

А.С. Пахунов^{1, 2}, С.В. Алкин³✉

¹Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия

²Институт археологии РАН
Москва, Россия

³Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия

E-mail: alkin-s@yandex.ru

Результаты изучения пигментов писаниц среднего и нижнего течения реки Шилка в Забайкальском крае

В текущем году были продолжены полевые и лабораторные работы по изучению писаниц в среднем и нижнем течении р. Шилка в Забайкальском крае. Новые рисунки были обнаружены в процессе документации писаницы у р. Средне-Шайкино. Было проведено химико-аналитическое изучение пигментов с применением сканирующей электронной микроскопии и рамановской спектроскопии. Благодаря приготовлению поперечных сечений образцов была проанализирована их послойная структура. Все образцы содержат более трех слоев с принципиально различающимся составом, которые образовались в меняющихся геохимических условиях с попеременным накоплением соединений кремния, алюминия, фосфора, кальция. Анализ девяти образцов с памятника у р. Средне-Шайкино показал, что последовательность слоев в разных образцах не совпадает. Это может быть связано как с локальными вариациями состава коренной породы, так и с особенностями расположения и ориентации плоскостей с рисунками. Все проанализированные рисунки выполнены красными красками, присутствие в них гематита подтверждено с использованием рамановской спектроскопии. В образцах пигментов найдены полые трубчатые структуры, характерные для гематита биогенного происхождения. Обнаружение биогематита в образцах со всех четырех памятников позволяет судить о наличии определенной культурной традиции в использовании такого рода сырья, а также предположить относительную одновременность создания изученных писаниц. Полученные результаты позволяют по-новому взглянуть на художественную практику древнего населения Забайкалья и открывают дальнейшие перспективы для поиска источников красочных материалов и изучения технологий приготовления красок.

Ключевые слова: Забайкалье, Шилка, наскальное искусство, пигменты.

Alexander S. Pakhunov^{1, 2}, Sergei V. Alkin³✉

¹Novosibirsk State University,
Novosibirsk, Russia

²Institute of Archaeology RAS,
Moscow, Russia

³Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS,
Novosibirsk, Russia

E-mail: alkin-s@yandex.ru

Preliminary Results of Study of Pigments from the Rock Art Sites of Middle and Lower Stream of the Shilka River in the Trans-Baikal Region

This year, field and laboratory work continued on the study of the rock art sites in the middle and lower streams of the Shilka River in the Trans-Baikal region. New drawings were discovered as a result of the comprehensive documentation of the rock art site near the Sredne-Shaykino River. Microanalytical studies of the pigments from all the four sites were performed using SEM-EDX and micro-Raman. The preparation of cross-sections allowed analyzing weathered samples layer by layer.

Each sample contains a multilayered structure with at least three individual layers rich in silicon, aluminum, phosphorus, and calcium corresponding to the changes in the geochemical environment. Analysis of 9 samples from the Sredne-Shaykino site demonstrated that the sequence of layers in different samples does not match. These variations might be related both to local composition of the bedrock and the position and orientation of the panels with drawings. All paintings were made in red color. Hematite was detected using micro-Raman spectrometry. Sheaths, which are characteristic of biogenic hematite, were revealed in the pigment samples. The discovery of biohematite in the samples from all four sites makes it possible to evaluate the presence of a specific cultural tradition in the use of such raw materials, as well as the relative simultaneity of the creation of the studied sites. This study provides new insights into the artistic practice of the ancient population of the Trans-Baikal region and develops the framework for further search of the pigment's sources and paint preparation techniques.

Keywords: *Trans-Baikal, Shilka, rock art, pigments.*

Введение

В 2020 г. нами были продолжены работы по изучению памятников наскального искусства (писаниц) в Сретенском и Могочинском р-нах Забайкальского края. В ходе экспедиционных работ была проведена детальная фиксация изображений на писанице ниже устья левобережного притока Шилки р. Средне-Шайкино, что, в частности, позволило обнаружить новые рисунки. Лабораторные исследования включали изучение составов красок с применением химико-аналитических методов и микроскопии. Визуальные наблюдения, а также определение цвета красок с использованием стандартного атласа цветов показывают, что цвет различается на каждой из исследованных плоскостей. Это может быть связано с рядом факторов, таких как различный состав сырья, вариации в технологии обработки и рецептур приготовления красок. Известно, что влияние на восприятие цвета оказывают также целостность красочного слоя, цвет поверхности, по которой выполнен рисунок, и даже климатические условия [Ruiz, Pereira, 2014]. Целью нашего исследования было определение возможных причин различия цвета красок.

Материалы и методы

Для специального изучения были привлечены 12 образцов пигментов с памятников у рек Джалинда, Кара, Ларги и Средне-Шайкино, отобранные в ходе полевых исследований 2019–2020 гг. Они использовались для анализа с применением сканирующей электронной микроскопии с рентгеновским микроанализом, микрорамановской спектроскопии, изготовления шлифов с последующим послойным микроанализом. С целью минимизации влияния вмешательства на визуальную целостность изображений, образцы отбирались в местах естественных отслоений.

Три из изучаемых памятников наскального искусства (писаницы Джалинда, Кара и Ларги) расположены в средней части бассейна р. Шилка на территории Сретенского р-на Забайкальского края. Писаница Средне-Шайкино находится в нижнем те-

чении Шилки в Могочинском р-не Забайкальского края. Петроглифы Джалинды известны с середины XIX в., Кара и Средне-Шайкино открыты в 1954 г. ДВАЭ ИИМК под руководством А.П. Окладникова [Окладников, Ларичев, 1999]. Все они в дальнейшем изучались А.И. Мазиным [1986, 1994]. Ларгинская писаница открыта археологическим отрядом ИАЭТ СО РАН [Ахметов, Алкин, 2017]. Традиционно восточно-забайкальские писаницы датируются эпохой бронзы. По нашим наблюдениям, исходя из стилистики и техники нанесения изображений, подтверждаются высказывавшиеся ранее предположения о возможной одновременности рисунков в составе одного петроглифического комплекса [Мазин, 1986, с. 29], однако данный вопрос требует дальнейшего изучения.

На этих памятниках была выполнена полная или частичная фиксация наскальных изображений с применением наземной фотосъемки с последующей фотограмметрической обработкой. Полученные высокодетализированные ортофотографии необходимы для выполнения прорисовок красочных изображений, что позволило уточнить известные изображения (прежде всего в числе опубликованных А.И. Мазиным), а в ряде случаев обнаружить новые рисунки.

Писаница в пади Джалинда (Бичигинская писаница) находится в распадке реч. Бичига, которая является левым притоком р. Джалинда. Панно с рисунками, выполненными пигментами двух оттенков красного цвета, располагается на плоскости у основания гранитового останца высотой ок. 8 м. Среди изображений имеются вертикальные линии, крестообразные знаки, антропоморфные фигуры и др. Сохранность их удовлетворительная, однако в настоящее время некоторые детали композиции скрыты натечными образованиями [Мазин, 1994, с. 16–17; Пахунов, Алкин, Илюшечкин, 2019].

Участок скальной гряды вдоль русла р. Кара, где расположена одноименная писаница, находится в 10 км от устья реки. Рисунки расположены на высоте ок. 10 м от уровня реки и нанесены на четыре плоскости. Изображения выполнены сплошными линиями пигмента красного цвета разных оттен-

ков. В составе живописных композиций отмечены зооморфные, орнитоморфные, антропоморфные фигуры, пятна округлой формы, в т.ч. организованные в линейные структуры [Мазин, 1986, с. 28–29].

Писаница Ларги расположена на скальном выступе в 5 км от устья р. Ларги, являющейся правобережным притоком р. Шилки [Ахметов, Алкин, 2017, с. 27]. Она представляет собой компактную многофигурную композицию, созданную с использованием краски красного и оранжевого оттенков. Среди изображений антропоморфные, орнитоморфные и зооморфные фигуры, пятна округлой формы, соляные знаки, «лодки» и др.

Писаница Средне-Шайкино включает в себя не менее десятка труднодоступных плоскостей с рисунками на оконечности скального гранитного массива, окаймляющего вниз по течению р. Шилка устьевый участок р. Средне-Шайкино [Мазин, 1986, с. 29–34]. Число отдельных композиций, общее количество изображений, их типологическое и стилистическое разнообразие делают этот памятник наиболее интересным и сложным для понимания среди пяти выявленных на сегодня петроглифических пунктов среднего и нижнего течения Шилки.

Фиксация рисунков шилкинских писаниц проводилась с применением фотокамеры Sony A7II с объективом Sony FE 28/2, а ландшафтного контекста памятников – с использованием беспилотного летательного аппарата DJI Mavic Air. Цвет красок определялся при неярком рассеянном освещении посредством визуального сопоставления с цветовыми полями атласа NCS 1950.

Микрофотосъемка образцов и аншлифов проводилась на микроскопе Leica Z6 APO. Для измерения рамановских спектров неподготовленных образцов применялся конфокальный рамановский микроскоп Bruker Senterra. Использовался диодный лазер 785 нм и длиннофокусный объектив с увеличением $\times 50$. Измерения проводились в течение 120 с на минимальной мощности 0,1 мВт с целью предотвращения локального нагревания образца, что может приводить к фазовым переходам исследуемых минералов. Определение фаз велось по библиотекам RRUFF. С целью изучения послойной структуры образцов были подготовлены аншлифы, которые анализировались с использованием сканирующего электронного микроскопа FEI Versa 3D с приставкой для рентгеновского микроанализа EDAX Octane Plus. Исследование проводилось в режиме низкого вакуума без напыления токопроводящих элементов. Основным методом микроанализа было экспрессное элементное картирование на площадях порядка 0,02–0,1 мм². Для последующего анализа полученные карты элементов объединялись в слои в программе Adobe Photoshop.

Результаты и обсуждение

Все рассматриваемые памятники располагаются в скальных массивах или на отдельных выходах-останцах вблизи рек. Характерным для них является наличие над изображениями карниза, что предотвращает попадание на плоскости с рисунками большого количества осадков (рис. 1, 1–3). Тем не менее состояние сохранности многих изображений неудовлетворительно ввиду многочисленных осыпей красочного слоя (рис. 1, 4–6).

Изучение стратиграфии образцов с применением оптической микроскопии и сканирующей электронной микроскопии с рентгеновским микроанализом показало, что все они представляют собой слоистые структуры, в которых красочный слой располагается между слоями, богатыми кремнием, алюминием, фосфором и кальцием. Такого рода структуры формируются в результате комбинации процессов физического и химического выветривания, а вариации состава связаны с изменением геохимических условий (рис. 1, 7–12) [Defrasne et al., 2019]. Образцы, отобранные с рисунков, в среднем содержат не менее 3–5 четко выделяемых слоев (рис. 1, 13–15), тогда как в местах активного образования новых наслоений выделяется более 15 слоев.

Все рисунки на изученных писаницах выполнены красками красного цвета. Их анализ с применением рамановской спектроскопии показал, что красный цвет обуславливается присутствием гематита (рис. 2). Других оксидов железа обнаружено не было. Толщина красочных слоев существенно различается от образца к образцу и составляет от 1 до 50 мкм. Неравномерность толщины слоя в составе одного образца наблюдается практически во всех случаях и связана с особенностями фактуры поверхности, сформированной натечными наслоениями. В ряде образцов отмечены красочные слои толщиной менее 5 мкм, что может являться свидетельством как использования достаточно жидкой краски, так и частичного ее вымывания. Во всех проанализированных образцах в красочном слое были обнаружены полые трубочки диаметром 0,4–2 мкм и длиной до 13 мкм. Ввиду их хаотической ориентации в слое, при изготовлении аншлифов были получены как продольные, так и поперечные их сечения. Такого рода трубчатые структуры характерны для пигментов, имеющих биологическую природу. Нитчатые железобактерии живут в источниках воды богатых соединениями железа и кислородом. В процессе жизнедеятельности они окисляют двухвалентное железо до трехвалентного и накапливают его. После их отмирания на дне происходит накопление и формирование

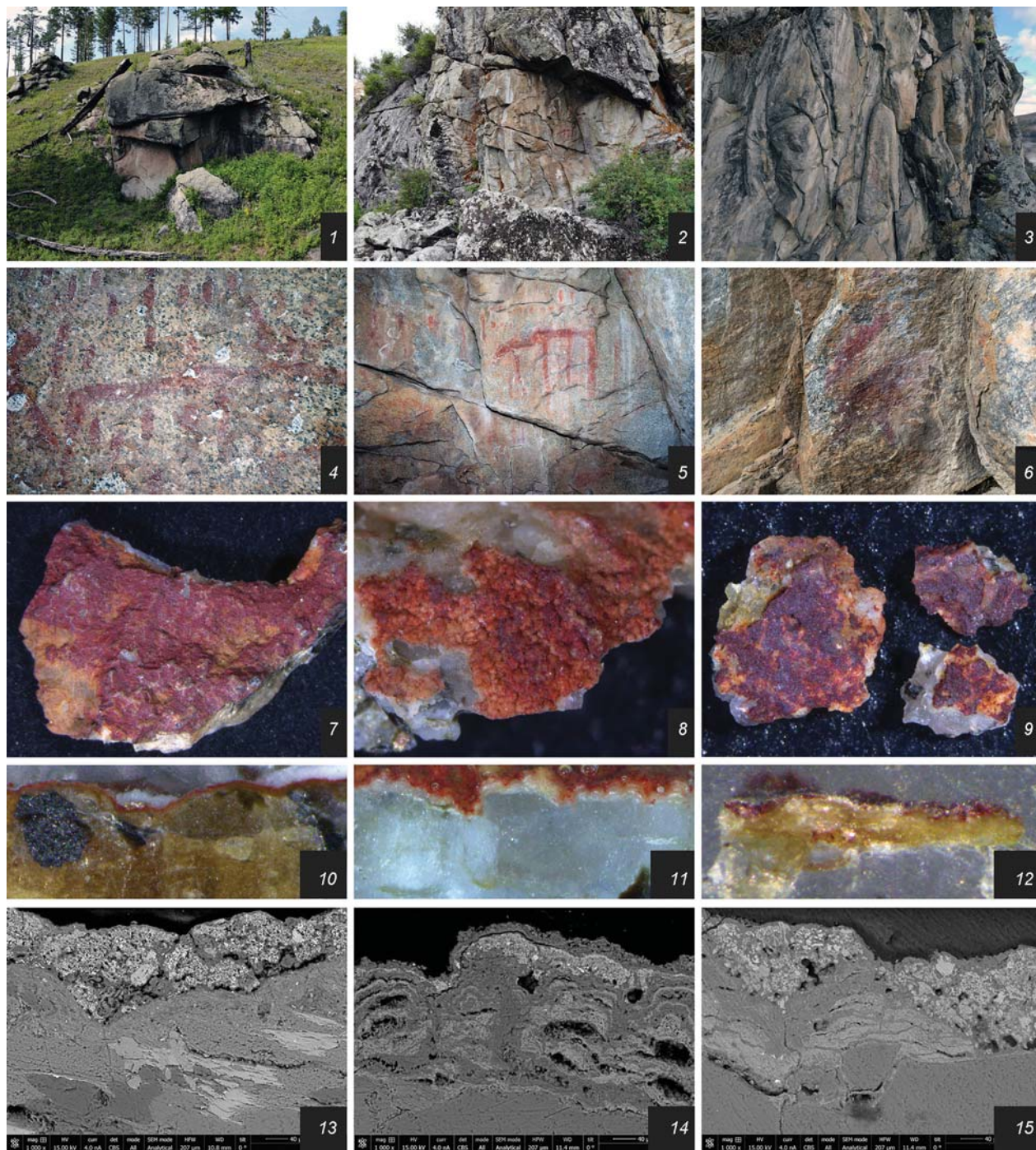


Рис. 1. Результаты микроанализа образцов с писаниц Джалинда (1), Кара (2), Средне-Шайкино (3).

1–3 – общий вид писаниц; 4–6 – фотографии мест отбора; 7–9 – микрофотографии образцов; 10–12 – микрофотографии аншлифов; 13–15 – фотографии образцов в обратнорассеянных электронах.

окрашенного вещества, которое может быть использовано в качестве пигмента. Поскольку в водных условиях прежде всего формируется гётит, тогда как все проанализированные образцы имеют насыщенный красный цвет и содержат гематит, следует предположить использование обжига на стадии подготовки пигмента. В результате обжига происходит дегидратация гётита с образованием гематита, причем трубчатые структуры не разру-

шаются [MacDonald et al., 2019]. Важно отметить, что биогенный гематит был обнаружен во всех проанализированных образцах с четырех памятников, что может маркировать традицию в применении красочного сырья такого происхождения (см. рис. 1, 13–15; 3). В дальнейшем мы планируем осуществить работы по поиску и сравнительному анализу возможных источников биогенного пигмента в окрестностях местонахождений памят-

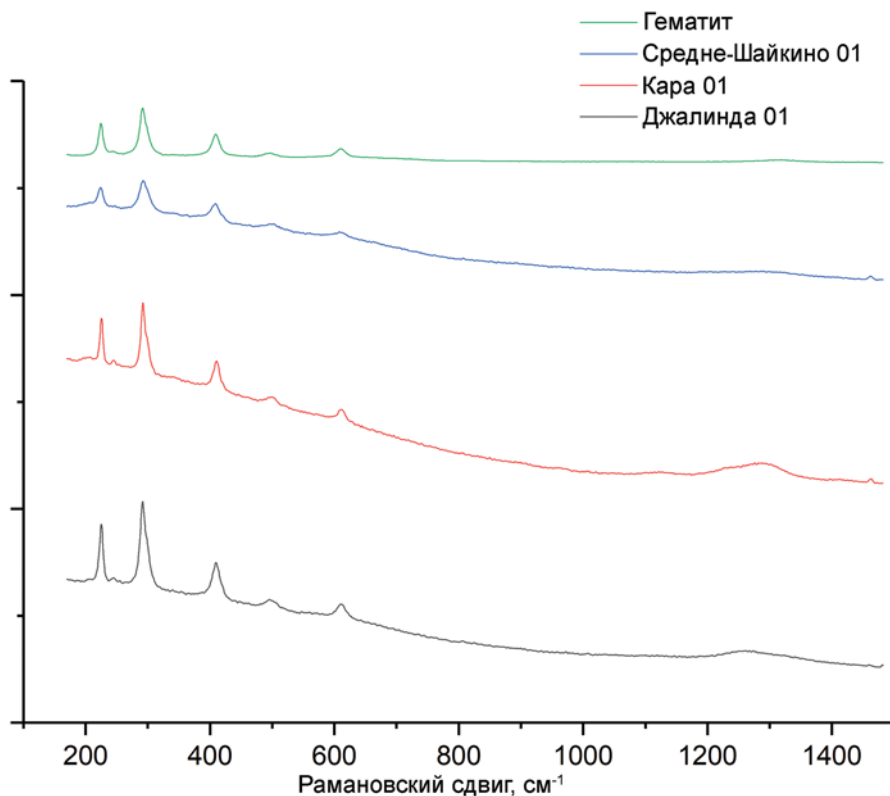


Рис. 2. Рамановские спектры образцов.

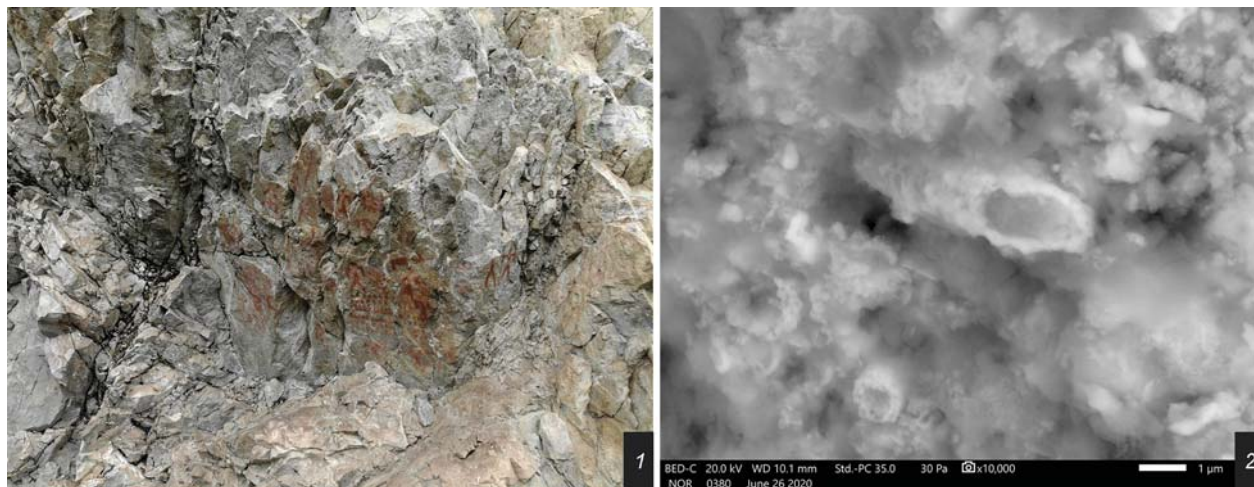


Рис. 3. Общий вид писаницы у р. Ларги (1) и СЭМ-фотография трубчатых структур в образце краски (2).

ников наскального искусства среднего и нижнего течения р. Шилка.

Сохранность изображений значительно различается от плоскости к плоскости. В некоторых образцах отмечены трещины в коренной породе, а также между коренной породой и слоями выветривания. Образование таких трещин связывают с различиями в коэффициентах термического расширения минералов, слагающих породу. Небольшие трещины при заполнении водой могут быстро расти из-за цикличности процессов замерзания-оттаивания, в результате

чего происходит отслаивание небольших фрагментов, в т.ч. вместе с красочным слоем. Продолжение геохимических анализов поперечных сечений пород и слоев выветривания позволит точнее установить механизм их формирования и, возможно, предложить меры по консервации памятников.

Благодарности

Исследование проведено в рамках проектов НИР № 0329-2019-0004 «Этнокультурные процессы в Даль-

Список литературы

Ахметов В.В., Алкин С.В. Археологическая разведка в Сретенском районе Забайкальского края в 2014 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. – Т. XXIII. – С. 26–29.

Мазин А.И. Таежные писаницы Приамурья. – Новосибирск: Наука, 1986. – 260 с.

Мазин А.И. Древние святилища Приамурья. – Новосибирск: Наука, Сиб. издат. фирма, 1994. – 241 с.

Окладников А.П., Ларичев В.Е. Археологические исследования в бассейне Амура в 1954 году // Традиционная культура Востока Азии. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 1999. – Вып. 2. – С. 4–29.

Пахунов А.С., Алкин С.В., Илюшечкин В.С. Изучение писаницы на реке Джалинда в Сретенском районе Забайкальского края в 2019 году // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2019. – Т. XXV. – С. 549–555.

Defrasne C., Chalmin E., Bellot-Gurlet L., Thirault E., André G. From archeological layers to schematic rock art? Integrated study of the Neolithic pigments and pigmented rocks at the Rocher du Château (Western Alps, Savoie, France) // *Archaeological and Anthropological Sciences*. – 2019. – N 11 (11). – P. 6065–6091.

MacDonald B.L., Stalla D., He X., Rahemtulla F., Emerson D., Dube P.A., Maschmann M.R., Klesner C.E., White T.A. Hunter-Gatherers Harvested and Heated Microbial Biogenic Iron Oxides to Produce Rock Art Pigment // *Scientific reports*. – 2019. – N 9 (1). – P. 1–13.

Ruiz J.F., Pereira J. The colours of rock art. Analysis of colour recording and communication systems in rock art research // *J. of Archaeol. Sci.* – 2014. – Vol. 50. – P. 338–349.

References

Akhmetov V.V., Alkin S.V. Archaeological exploration in the Sretensky district of the Transbaikalian region in 2014. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2017, vol. XXIII, pp. 26–29. (In Russ.).

Defrasne C., Chalmin E., Bellot-Gurlet L., Thirault E., André G. From archeological layers to schematic rock art? Integrated study of the Neolithic pigments and pigmented rocks at the Rocher du Château (Western Alps, Savoie, France). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2019, No. 11 (11), pp. 6065–6091.

MacDonald B.L., Stalla D., He X., Rahemtulla F., Emerson D., Dube P.A., Maschmann M.R., Klesner C.E., White T.A. Hunter-Gatherers Harvested and Heated Microbial Biogenic Iron Oxides to Produce Rock Art Pigment. *Scientific Reports*, 2019, No. 9 (1), pp. 1–13.

Mazin A.I. *Taezhnye pisanitsy Priamur'ya*. Novosibirsk: Nauka, 1986, 260 p. (In Russ.).

Mazin A.I. *Drevnie svyatilishcha Priamur'ya*. Novosibirsk: Nauka, Sibirskaya izdatel'skaya firma, 1994, 241 p. (In Russ.).

Okladnikov A.P., Larichev V.E. *Arkhеologicheskie issledovaniya v basseine Amura v 1954 godu*. In *Traditsionnaya kul'tura Vostoka Azii*. Blagoveshchensk: Amur State Univ. Press, 1999, iss. 2, pp. 4–29. (In Russ.).

Pakhunov A.S., Alkin S.V., Ilyushechkin V.S. Studies of the rock art site at the Dzhalinda river in Sretensky district of Transbaikalian region in 2019. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2019, vol. XXV, pp. 549–555. (In Russ.).

Ruiz J.F., Pereira J. The colours of rock art. Analysis of colour recording and communication systems in rock art research. *J. of Archaeol. Sci.*, 2014, vol. 50, pp. 338–349.

Пахунов А.С. <https://orcid.org/0000-0001-9604-2106>

Алкин С.В. <https://orcid.org/0000-0002-6319-6448>