

**В.В. Оленченко<sup>1, 2</sup>, Л.В. Цибизов<sup>1, 2</sup>, П.С. Осипова<sup>1, 2</sup>,  
М.П. Козлова<sup>1, 2</sup>, С.В. Шнайдер<sup>1, 3</sup>, С. Алишер кызы<sup>1, 3</sup>,  
Т. Чаргынов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет  
Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН  
Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>Институт археологии и этнографии СО РАН  
Новосибирск, Россия

<sup>4</sup>Кыргызский национальный университет им. Жусупа Баласагына  
Бишкек, Кыргызстан  
E-mail: olenchenkovv@yandex.ru

## **Результаты геофизических исследований памятника Сурунгур (Южный Кыргызстан)**

*Грот Сурунгур, расположенный на юге Ферганской долины (Кыргызстан), – новый перспективный археологический памятник периода, предположительно, финального плейстоцена – раннего голоцена. Стоянка была обнаружена в 2017 г. и изучалась в полевые сезоны 2018–2019 гг. Центральноазиатским палеолитическим отрядом ИАЭТ СО РАН и Кыргызского национального университета им. Ж. Баласагына. Археологическим работам на памятнике предшествовали геофизические исследования методами электротомографии и магнитометрии. Были получены геоэлектрическая модель фрагмента памятника (объемное распределение сопротивления) и карта магнитных аномалий над поверхностью (распределение аномальных значений модуля вектора магнитной индукции). В результате анализа и интерпретации полученных данных были определены основные особенности строения и структуры отложений в пределах памятника: мощность литологических слоев и форма скального основания, а также локализован ряд участков, перспективных для археологических исследований. На одном из таких участков был заложен шурф и выявлен каскад кострищ, который являлся источником положительной аномалии модуля вектора магнитной индукции (10–15 нТл). Кроме того, по данным электротомографии были выявлены две локальные аномалии пониженного сопротивления (10–20 Ом·м на фоне 100 Ом·м), связанные, вероятно, с более ранними археологическими шурфами середины XX в. В верхней части разреза исследуемого участка были установлены признаки постдепозиционного нарушения. Нижняя часть залегает в непо потревоженном состоянии, следовательно, данный участок является перспективным для проведения площадных археологических раскопок. Значение настоящего исследования важно в контексте имеющегося дефицита стратиграфических памятников в регионе периода мезолита–неолита.*

Ключевые слова: Ферганская долина, электротомография, магнитометрия, археологический памятник.

**Vladimir V. Olenchenko<sup>1, 2</sup>, Leonid V. Tsibizov<sup>1, 2</sup>, Polina S. Osipova<sup>1, 2</sup>,  
Marina P. Kozlova<sup>1, 2</sup>, Svetlana V. Shnaider<sup>1, 3</sup>, Saltanat Alisher kyzy<sup>1, 3</sup>,  
Temirlan Chargynov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Novosibirsk State University,  
Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,  
Novosibirsk, Russia

<sup>3</sup>Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS,  
Novosibirsk, Russia

<sup>4</sup>Kyrgyz National University named after Yusup Balasagyn,  
Bishkek, Kyrgyzstan  
E-mail: olenchenkovv@yandex.ru

## Results of Geophysical Research at the Surungur Site (South Kyrgyzstan)

*The Surungur grotto is a new and promising archaeological site presumably belonging to the Final Pleistocene – Early Holocene, located in the southern part of the Ferghana Valley (Kyrgyzstan). The site was discovered in 2017 and was studied in the field seasons of 2018–2019 by the Central Asian Paleolithic Unit from the IAE SB RAS and the Jusup Balasagyn Kyrgyz National University. Archaeological works at the site were preceded by geophysical research using electrical resistivity tomography and magnetometry. A geoelectric model of a part of the site (volumetric resistivity distribution) and map of magnetic anomalies above the surface (distribution of anomalous values of the module of magnetic induction vector) were obtained. Analysis and interpretation of the data obtained resulted in establishing the main structural features and composition of deposits at the site. The thickness of lithological layers and shape of the rock base, as well as a number of promising areas for archaeological research have been identified. Test pit was made at one of these areas, and a cascade of hearths, which was the source of positive anomaly in the magnetic induction vector module (10–15 nT) has been identified. In addition, the data of electrical resistivity tomography revealed two local anomalies of low resistivity (10–20 Ohm-m against the background of 100 Ohm-m), probably associated with the earlier archaeological test pits of the mid 20th century. The signs of post-depositional disturbance were found in the upper part of the section under study. The lower part occurred in undisturbed state and therefore this area is promising for local archaeological excavations. This study is important due to the lack of stratigraphic sites of the Mesolithic–Neolithic in the region.*

Keywords: *Ferghana Valley, electrical resistivity tomography, magnetometry, archaeological site.*

В силу географического положения Ферганской долины между горными системами Тянь-Шаня, Гиссаро-Алая и Памира, через ее территорию проходили многие миграции древнего человека. Наиболее ранние свидетельства присутствия здесь древнего человека зафиксированы в пещере Сельунгур (ок. 120 тыс. л.н.) [Krivoshapkin et al., 2018]. Наибольшее количество известных стоянок древнего человека относится к периоду финального плейстоцена – раннего голоцена [Исламов, Тимофеев, 1986, с. 17], что, вероятнее всего, фиксирует период наиболее раннего массового заселения региона. К сожалению, большая часть данных памятников – это подъемные комплексы, известные стратифицированные объекты являются потревоженными [Shneider et al., 2017; Шнайдер и др., 2017, с. 241].

С целью поиска новых памятников данного периода в 2017 г. членами Центральноазиатского палеолитического отряда были проведены разведочно-поисковые работы в долине р. Сох (северная часть Ферганской долины). В ходе разведочных работ в окрестностях г. Айдаркен недалеко от памятников Обишир-5 и -1 был обнаружен навес Сурунгур.

Памятник располагается в 3 км к югу от стоянки Обишир-5, в Баткенской обл., в 10 км от г. Айдаркен, в окрестностях с. Эшме, вдоль дорожной трассы Айдаркен–Сох, и представляет собой скальный навес, расположенный на южном склоне хребта Катрантау (рис. 1).

Согласно свидетельствам местных жителей, в 1960–1970 гг. на памятнике проводились археологические исследования в течение одного полевого сезона. Тем не менее данных об упоминаемых ра-

ботах не представлено в опубликованных и архивных источниках, что заставило нашу группу усомниться в проведении ранее на памятнике полевых исследований.

Изучение памятника нашей группой было начато в 2018 г., при этом археологическим работам предшествовали геофизические исследования, направленные на выявление наиболее перспективных участков для проведения площадных раскопок.

Комплекс геофизических методов включал электротомографию и магнитометрию. Метод электротомографии основан на различии горных пород по удельному электрическому сопротивлению и часто применяется в практике археологических исследований [Campana, Piro, 2008, p. 83–104; Witten, 2017, p. 299–317]. С помощью многоэлектродных измерительных систем производят зондирование среды на глубину, в результате чего получают двумерные геоэлектрические разрезы (разрезы удельного электрического сопротивления (далее – УЭС). При площадных исследованиях строят объемные геоэлектрические модели, которые позволяют выявить особенности строения участка исследований в плане и по глубине. Интерпретация данных проводится на основе известных зависимостей УЭС от литологического состава, влажности и засоленности пород. Магнитометрия – это один из основных методов археогеофизики [Fassbinder, 2017, p. 499–514; Kvamme, 2006], он основан на различии магнитных свойств горных пород и артефактов. Для измерения магнитного поля применялся цезиевый магнитометр Geometrics G-858 [G-858...]. Расстояние между профилями магнитной съемки составляло 1 м, измерения вдоль профиля велись в режиме непре-



Рис. 1. Вид на памятник Сурунгур.

рывной съемки с частотой 10 Гц. Таким образом, при скорости перемещения оператора не более 3 км/ч расстояние между точками измерений вдоль профиля составило не более 10 см. Съемка вдоль всех профилей проводилась в одном направлении, т.е. без обратного хода (во избежание ориентационной ошибки). Каждый метр осуществлялась привязка (ставилась электронная метка) к метке на профиле по рулетке. Высота съемки составляла 1 м. Запись магнитных вариаций осуществлялась при помощи магнитовариационной станции ММРОС-1, вариации были учтены при обработке. По результатам обработки методом интерполяции Krigging в программном пакете Surfer было построено распределение аномальных значений модуля вектора магнитной индукции в пределах исследованной площади (далее – карта магнитных аномалий). В качестве уровня нормального поля было принято медианное значение по всей выборке измеренных значений.

При измерениях методом электротомографии применялась многоэлектродная электроразведочная станция Скала-48. При этом 48 электродов заземлялись с шагом 1 м вдоль линии профиля. Последовательность подключения электродов соответствовала прямой и встречной трехэлектродным установкам. Площадные измерения выполнены на пяти профилях, расстояние между профилями составляло 2 м. Еще один профиль располагался в 8 м от профиля № 5, на краю площадки с восточной стороны. Обработка данных выполнялась с по-

мощью программ инверсии Res2DInv и Res3DInv [Loke, 2004, p. 46–70, 101–115].

На рис. 2 показан срез трехмерной геоэлектрической модели на глубине 1,8–2,59 м, полученный с помощью программы Res3DInv. На срезе отчетливо выделяются две аномалии низкого УЭС менее 10 Ом·м. Как правило, такие аномалии возникают в местах антропогенного нарушения структуры грунтов, например, при копке могил. Прямоугольная форма одной из аномалий также говорит о ее вероятной антропогенной природе. Низкое УЭС грунтов объясняется повышенной влажностью, а также высокой минерализацией поровой жидкости.

Площадка перед гротом используется домашними животными для отстоя, поэтому поровая влага насыщена продуктами жизнедеятельности животных и имеет высокую электропроводность.

На рис. 3 показан геоэлектрический разрез (3а) по профилю 3 и его интерпретация (3б). На разрезе в интервале 9,5–4,5 м на глубине ок. 2 м выделяется локальная изометричная аномалия, интерпретируемая как погребение.

Следует отметить, что над этой аномалией низкого УЭС в приповерхностной части разреза отмечается область высокого УЭС, которая может быть связана с крупнообломочными грунтами обратной засыпки. Еще одна локальная аномалия высокого УЭС выделяется в интервале 15–17 м. Под ней расположена область пониженного УЭС, обозначенная на рис. 2 цифрой «1».

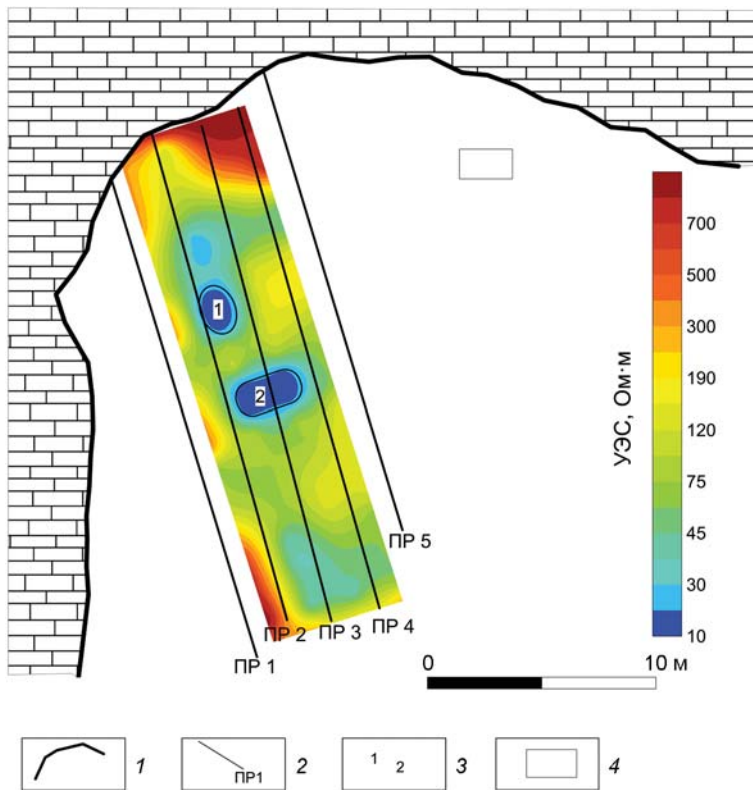


Рис. 2. Срез 3D-геоэлектрической модели на глубине 1,8 м.

1 – контур капельной линии грота; 2 – профиль электротомографии и его номер; 3 – номер аномалии низкого УЭС; 4 – шурф.

На рис. 4 приведена карта магнитных аномалий на площадке перед гротом. Как видно из рисунка, основной диапазон значений укладывается в пределы от  $-20$  до  $+20$  нТл. Максимальные аномальные значения, наблюдаемые на участке, достигают  $-160$

и  $+80$  нТл. Эти локальные возмущения магнитного поля (как правило, знакопеременные) вызваны, как показали неоднократные замеры, современными техногенными объектами на небольшой глубине (консервные банки, обломки сельскохозяйственных механизмов и т.п.). Некоторые положительные (в пределах  $20$  нТл) аномалии пространственно совпадают с особенностями рельефа (небольшие отвалы, канавы, грунтовый бруствер) и, вероятно, ими и объясняются. Среди перспективных аномалий, которые трудно объяснить на основе визуальных наблюдений и очевидных логических выводов (например, пониженные аномалии вблизи скальной стенки объясняются границей рыхлых отложений, которые имеют большую магнитную восприимчивость – приблизительно на два порядка в сравнении с карбонатным материалом скалы), поисковый интерес вызвала положительная аномалия магнитного поля в северо-восточном углу площадки (рис. 4). В центральной части она осложнена локальной знакопеременной аномалией.

В результате геофизических исследований установлено, что на площади исследований присутствуют аномалии низкого электрического сопротивления. Некоторые из таких аномалий имеют прямоугольную форму, что предполагает их ан-

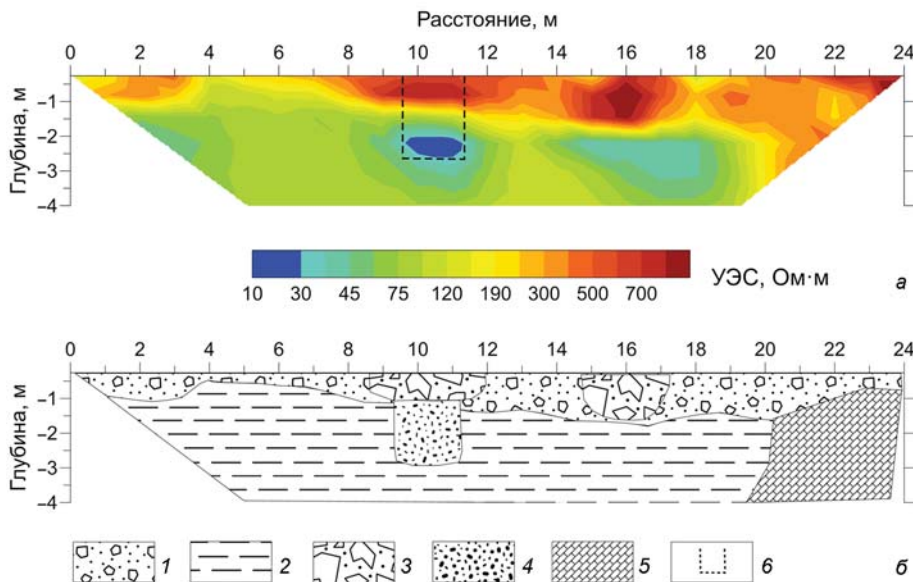


Рис. 3. Геоэлектрический разрез по профилю 3 (а) и его интерпретация (б).

1 – маловлажный щебенчатый грунт; 2 – супесь; 3 – крупнообломочные породы обратной засыпки; 4 – антропогенно-нарушенный грунт; 5 – скальное основание; 6 – рекомендуемое место заложения шурфа.

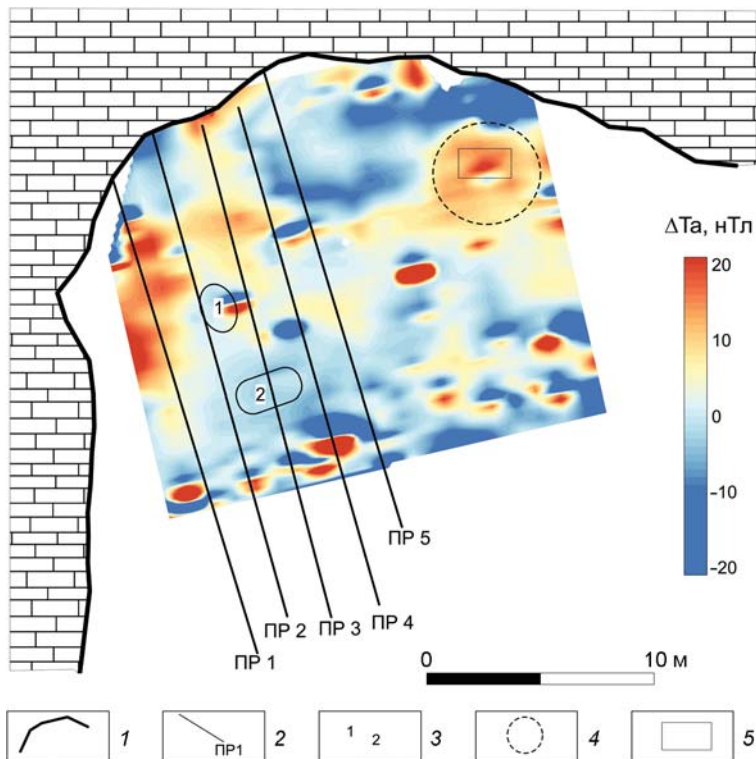
Рис. 4. Карта магнитных аномалий.

1 – контур каплевой линии грота; 2 – профили электротомографии; 3 – аномалии УЭС и их номер; 4 – магнитная аномалия, рекомендуемая к раскопу; 5 – шурф.

тропогенное происхождение. Низкое УЭС грунтов объясняется нарушенным сложением, большей влажностью и повышенной минерализацией поровой влаги по сравнению с вмещающими породами. Магнитные аномалии объясняются в основном рядом естественных и техногенных особенностей, среди которых выявлен один участок (рис. 4), представляющий интерес для археологического исследования. Локальные геоэлектрические аномалии, которые, предположительно, также могут быть связаны с археологическими объектами, пространственно коррелируют с зонами слабоотрицательных магнитных аномалий. Однако эти аномалии трудно выделить лишь на основе анализа данных магнитометрии, без сопоставления с данными электроразведки.

Геофизические данные указывают на то, что в пределах участка, рекомендуемого к раскопу (рис. 4), имеется нарушение в строении рыхлых отложений. Исходя из опыта применения магнитометрии в подобных условиях [Цибизов и др., 2017, с. 171–174], такое нарушение может быть вызвано земляными работами различного рода, а также кострищами, следами прокаливания, скоплениями керамики. Для уточнения природы геофизической аномалии был заложен шурф. Глубина шурфа до крупных камней, залегающих на поверхности коренных пород, составила 2,5 м. В процессе археологических раскопок на данном участке была выявлена серия кострищ.

По данным электроразведки верхняя часть отложений имеет следы постдепозиционного нарушения до глубины 1,0–1,5 м, появившиеся, вероятно, из-за выравнивания поверхности площадки в середине XX в. Нижележащие отложения являются ненарушенными и перспективными для проведения площадных археологических работ. В этих отложениях выявлены две локальные аномалии сопротивления подпрямоугольной формы, которые могут быть следами как древних искусственных нарушений (могила, выгребная яма и т.д.), так и археологических шурфов. В пользу второй версии свидетельствует наличие зон высокого сопротивления, расположенных над этими



аномалиями: следы шурфования верхнего слоя и, соответственно, последующей засыпки.

### Благодарности

Геофизические исследования памятника были выполнены при поддержке проекта РФФИ № 17-29-04122 «Исследования палеолитических памятников в карстовых пещерах Южной Сибири и Центральной Азии комплексными геофизическими методами», археологические исследования памятника были выполнены при поддержке проекта РНФ № 19-78-10053 «Происхождение производящего хозяйства в горной части Центральной Азии».

### Список литературы

- Исламов У.И., Тимофеев В.И. Культура каменного века Центральной Ферганы. – Ташкент: ФАН, 1986. – 304 с.
- Цибизов Л.В., Кривошапки А.И., Осипова П.С., Оленченко В.В., Григорьевская А.В., Виола Б., Чаргынов Т., Колобова К.А., Шнайдер С.В. Апробация комплекса геофизических методов в пещере Сельунгур (Кыргызстан) // Теория и практика археологических исследований. – 2017. – № 4 (20). – С. 169–177.
- Шнайдер С.В., Абдыканова А., Крайцарж М., Алишер-кызы С., Никулина Е.Д., Тэйлор В., Кривошапки А.И. Результаты археологических раскопок памятника Обишир-1 в 2017 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных тер-

риторий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. – Т. XXIII. – С. 240–244.

**Campana S., Piro S.** Introduction to geophysics for archaeology. Seeing the unseen // *Geophysics and landscape archaeology*. CRC Press. – 2008. – P. 53–924.

**Fassbinder J.W.E.** Magnetometry for archaeology // *Encyclopedia of Geoarchaeology, Encycl. Earth Sci. Series* / ed. A. Gilbert. – 2017. – P. 499–514.

**G-858** MagMapper Magnetometer // *Geometrics*. – URL: <https://www.geometrics.com/product/g-858/> (дата обращения: 01.10.2019).

**Krivoshapkin A., Viola B., Charginov T., Krajcarz M.T., Krajcarz M., Fedorowicz S., Shnaider S., Kolobova K.** Middle Paleolithic variability in Central Asia: Lithic assemblage of Sel'Ungur cave // *Quaternary Intern.* – 2018 (in Press, Available online 30 September 2018). – URL: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.09.051>.

**Kvamme K.L.** Magnetometry: Nature's gift to archaeology // *Remote sensing in archaeology: An Explicitly North American Perspective*. – Univ. of Alabama Press, 2006. – P. 205–233.

**Loke M.H.** Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys. – 2004. – 195 p. – URL: [geoelectrical.com](http://geoelectrical.com).

**Shnaider S.V., Krajcarz M.T., Viola T.B., Abdykanova A., Kolobova K.A., Fedorchenko A.Yu., Alisherkyzy S., Krivoshapkin A.I.** New investigations of Epipaleolithic in western Central Asia: Obishir-5 // *Antiquity*. – 2017. – Vol. 91, iss. 360. – DOI:10.15184/aqy.2017.208.

**Witten A.J.** Handbook of geophysics and archaeology. – Routledge, 2017. – 329 p.

## References

**Campana S., Piro S.** Introduction to geophysics for archaeology. Seeing the unseen. In *Geophysics and landscape archaeology*. CRC Press, 2008, pp. 53–924.

**Fassbinder J.W.E.** Magnetometry for archaeology. *Encyclopedia of Geoarchaeology, Encycl. Earth Sci. Series*; ed. A. Gilbert, 2017, pp. 499–514.

**G-858** MagMapper Magnetometer. *Geometrics*. URL: <https://www.geometrics.com/product/g-858/> (Accessed: 01.10.2019).

**Islamov U.I., Timofeev V.I.** Kul'tura kamennogo veka Central'noj Fergany. Tashkent: Phan, 1986, 304 p. (in Russ.).

**Krivoshapkin A., Viola B., Charginov T., Krajcarz M.T., Krajcarz M., Fedorowicz S., Shnaider S., Kolobova K.** Middle Paleolithic variability in Central Asia: Lithic assemblage of Sel'Ungur cave. *Quaternary International*, 2018 (in Press, available online 30 September 2018). URL: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.09.051>.

**Kvamme K.L.** Magnetometry: Nature's gift to archaeology. In *Remote sensing in archaeology: An Explicitly North American Perspective*. Alabama, 2006, pp. 205–233.

**Loke M.H.** Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys, 2004, 195 p. URL: [https://sites.ualberta.ca/~unsworth/UA-classes/223/loke\\_course\\_notes.pdf](https://sites.ualberta.ca/~unsworth/UA-classes/223/loke_course_notes.pdf).

**Shnaider S.V., Abdykanova A., Krajcarz M., Alisherkyzy S., Nikulina E.D., Taylor W., Krivoshapkin A.I.** Results of Archaeological Excavation at Obishir-1 in 2017. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2017, vol. XXIII, pp. 240–244 (in Russ.).

**Shnaider S.V., Krajcarz M.T., Viola T.B., Abdykanova A., Kolobova K.A., Fedorchenko A.Yu., Alisherkyzy S., Krivoshapkin A.I.** New investigations of Epipaleolithic in western Central Asia: Obishir-5. *Antiquity*, 2017, vol. 91, iss. 360. DOI:10.15184/aqy.2017.208.

**Tsibizov L.V., Krivoshapkin A.I., Osipova P.S., Olenchenko V.V., Grigorevskaya A.V., Viola B., Charginov T., Kolobova K.A., Shnaider S.V.** Approbation of the Complex of Geophysical Methods in the of Sel'ungur cave (Kyrgyzstan). *Theory and Practice of Archaeological Research*, 2017, vol. 4 (20), pp. 169–177. DOI: 10.14258/tpai(2017)4(20).- 13 (in Russ.).

**Witten A.J.** Handbook of geophysics and archaeology. Routledge, 2017, 329 p.

Оленченко В.В. <https://orcid.org/0000-0002-4386-7064>

Цибизов Л.В. <https://orcid.org/0000-0002-7395-4679>

Осипова П.С. <https://orcid.org/0000-0003-0510-6333>

Козлова М.П. <https://orcid.org/0000-0002-5002-0312>

Шнайдер С.В. <https://orcid.org/0000-0003-2230-4286>

Алишер кызы С. <https://orcid.org/0000-0003-3138-0942>

Чаргынов Т. <https://orcid.org/0000-0003-2230-4286>