

А.А. Тишкин¹, А.П. Фирсов^{2,3}, И.Н. Злыгостев^{2,3},
А.В. Савлук^{2,3}, А.С. Колесов^{2,3}, А.С. Шеремет^{2,3}

¹Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия;

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия;

³Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

МАГНИТОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА «ЦАРСКОГО» КУРГАНА И БЛИЖАЙШЕЙ ТЕРРИТОРИИ НА АРХЕОЛОГИЧЕСКОМ ПАМЯТНИКЕ УРОЧИЩЕ БАЛЧИКОВА-3 С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА*

Археологический памятник Урочище Балчикова-3 находится у с. Сентелек в Чарышском районе Алтайского края и известен благодаря крупному («царскому») кургану пазырыкской культуры, изучение и частичная музеефикация которого предпринимались в 1990-е и в начале 2000-х гг. Данный комплекс, несмотря на ограбленность и другие разрушения, сохранил ряд важных конструктивных особенностей. Кроме него, выявлены и раскапывались объекты других эпох. Собраны разные сведения историографического плана, а также зафиксированы местные легенды, привлекающие внимание краеведов и туристов. В 2017 г. была проведена магнитометрическая съемка части памятника для детального изучения его планиграфии и демонстрации специфики погребально-поминального комплекса, основу которого составляет «царский» курган. Для такой работы использовался аэромагнитный комплекс с высокочастотным магнитометром на базе легкого беспилотного летательного аппарата. Полученные результаты накладывались на доступный снимок из космоса, а также сравнивались с имеющимся планом тахеометрической наземной фиксации и другими данными. Они позволяют наметить продолжение такой работы на большей территории.

Ключевые слова: Алтай, Урочище Балчикова-3, магнитометрическая съемка, «царский» курган, пазырыкская культура.

DOI: 10.14258/tpai(2017)4(20).-08

Введение

На территории Алтайского края к настоящему времени выявлено существенное число крупных курганов раннего железного века. В основном они находятся в степной зоне, выделяются своими земляными насыпями и предварительно относятся к каменной археологической культуре (вторая половина I тыс. до н.э.). В горной части пока известен только один такой объект, сооруженный из камней. Он был зафиксирован В.Н. Владимировым в ходе археологической разведки в прошлом веке, хотя сведения о нем сообщались и ранее [Кирюшин и др., 2001]. «Царский» курган пазырыкской культуры находится в составе памятника Урочище Балчикова-3, археологические исследования которого уже предпринимались под руководством П.И. Шульги. Информация о результатах проведенных работ обобщена в одной из научно-популярных статей [Шульга, 2007]. В настоящее время изучение такого объекта обусловлено продолжением ранее запланированного, но до конца нереализованного проекта. Прежде чем выполнить необходимый комплекс мероприятий по музеефикации и полному включению памятника в экскурсионно-туристическую деятельность, необходимо использо-

* Работа выполнена в рамках проекта, частично финансируемого Министерством образования и науки Алтайского края (тема «“Царские” курганы скифо-сарматского времени на территории Алтайского края как объекты экскурсионно-туристической деятельности: историко-археологические исследования»).

вать имеющиеся современные методы, аппаратуру и технологии для получения многоплановой объективной информации до проведения раскопок и возведения музейного павильона. В этой связи в 2017 г. была проведена пробная магнитометрическая съемка на части территории археологического памятника Урочище Балчикова-3.

Основная цель данной статьи заключается в демонстрации полученных результатов и сравнение их с другими вариантами фиксации (тахеометрическая съемка, космические снимки).

Материалы и методы

Курганная группа Урочище Балчикова-3 находится в долине р. Сентелека, неподалеку от одноименного села, в Чарышском районе Алтайского края (рис. 1). Данный археологический памятник представляет собой скопление нескольких десятков древних и средневековых объектов, сооруженных из камней на высокой террасе, которая интенсивно распахивается. На этом комплексе выделяется курган, получивший условное обозначение «царский». Размеры его насыпи – 45×48 м (первоначальный диаметр составлял около 42 м). Важной особенностью этого объекта является наличие обводного кольца из плит и 19 стел, первоначально установленных в ряд от полы насыпи в восточную сторону (рис. 2 и 3). Курган ограблен. В центре фиксируется большая западина. В разных местах насыпи отмечены следы разрушений, часть которых вызвана забором камня для строительных нужд. В непосредственной близости раскопаны курганы более позднего времени [Кириюшин и др., 2001, с. 33]. Имеются и другие археологические объекты, которые необходимо было выявить с помощью магнитометрической съемки для детального изучения планиграфии и демонстрации специфики всего археологического памятника.



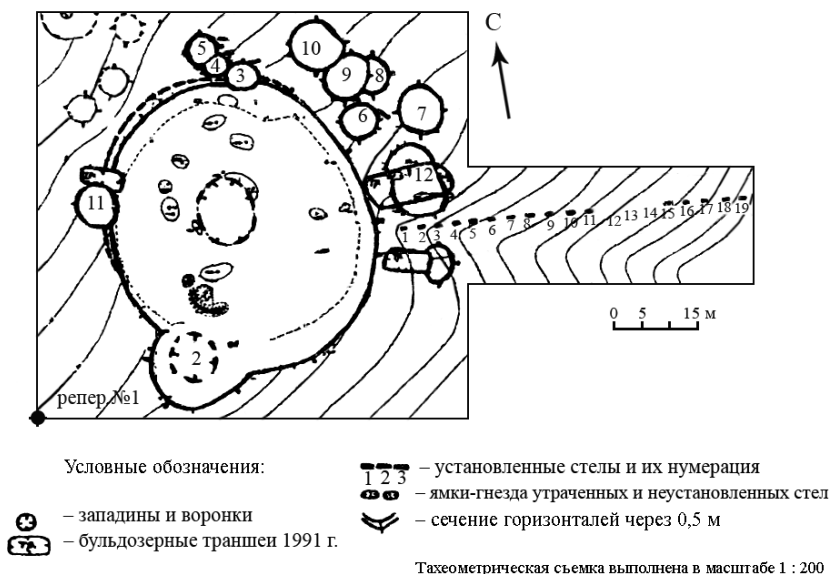


Рис. 2. Часть тахеометрического плана памятника Урочище Балчикова-3, где проводились археологические исследования (по: [Кирюшин и др., 2001, рис. 1], с небольшой корректировкой)



Рис. 3. Урочище Балчикова-3. «Царский курган». Современный вид (фотоснимок сделан А.А. Тишкиным)

Работы проводились с помощью аэромагнитного комплекса с высокочастотным магнитометром на базе легкого беспилотного летательного аппарата. Частота дискретизации 1,5 кГц при скорости съемки 5 м/сек позволяла получать значение вектора магнитной индукции (значение магнитного поля) через расстояние в 3 мм. Точность измерения датчика $20 \cdot 10^{-12}$ Тл (20пТл), а всей системы – $0,2 \cdot 10^{-9}$ Тл (0,2 нТл). Вариации внешнего магнитного поля учитывались с помощью магнитовариационной станции

МВ 07, дискретность измерения 1 пТл с частотой 1 Гц. Местоположение беспилотного летательного аппарата определялось стандартной инерциальной навигационной системой GPS/GLONAS с точностью измерения по латерали ± 1 м. Весь аэромагнитный комплекс является разработкой группы исследователей и прошел апробацию на ряде археологических памятников [Эпов и др., 2016; 2017; и др.].

Высокая частота измерения магнитного поля позволяет не пропускать мелкоразмерные высокоамплитудные аномалии, которые при обычной магнитометрической съемке, как правило, или не обнаруживаются, или за счет «размазывания» имеют вид аномалий, образованных слабомангнитными, но существенно большими в объеме телами. В последнем случае аномалия от небольшого металлического предмета может быть воспринята при интерпретации как аномалия от существенно большего по размерам объекта (например, из обожженной глины).

В дальнейшем полученные данные обрабатывались оригинальной программой для устранения помех, связанных с шумами от беспилотного летательного аппарата и наклонами датчика относительно вертикали. Потом весь полученный массив данных пересчитывался на основе результатов от магнитовариационной станции, фиксирующей вариации магнитного поля Земли во времени. Время вариационной магнитной станции и в магнитометре на беспилотном летательном аппарате было синхронизовано. Из значений магнитного поля, полученного с беспилотного летательного аппарата, вычиталось поле Земли с учетом его вариаций и получалось аномальное магнитное поле, вызванное магнитными свойствами подстилающих пород. Значения аномального поля составляют около $n \cdot 10^{-3}\%$ от общего значения поля. Следующим шагом данные усреднялись, при этом аномально высокие значения поля не выбрасывались, а сохранялись в выборке, что дало возможность определять их локацию. Далее полученный массив данных обрабатывался стандартными программными средствами для построения карт.

Полеты беспилотного летательного аппарата проводились на высоте 8, 10 и 12 м над рельефом. Датчик был прикреплен тросом длиной 1,8 м. Таким образом, съемка проводилась на высоте от 6,5 до 10,5 м. Результаты работ приведены на рисунках 4 и 5.

Результаты и обсуждение

На рисунке 4 видно, что, несмотря на низкие значения аномального поля, удалось выявить в восточной части площади кольцевую структуру с амплитудой в первые нанотеслы. Всю западную часть площади занимает аномалия амплитудой до 25–25 нТл, причем ее интенсивность возрастает на западе. В данном случае практически очевидно, что эта аномалия вызвана влиянием коренных пород, глубина залегания которых по направлению на запад уменьшается. В том же направлении увеличивается и рельеф.

Аномальное поле в южной части площади имеет значение такое же, как и на западной части, и также малоконтрастное. Оно никак не фиксируется в морфологии рельефа. По-видимому, эта аномалия также характеризует выступ фундамента осадочных пород. Очевидно, что ни западная, ни восточная части, перекрытые маломощными осадочными породами, вряд ли могут представлять интерес для поиска захоронений какого-либо типа.

На рисунке 5 видны узкие высокоамплитудные аномалии практически на всей площади съемки. Такие аномалии, как правило, вызваны небольшими высокомагнитными телами, представленными, по нашему мнению, современными артефактами, потерянными при сельскохозяйственных работах железными предметами.

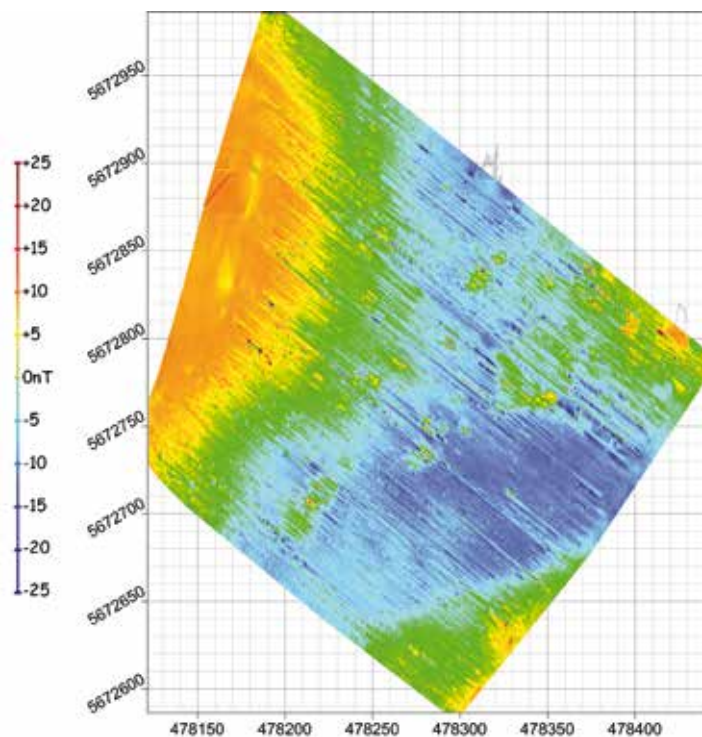


Рис. 4. Результаты магнитометрической съемки на высоте полета 8 м над поверхностью Земли

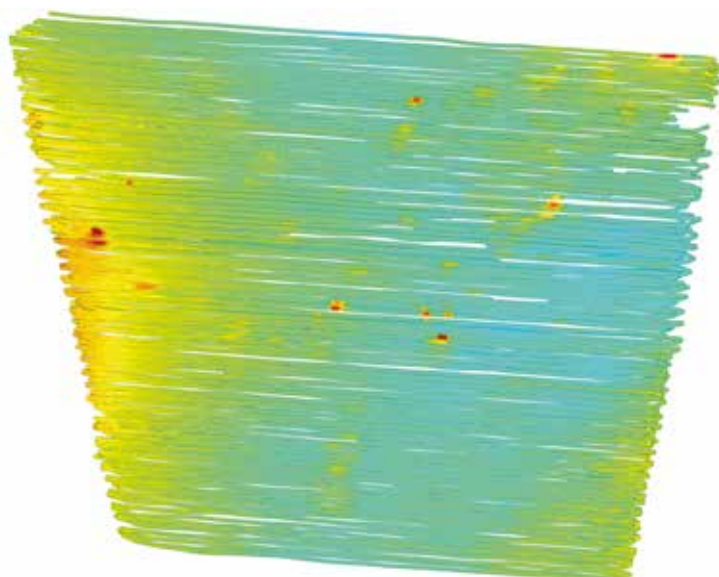


Рис. 5. Результаты магнитометрической съемки участка памятника Урочище Балчикова-3 на высоте полетов 8 м над поверхностью Земли в формате giv (хорошо видны узкие высокоамплитудные аномалии красного цвета)

Особое внимание привлекают низкоамплитудные аномалии магнитного поля в центральной и восточной части исследованной площади. Опыт работ на предыдущих археологических памятниках (например, на памятнике Аул Кошкуль) показывает, что данный аэромагнитный комплекс фиксирует даже небольшие изменения рельефа (микрорельефа) после вспашки. Поэтому аномалии этого типа могут быть проинтерпретированы при изложении аномального магнитного поля на трех уровнях на высокоточную карту рельефа, которой в настоящее время нет.

Нужно рассмотреть и небольшие структуры к северу, западу, югу от центральной кольцевой аномалии, выраженные как положительными, так и отрицательными низкоамплитудными аномалиями, образующими прерывистое кольцо (?) вокруг центра памятника. Непонятно положение и аномалий на юго-юго-западе площади, которые стоят особняком. Они также имеют размеры, характерные для археологических памятников, и небольшую амплитуду.

Характер аномального магнитного поля и его распределение показывают направление возможных археологических исследований на изученной территории: восточная часть от центрального памятника, широкое кольцо вокруг центрального кургана и несколько объектов на юго-юго-западе. В ходе проделанной работы получены подробные иллюстрации (рис. 6, 7), демонстрирующие адекватное отражение фиксаций разного уровня (тахеометрическая съемка и космические снимки). Данное

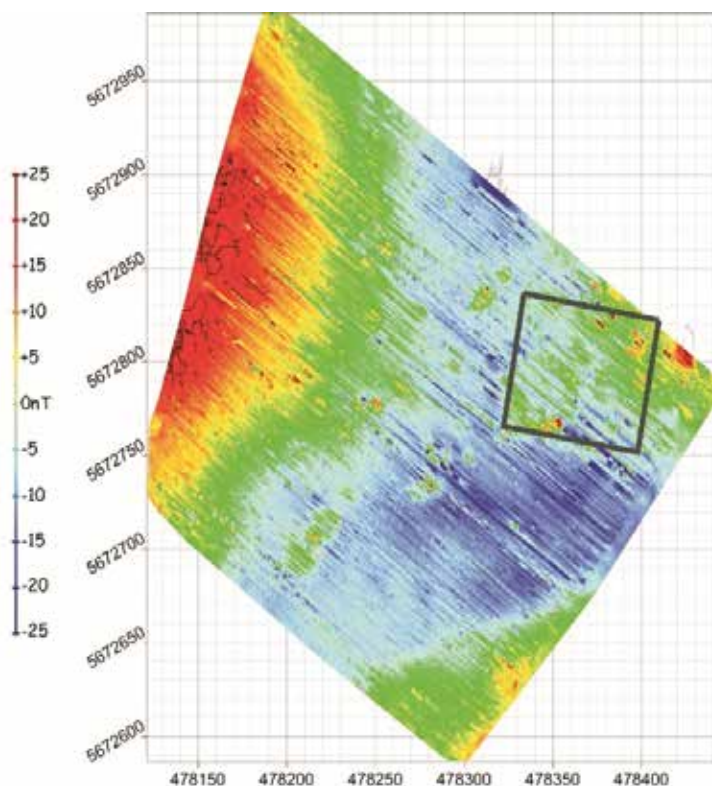


Рис. 6. Карта магнитного поля с примерно обозначенными границами предыдущих археологических работ

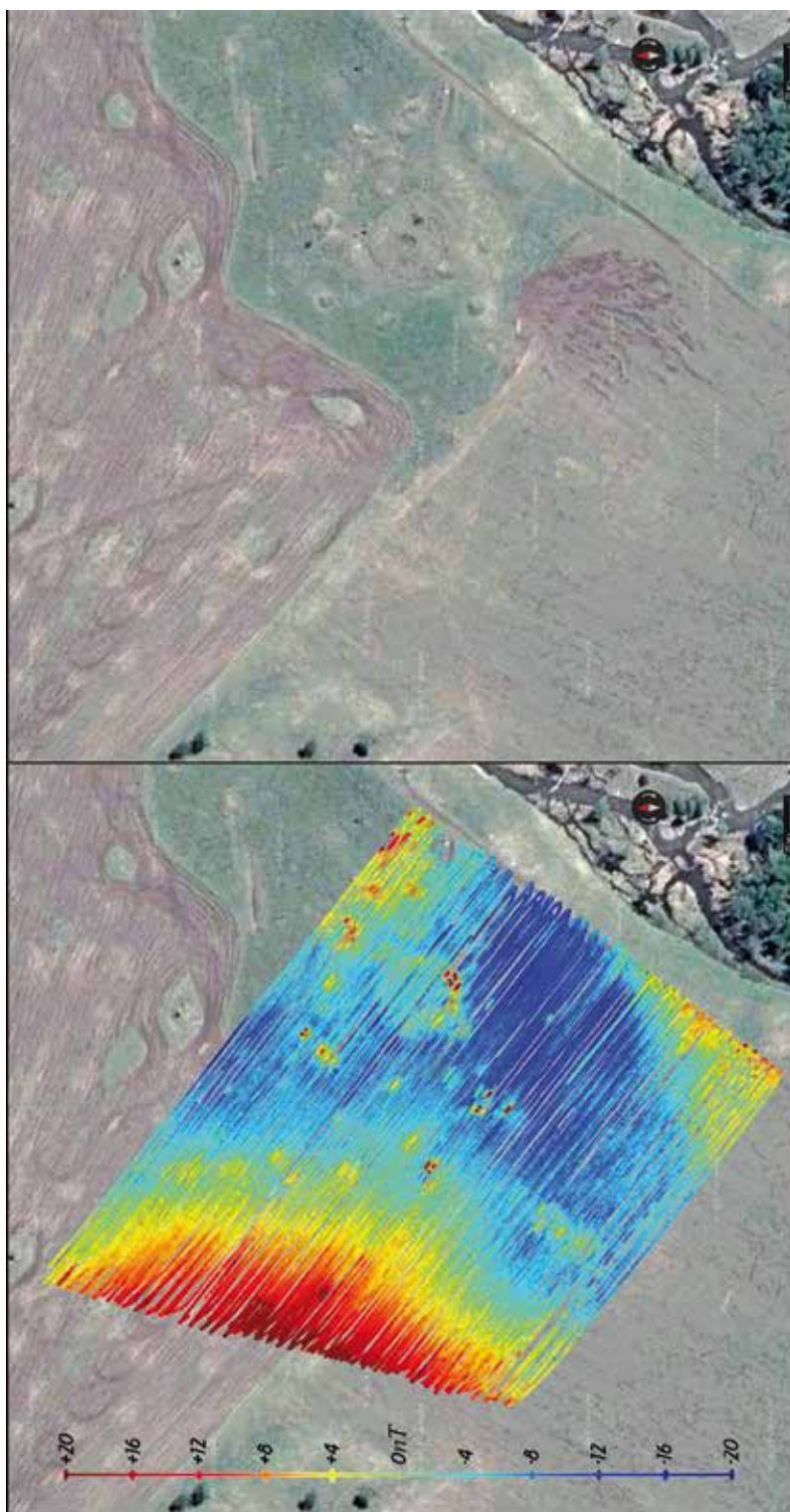


Рис. 7. Расположение площади работ на карте (Google Map), справа – космический снимок, слева – та же площадь с картой магнитной съемки в том же масштабе

обстоятельство позволяет сделать заключение об эффективности использовании реализованной методики с соответствующей аппаратурой не только для продолжения работ на памятнике Урочище Балчикова-3, но и вообще в горной местности для детальной фиксации археологических объектов, в том числе разрушенных в ходе различных обстоятельств.

Заключение

Проведенные исследования позволяют наметить реализацию плана мероприятий по дальнейшему изучению курганной группы Урочище Балчикова-3, продолжив прежде всего магнитометрическую съемку на всей территории археологического памятника. Важной частью работ может стать привлечение других приборных комплексов, уже ранее использовавшихся в ходе геофизических изысканий. Это касается оценки проникновений в могилу «царского» кургана. Как показывает практика изучения таких объектов, первичное ограбление происходило в древности. Следует проверить сведения о якобы проводившихся дореволюционных раскопках [Кирюшин и др., 2001, с. 29], а также о наличии или отсутствии мерзлоты или мерзлотных проявлений, которые сохраняют важные археологические находки из органических материалов. Для проведения раскопок, а также для дальнейшей музеефикации со строительством во-круг «царского» кургана закрытого павильона требуется отдельная программа.

Библиографический список

Кирюшин Ю.Ф., Шульга П.И., Демин М.А., Тишкин А.А. Исследование и музеефикация «царского» кургана в долине Сентелека // Сохранение и изучение культурного наследия Алтайского края. Барнаул: Азбука, 2001. Вып. XII. С. 29–36.

Шульга П. «Царский» курган в долине Сентелека // Алтайский благодатный край. Можайск: Можайский полиграф. комбинат, 2007. С. 33–37.

Эпов М.И., Молодин В.И., Позднякова О.А., Злыгостев И.Н., Фирсов А.П., Савлук А.В., Колесов А.С., Дядьков П.Г. Опыт магнитометрического картирования археологических памятников с использованием беспилотных летательных аппаратов // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2016. Т. XXII. С. 478–282.

Эпов М.И., Молодин В.И., Балков Е.В., Дядьков П.Г., Фирсов А.П., Злыгостев И.Н., Вайсман П.А., Евменов Н.Д., Егоров В.Е., Карин Ю.Г., Колесов А.С., Кулешов Д.А., Манштейн А.К., Манштейн Ю.А., Позднякова О.А., Савлук А.В., Селезнев Д.С., Фадеев Д.И., Цибилов Л.В., Шапаренко И.О., Шеремет А.С. Археогеофизические исследования в СО РАН, 2013–2015 гг. // Мультидисциплинарные методы в археологии: новейшие итоги и перспективы. Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2017. С. 405–413.

References

Kirjushin Ju.F., Shul'ga P.I., Demin M.A., Tishkin A.A. Issledovanie i muzeefikacija "carskogo" kurgana v doline Senteleka [Research and Museumification of the "Tsarsky" Burial Mound in the Sentelek Valley]. Sohranenie i izuchenie kul'turnogo nasledija Altajskogo kraja. Вып. XII [Preservation and Study of the Cultural Heritage of the Altai Territory. Issue XII]. Barnaul: Azbuka, 2001. P. 29–36

Shul'ga P. "Carskij" kurgan v doline Senteleka ["Tsarsky" Mound in the Sentelek]. Altajskij blagodatnyj kraj [Altai Fertile Land]. Mozhajsk: Mozhajskij poligraficheskij kombinat, 2007. P. 33–37.

Epov M.I., Molodin V.I., Pozdnjakova O.A., Zlygostev I.N., Firsov A.P., Savlук A.V., Kolesov A.S., Djad'kov P.G. Opyt magnitometricheskogo kartirovanija arheologicheskikh pamjatnikov s ispol'zovaniem bespilotnyh letatel'nyh apparatov [Experience of Magnetometric Mapping of Archaeological Monuments with the Use of Unmanned Aerial Vehicles]. Problemy arheologii, jetnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nyh territorij. Т. XXII [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Adjacent Territories. Vol. XXII]. Novosibirsk: Izd-vo In-ta arheologii i jetnografii SO RAN, 2016. P. 478–282.

Епов М.И., Молodin В.И., Балков Е.В., Дяд'ков П.Г., Фирсов А.П., Злыгостев И.Н., Вайсман П.А., Евменov Н.Д., Егоров В.Е., Карин Ю.Г., Колесов А.С., Кулешов Д.А., Манштейн А.К., Манштейн Ю.А., Позднjackова О.А., Савлук А.В., Селезнев Д.С., Fadeev Д.И., Cibizov Л.В., Шапаренко И.О., Шеремет А.С. *Археогеофизические исследования в СО РАН, 2013–2015 годы* [Archaeophysical Research in the SB RAS, 2013–2015]. *Мультидисциплинарные методы в археологии: новейшие итоги и перспективы* [Multidisciplinary Methods in Archaeology: Recent Results and Perspectives]. Novosibirsk: Izd-vo In-ta археологии и этнографии СО РАН, 2017. P. 405–413.

**A.A. Tishkin, A.P. Firsov, I.N. Zlygostev,
A.V. Savluk, A.S. Kolesov, A.S. Sheremet**

MAGNETOMETRIC SURVEY OF THE “TSARSKY” MOUND AND THE NEAREST TERRITORY ON THE BALCHIKOV-3 AREA ARCHAEOLOGICAL SITE WITH UNMANNED AERIAL OBJECT

The Balchikova-3 area is located near the Sentelek the village in the Charyshsky district of the Altai Territory and is known for its large (“royal”) mound of the Pazyrykskaya culture, the study and partial museification of which was undertaken in the 1990s and early 2000s. This complex, despite the robbery and other destruction, has retained a number of important design features. In addition, objects of other epochs were discovered and unearthed. Various information of the historiographic character has been collected, as well as local legends that attract the attention of local historians and tourists. In 2017, an attempt was made to start a magnetometric survey on the site for a detailed study of its planning and demonstration of the specifics of the burial-memorial complex, based on the “Tsarsky” mound. For such work, an aeromagnetic complex with a high-frequency magnetometer based on a light unmanned aerial vehicle was used. The obtained results were superimposed on an accessible image from space, and also compared with the available plan for tacheometric ground fixation and other data. They allow outlining the continuation of such work on a larger territory.

Key words: Altai, Balchikova-3 area, magnetometric survey, “Tsarsky” Mound, Pazyrykskaya culture.