otchet ob arheologicheskikh issledovaniyah Priobskoj arheologicheskoy ekspedicii letom 1985 g. v Altajskom krae [A report on Achaaeological Research of the Priobsk Archaeological Expedition in the Summer of 1985 in the Altai Territory]. Nauchnyj arhiv MAEA AltGU. №72 [Scientific Archive of the MAEA AltSU. Issue 72].
- Uchetnye karty arheologicheskikh pamyatnikov Pavlovskogo rajona Altajskogo kraja [Registration Cards of Archaeological Sites of the Pavlovsky District of the Altai Territory]. Arhiv laboratorii istoricheskogo kraevedeniya AltGPU. B/n. L. 58 [Archive of the Laboratory of Historical Local History of AltPU. B / n L. 58].

**A.A. Tishkin¹, A.P. Firsov^{2,3}, Ya.V. Frolov¹, A.S. Kolesov^{2,3,4},
V.A. Ostanin^{2,3}, A.A. Lukin², Yu.Yu. Maletin²**

¹*Altai State University, Barnaul, Russia;*

²*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia;*

³*ООО “SCAN AERO”, Novosibirsk, Russia;*

⁴*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia*

RESULTS OF A THREE-LEVEL AEROMAGNETIC SHOOTING AT THE ARCHAEOLOGICAL SITE OF “IVANOVKA-I, BARROW GROUP” (Shelabolikhinsky district of the Altai Territory)

The article reflects the results of geophysical research on the territory of the archaeological site “Ivanovka-I, Barrow Group” located in the Shelabolikhinsky district of the Altai Territory. At this complex, 19 barrows of various degrees of preservation were documented, most of such objects were plowed up. Two of them are large and belong to the category of “elite” funerary objects. The tasks of geophysical research included the identification of magnetic anomalies at the site of mounds which were not observed on the site area and the obtaining the information about the grave structures of large mounds.

In the course of the work, the method of magnetic aerotomography (multi-altitude aeromagnetic survey using an unmanned aircraft and a portable high-frequency magnetometer) was used which had been developed at Novosibirsk State University and the Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS. A three-level aeromagnetic survey of two sites on the territory of the Ivanovka-I site made it possible to clarify information about the features of ring ditches documented around the earthy mounds.

Studies of the northern part of the area of the burial ground with plowed mounds revealed anomalies in the area where the presence of the alleged objects was determined from images from space. This allows applying the technique of satellite imagery data to detect burial mounds which were completely destroyed during plowing.

Key words: Altai Territory, Ivanovka-I, barrow group, geophysical surveys, aeromagnetic surveys, “elite” burial structures.