

## ПРОБЛЕМЫ АРХЕОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ

УДК 902.21

DOI: 10.17223/19988613/62/19

А.А. Пушкарев, М.В. Вавулин

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПОИСКА АРХЕОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНОЙ РАЗВЕДКИ НА СТОЯНКЕ КУЯХТАНАР

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-78-10076).*

Рассмотрен опыт применения магнитной разведки для поиска археометаллургических объектов на стоянке Куяхтанар (Республика Алтай, Кош-Агачский район). Поисковое картирование выполнялось ускоренными методами измерений в связи с необходимостью обследовать большую территорию в сжатые сроки. В итоге поисковых магнитометрических исследований удалось обнаружить и впоследствии исследовать раскопками железоплавильную печь кош-агачского типа уникальной сохранности.

**Ключевые слова:** магнитная съемка; археология; древнее металлургическое производство; Горный Алтай; стоянка Куяхтанар.

#### Введение

В 2018–2019 гг. Томским государственным университетом проводились комплексные исследования объектов древнего металлургического производства на стоянке Куяхтанар. Стоянка Куяхтанар находится в правобережье р. Чуя недалеко от места впадения в неё р. Куяхтанар (Кош-Агачский район Республики Алтай), открыта Б.Х. Хадиковым в 1975 г. В том же году В.А. Могильников описал шесть железоплавильных печей вдоль края террасы р. Чуя [1. С. 52]. В 1976 г. Н.М. Зиняков раскопал здесь три печи [2. С. 46–50]. Все известные сегодня печи кош-агачского типа, к которым относятся и печи стоянки Куяхтанар, вкапывались в береговые террасы. Визуальное обследование террас рек Чуя и Куяхтанар позволили нам выявить площадки для дробления железной руды и проведения кузнечных операций, при этом не было обнаружено ни одной ранее не известной железоплавильной печи. Поскольку нельзя было исключить нахождение на территории стоянки полностью задренованных и не фиксируемых в современном рельефе металлургических объектов, было принято решение о проведении поисковых магнитометрических исследований.

#### Материалы и методы

Магнитная разведка является одним из самых распространённых геофизических методов, используемых в археологии [3]. Она основана на измерении магнитного поля Земли и выявлении изменений естественной структуры грунтов ввиду присутствия в них, в частности, объектов археологии. Известно, что магнитные свойства археологических объектов отличаются от магнитных свойств вмещающей их среды. При этом магнитическое воздействие на объекты значительно по-

вышает степень их намагниченности. В связи с этим магниторазведка продуктивно используется, например, для определения местоположения различных теплотехнических устройств [4. С. 85]. Термоостаточная намагниченность возникает при нагревании: либо при естественном, как в случае вулканических пород, либо при искусственном, как в случае глинобитных печей, керамической посуды, кирпичей, черепицы и других объектов, часто находимых на археологических памятниках [5. С. 52–61; 6. С. 6–11]. Особенно эффективна магнитная съемка для поиска и исследования объектов древнего железоделательного производства, так как его остатки – обожжённая глина и металлургические шлаки – имеют высокую намагниченность и очень хорошо фиксируются магнитометром [7; 8; 9. С. 85–86]. Металлургические печи кош-агачского типа представляют собой крупные теплотехнические сооружения для выплавки железа [10]. Высокая температура, длительность металлургического процесса и большой объём плавильной камеры делают печи кош-агачского типа практически идеальным объектом для магнитной разведки.

Определение методики проведения магниторазведки на конкретном археологическом памятнике сводится к выбору вида съёмок, их масштаба, направления профилей, густоты точек наблюдения, точности измерений и способа отображения результатов. Поисковое картирование железоплавильных печей выполнялось ускоренными методами измерений в связи с необходимостью обследовать большую территорию в сжатые сроки.

Для проведения магнитной съемки нами использовался градиентометр (магнитометр) канадской компании Gem Systems GSM19GW. В зависимости от условий съемки применялось несколько видов крепления подвеса с датчиками:

1) Подвес на спине оператора (рис. 1, 1). Два датчика крепились на жесткой дюралюминиевой штанге на

расстоянии 120 см и устанавливались на раму в виде рюкзака. Нижний датчик крепился на расстоянии 30 см от поверхности земли с учетом роста оператора. Подвес на спине использовался при проведении обзорной съемки методом свободного поиска в местах умеренной залесенности. Данный вид подвеса обеспечивал простую переноску оборудования в процессе съемки и позволил проводить многочасовые измерения.

2) Подвес на тележке (рис. 1, 2). Два датчика крепились на жесткой дюралюминиевой штанге на расстоянии 60 см и устанавливались на специализированную тележку из немагнитных материалов. Нижний датчик крепился на расстоянии 30 см от поверхности земли. Подвес на тележке использовался для проведения как обзорной съемки методом свободного поиска, так и для съемки по сетке. Данный вид подвеса обеспечивал са-

мую простую переноску оборудования, однако применять его возможно только в незалесенных зонах с умеренными перепадами рельефа.

3) Штанга для ручного переноса датчиков (рис. 1, 3). Два датчика крепились на жесткой дюралюминиевой штанге на расстоянии 60 см и переносились оператором вручную. Также на нижний датчик градиентометра устанавливалась дополнительная штанга длиной 30 см для обеспечения его фиксированного расстояния относительно поверхности земли. Это самый мобильный вариант, который использовался при проведении обзорной съемки в самых труднодоступных залесенных местах, где невозможно использование других видов подвеса. Также этот вариант использовался при высокоточной съемке методом единичных замеров.

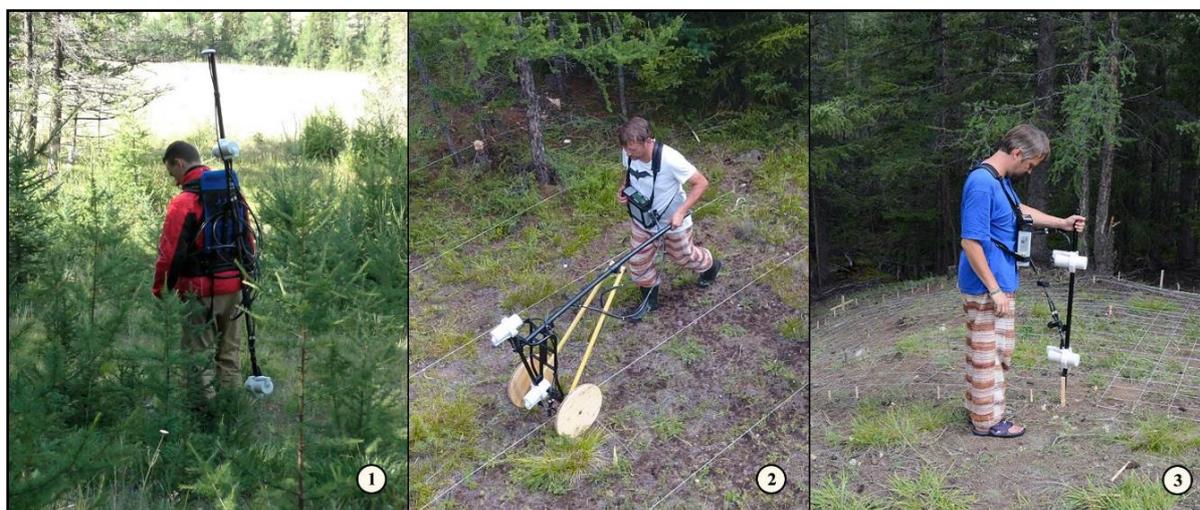


Рис. 1. Виды подвеса датчиков градиентометра: 1 – подвес на спине оператора; 2 – подвес на тележке; 3 – штанга для ручного переноса датчиков

## Результаты

Известные металлургические печи на стоянке Куяхтанар расположены на значительном расстоянии друг от друга (до 0,75 км). Исходя из этой особенности, на первом этапе было проведено обследование перспективных участков методом свободного поиска. Выделенная территория для проведения исследований составляла 1 кв. км. На втором этапе в зоне расположения одной из аномалий мы осуществляли детализированную съемку по сетке.

**Обзорная съемка методом свободного поиска.** Нами были выделены наиболее перспективные зоны расположения объектов металлургии: верхние кромки террас рек и ручьев. В общей сложности, методом свободного поиска проведено 9,83 км линейной съемки (рис. 2). Для измерений использовались подвесы на спине оператора и тележке, привязка осуществлялась при помощи встроенного GPS приемника. В результате выявлено 6 магнитных аномалий со значениями от 280 до 1100 нТ. Аномалия 1 была выбрана для детального изучения.

**Детализированная съемка по сетке.** В зоне аномалии 1 проведена детальная съемка по регулярной сетке. Движение по линиям сетки осуществлялось с помощью подвеса на тележке по траектории зигзага, при этом направление датчиков относительно сторон света оставалось неизменным. Измерения проводились с шагом 0,5 м между линиями и 0,15–0,2 м по ходу съемки. В результате съемки получена детальная магнитная карта, на которой выделены девять аномалий с максимальными значениями градиента намагниченности от 200 нТ и выше (рис. 3).

Часть аномалий хоть и была связана с термоостаточной намагниченностью, но имела естественное происхождение. На территории стоянки фиксировались достаточно крупные валуны – остатки горных пород магматического происхождения. Часть валунов выходило на поверхность, и их легко было идентифицировать и не рассматривать при поиске металлургических объектов. В результате анализа магнитной карты для археологического изучения были выбраны аномалии 1-1 и 1-6.

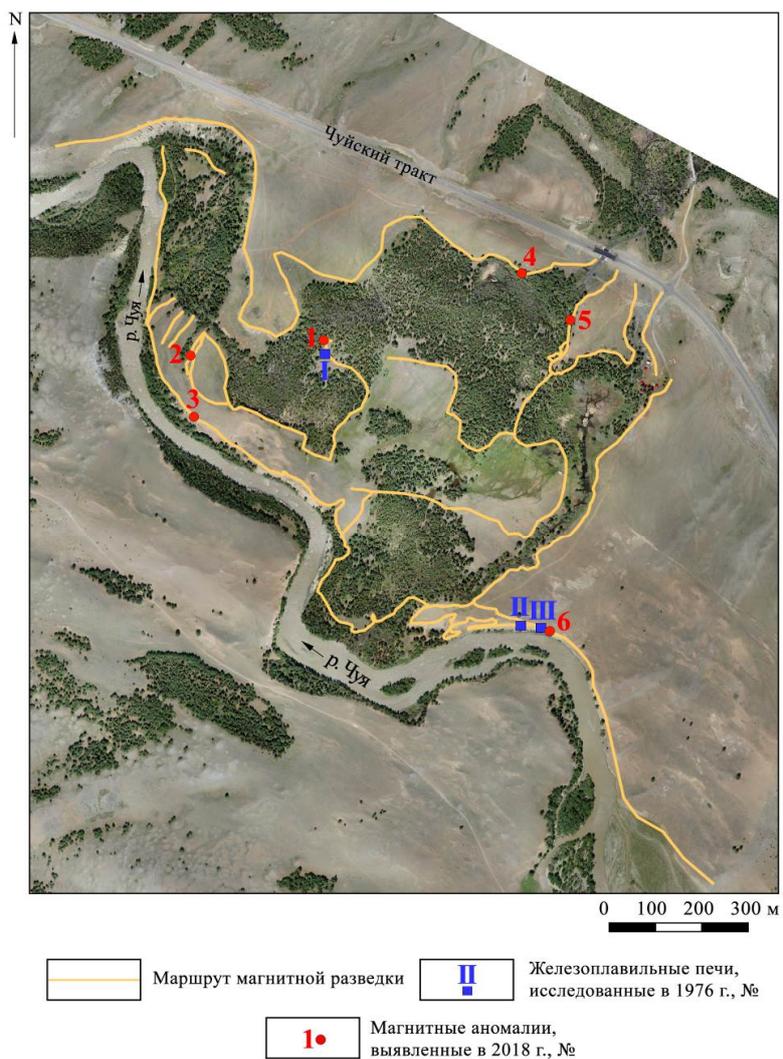


Рис. 2. Карта района проведения обзорной магнитной съемки методом свободного поиска

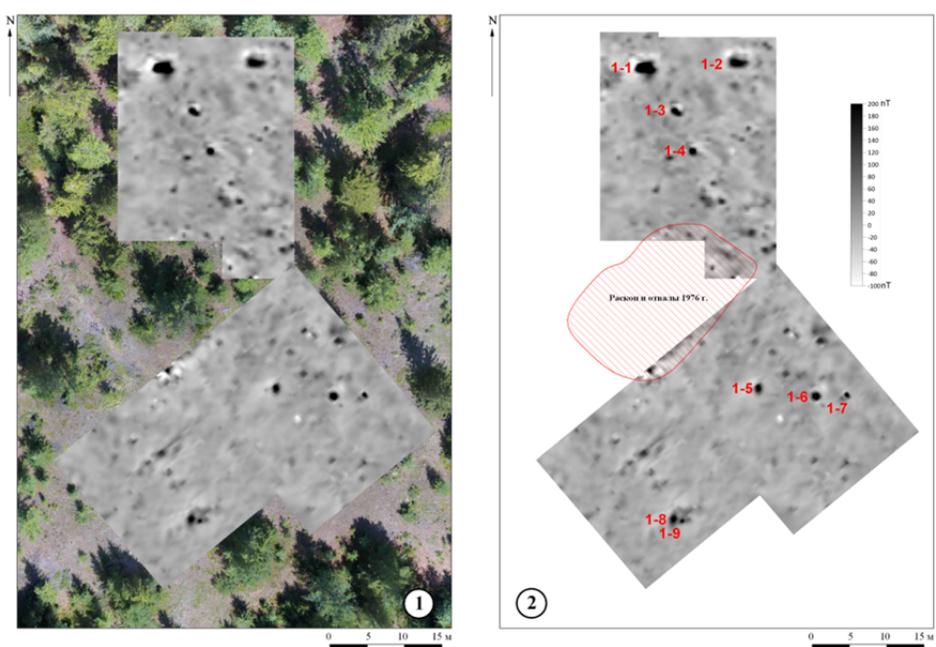


Рис. 3. Магнитная съемка по сетке в зоне аномалии 1

Аномалия 1-1, как показали тестовые раскопки, маркировала не фиксируемую в современном рельефе металлургическую печь. Тестовые раскопки над аномалией 1-6 показали, что она была связана с задрнованным валуном.

Непосредственно перед проведением археологических работ в месте расположения аномалии 1-1 прове-

дена прецизионная съемка по сетке 0,25×0,25 м. Съемка проводилась путем измерения градиента намагниченности отдельно в каждом узле сетки. Максимальное значение градиента намагниченности – 650 нТ. Последующие раскопки показали наличие на месте аномалии 1-1 металлургической печи (рис. 4).

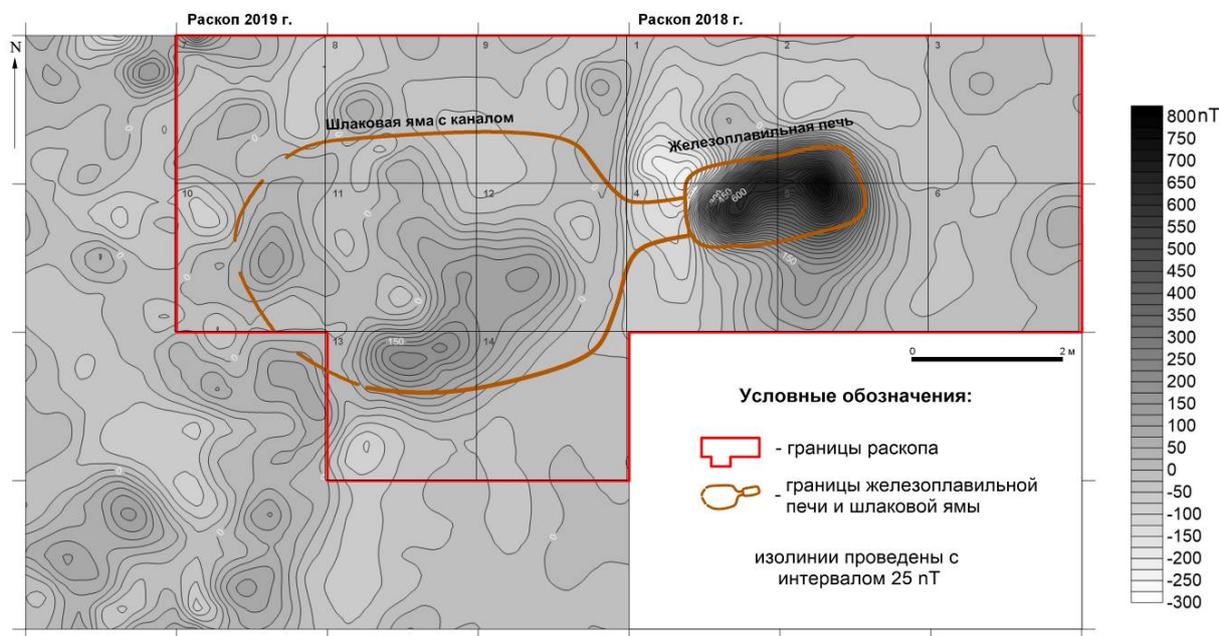


Рис. 4. Высоточная магнитная съемка аномалии 1 и прилегающей площади

В итоге поисковых магнитометрических исследований на стоянке Куякхтанар удалось обнаружить металлургическую печь прекрасной сохранности. Применен-

ная методика оказалась оптимальной для поиска объектов древней металлургии, рассредоточенных на значительной территории.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Могильников В.А. Остатки железоделательного производства на берегу р. Чуи // Материалы по истории и этнографии Горного Алтая. Горно-Алтайск : Горно-Алтайская типография, 1993. С. 52–55.
2. Зиняков Н.М. История черной металлургии и кузнечного ремесла древнего Алтая. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1988. 276 с.
3. Aspinall A., Gaffney C.F., Schmidt A. Magnetometry for Archaeologists. Lanham : Altamira Press, 2008. 208 p.
4. Журбин И.В. Геофизика в археологии: методы, технология и результаты применения. Ижевск : УдМНИИЯЛ УрО РАН, 2004. 152 с.
5. Смекалова Т.Н., Восс О., Мельников А.В. Магнитная разведка в археологии. 12 лет применения Оверхаузеровского градиентометра GSM-19WG. СПб., 2007. 74 с.
6. Водясов Е.В., Зайцева О.В., Пушкарев А.А. Полевые и лабораторные методы исследований объектов черной металлургии : учеб. пособие. Томск, 2015. 44 с.
7. Kozhevnikov N.O., Kharinsky A.V., Snopkov S.V. Geophysical prospection and archaeological excavation of ancient iron smelting sites in the Barun-Khal valley on the western shore of Lake Baikal (Olkhon region, Siberia) // Archaeological Prospection. 2019. Vol. 26 (2). P. 103–119.
8. Зайцева О.В., Водясов Е.В., Пушкарев А.А. Поиск и картографирование археометаллургических объектов с помощью магнитной разведки // Труды III (XIX) Всероссийского археологического съезда. СПб. ; М. : Великий Новгород, 2011. Т. II. С. 382–383.
9. Водясов Е.В. Городище Усть-Таган: памятник черной металлургии Верхнего Приобья // Томский журнал лингвистических и антропологических исследований. 2018. Вып. 1 (19). С. 84–98.
10. Водясов Е.В., Зайцева О.В., Константинов Н.А. Феномен железоплавильных печей кош-агачского типа в Горном Алтае // Кочевые империи Евразии в свете археологических и междисциплинарных исследований: сб. науч. ст. IV Международного конгресса средневековой археологии евразийских степей, посвященного 100-летию российской академической археологии (Улан-Удэ, 16–21 сентября 2019 г.). Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2019. С. 130–132.

Andrey A. Pushkarev. Tomsk State University (Tomsk, Russia). Email: supdron@gmail.com

Mikhail V. Vavulin. Tomsk State University (Tomsk, Russia). Email: 0002004@inbox.ru

### ON THE RESULTS OF MAGNETIC SURVEYING ON THE KUYAKHTANAR ARCHAEOLOGICAL SITE

**Key words:** magnetic survey, archaeology, ancient metallurgy, Altai Mountains region, Kuyakhtanar.

The authors describe a comprehensive study of objects of ancient metallurgical production in the Altai Mountains, made by them in 2018-2019. A visual examination of the region's major archaeological site – Kuyakhtanar – allowed identifying places used for crushing iron ore and blacksmithing. During the examination of the territory, it was suggested that some of the objects could be invisible on the surface. A series of magnetometric surveys were carried out to find any metallurgical furnaces possibly hidden in the landscape.

For the survey, a GSM19GW (Gem Systems Inc., Canada) gradiometer (magnetometer) with internal GPS was used. Depending on the survey conditions we used several types of gradiometer sensors mounting: on the back of the operator; on a cart; rod for manual transfer of sensors. Metallurgical objects which were identified in the past at the Kuyakhtanar archaeological site are separated from each other at a considerable distance (up to 0.75 km). In this regard, we decided to conduct continuous magnetic survey in the territory of one square kilometer. First, the territory was explored through the “free search” method. The most probable areas of detection of metallurgy objects were examined: the upper edges of the terraces of rivers and streams.

As a result, we located six magnetic anomalies of 280 to 1,100 nT pointing to a potential presence of metallurgical objects. One of the anomalies was selected for a more detailed analysis, and the surrounding area was subjected to a high-precision survey using a regular grid. Following that, a magnetic map was created, with nine magnetic anomalies of over 200 nT depicted on it. Based on this map, two more anomalies were chosen for archaeological research – one of them revealing an iron smelting furnace and the other indicating a piece of igneous rock. Overall, two different types of magnetic anomaly are found at the Kuyakhtanar site: the first one is associated with natural remnant magnetisation of igneous rocks and the second one – with remnant magnetisation caused by iron making.

Immediately prior to archaeological excavation at the location of the indicated anomaly, a high-precision grid survey was carried out using the method of single magnetometer measurements. Focusing on the contours of the anomalies displayed on the magnetic map, the boundaries of the excavation area were determined.

Thus, the conducted magnetic surveys enabled the discovery and study of the well-preserved iron smelting furnace, which would have been impossible to locate otherwise.

## REFERENCES

1. Mogilnikov, V.A. (1993) Ostatki zhelezodelatel'nogo proizvodstva na beregu r. Chui [The remains of iron production on the banks of the Chuya]. In: Satlaev, F. (ed.) *Materialy po istorii i etnografii Gornogo Altaya* [Materials on the History and Ethnography of Altai Mountains Region]. Gorno-Altaysk: Gorno-Altayskaya tipografiya. pp. 52–55.
2. Zinyakov, N.M. (1988) *Istoriya chernoy metallurgii i kuznechnogo remesla drevnego Altaya* [The History of Ferrous Metallurgy and Blacksmiths of Ancient Altai]. Tomsk: Tomsk State University.
3. Aspinall, A., Gaffney, C.F. & Schmidt, A. (2008) *Magnetometry for Archaeologists*. Lanham: Altamira Press.
4. Zhurbin, I.V. (2004) *Geofizika v arkheologii: metody, tekhnologiya i rezul'taty primeneniya* [Geophysics in archeology: methods, technology and application results]. Izhevsk: UB RAS.
5. Smekalova, T.N., Voos, O. & Melnikov, A.V. (2007) *Magnitnaya razvedka v arkheologii. 12 let primeneniya Overkhauzerovskogo gradientometra GSM-19WG* [Magnetic surveying in archaeology. 12 years of using the Overhauser GSM-19WG gradiometer]. St. Petersburg: St. Petersburg State University.
6. Vodyasov, E.V., Zaitseva, O.V. & Pushkarev, A.A. (2015) *Polevye i laboratornye metody issledovaniy ob'ektov chernoi metallurgii* [Field and laboratory methods for researching ferrous metallurgy objects]. Tomsk: Tomsk State University.
7. Kozhevnikov, N.O., Kharinsky, A.V. & Snopkov, S.V. (2019) Geophysical prospection and archaeological excavation of ancient iron smelting sites in the Barun-Khal valley on the western shore of Lake Baikal (Olkhon region, Siberia). *Archaeological Prospection*. 26(2). pp. 103–119. DOI: 10.1002/arp.1727
8. Zaitseva, O.V., Vodyasov, E.V. & Pushkarev, A.A. (2011) Poisk i kartografirovanie arkheometallurgicheskikh ob'ektov s pomoshch'yu magnitnoi razvedki [Searching and mapping of archaeometallurgical objects using magnetic survey]. In: Makarov, N.A. & Nosov, E.N. (eds) *Trudy III (XIX) Vserossiiskogo arkheologicheskogo s'ezda* [Proceedings of the 3rd (XIX) Russian Archaeological Congress]. Vol. II. St. Petersburg: Moscow, Veliky Novgorod: [s.n.]. pp. 382–383.
9. Vodyasov, E.V. (2018) Ust-Tagan hillfort: Iron smelting site in the Upper Ob river region. *Tomskiy zhurnal lingvisticheskikh i antropologicheskikh issledovaniy – Tomsk Journal of Linguistics and Anthropology*. 1(19). pp. 84–98. (In Russian). DOI: 10.23951/2307-6119-2018-1-84-98
10. Vodyasov, E.V., Zaitseva, O.V. & Konstantinov, N. A. (2019) Fenomen zhelezoplavil'nykh pechei kosh-agachskogo tipa v Gornom Altai [The phenomenon of Kosh-Agach type of iron-smelting furnaces in the Altai Mountains]. In: Bazarov, B.V. & Kradin, N.N. (eds) *Kochevye imperii Evrazii v svete arkheologicheskikh i mezhdistiplinarnykh issledovaniy* [Nomadic Empires of Eurasia in Archaeological and Interdisciplinary Studies]. Ulan-Ude: SB RAS. pp. 130–132.