УДК 903(571.53)"6325"
https://doi.org/10.26516/2227-2380.2025.52.44

Опыт реконструкции этапов первичного расщепления в раннем голоцене Южного Приангарья при помощи метода анализа последовательности сколов (по материалам местонахождения Приводная 3)

И. С. Шегутов, Д. П. Золотарев, А. Б. Спасибко, Н. Е. Бердникова, И. М. Бердников*

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования нуклеусов из комплекса раннего голоцена (~11,7–8,2 тыс. кал. л. н.) местонахождения Приводная 3 в Южном Приангарье, проведенного при помощи методики, основанной на сочетании анализа последовательности сколов и трехмерного моделирования. Выявлены некоторые технические недостатки, преимущества и перспективы примененной методики. Реконструирована последовательность расщепления нуклеусов необъемного, объемного и терминально-краевого принципов расщепления, где обозначены стадии оформления, утилизации и подправки. Отмечено, что наиболее информативными являются терминально-краевые нуклеусы.

Ключевые слова: Южное Приангарье, ранний голоцен, мезолит, трехмерное моделирование, анализ последовательности сколов, каменная индустрия, нуклеусы.

Для цитирования: Опыт реконструкции этапов первичного расщепления в раннем голоцене Южного Приангарья при помощи метода анализа последовательности сколов (по материалам местонахождения Приводная 3) / И. С. Шегутов, Д. П. Золотарев, А. Б. Спасибко, Н. Е. Бердникова, И. М. Бердников // Известия Иркутского государственного университета. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология. 2025. Т. 52. С. 44–63. https://doi.org/10.26516/2227-2380.2025.52.44

Experience in Reconstructing the Stages of Primary Knapping in the Early Holocene of the Southern Angara Region using the Method of Scar-Pattern Analysis (Based on Materials from the Privodnaya 3 Site)

I. S. Shegutov, D. P. Zolotarev, A. B. Spasibko, N. E. Berdnikova, I. M. Berdnikov*

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article presents the results of the scar-pattern analysis of cores of the Early Holocene assemblage of Privodnaya 3 site located on the Angara River (Southern Angara Region). It is mentioned that the method is based on the identification of technological stages by systematizing in chronological order the removal scars observed on the surface of the artifact. The aim of the research is to evaluate the possibilities of the scar-pattern analysis as a method of reconstruction of operation sequence. A total of 8 cores for flakes, blades, bladelets and microblades production were analyzed. Before the analysis procedure the samples had been distinguished into categories according to the values of reduction curve. There are three categories: volumetric (include sub-pyramidal cores), non-volumetric and terminal-edge cores, that is, narrow-faced (include one wedge-shaped core). The analysis procedure consisted of four stages: 1) creation of 3D-models of artifacts using scanner RangeVision Spectrum and RV 3D Studio program; 2) construction of projections in Artifact-3D V1.2; 3) drawing scars in Adobe Illustrator; 4) determining of sequences of scars and creation of diagram. On the one hand, the use of 3D models increases the accuracy of the analysis, on the other hand, it requires significant time since there are still no programs freely available to automate this process. As a result of the analysis, operation sequences were reconstructed and some interesting technological modes were described. Thus, specific features of terminal-edge cores of Privodnaya 3 site is a shift of reduction into lateral surface. It is established that only one sequence could be associated with the disadvantages of the raw materials used. It is also stating that the production of microblades from opposite striking platform of sub-pyramidal core wasn't removals of carénage and was made in the final stage of reduction. It can be assumed that both of the described traits may play a typological role but this assumption should be confirmed in a broader sample. It is also pointed out that the use of attributive traits made it possible to identify the stages of shaping, rejuvenation and knapping of cores and established that terminal-edge (especially wedge-shaped) cores are the most perspective for the analysis of the operation sequence. Thus, we conclude that the scar-pattern analysis has significant perspectives especially if the analysis process will be automated in the future.

Keywords: Southern Angara region, Early Holocene, Mesolithic, 3D modeling, scar-pattern analysis, stone industry, cores.

For citation: Shegutov I. S., Zolotarev D. P., Spasibko A. B., Berdnikova N. E., Berdnikov I. M. Experience in Reconstructing the Stages of Primary Knapping in the Early Holocene of the Southern Angara Region using the Method of Scar-Pattern Analysis (Based on Materials from the Privodnaya 3 Site). *Bulletin of the Irkutsk State University. Geoarchaeology, Ethnology, and Anthropology Series.* 2025, Vol. 52, pp. 44–63. https://doi.org/10.26516/2227-2380.2025.52.44 (In Russ.)

* Полные сведения об авторах см. на последней странице статьи.
See the last page of the article for full authors information.

Введение

Современные археологические исследования тесно связаны с процессами внедрения в рабочие процессы возможностей ряда цифровых методов и инструментов, основанных на трехмерном моделировании (визуализация артефактов, метрические измерения, расчет центра масс, геометрико-морфометрический анализ и т. д.) [3D-моделирование … , 2019; Возможности … , 2020]. В этот список входит и метод анализа последовательности сколов (*scar-pattern analysis*), который основан на выделении определенных технологических этапов путем систематизации в хронологическом порядке негативов снятий, фиксируемых на поверхности артефакта. Метод активно применяется для изучения технологической последовательности изготовления различных каменных изделий с целью детализации и наглядного подтверждения результатов, а также зарекомендовал себя как удобный инструмент для реконструкции операционных цепочек (*chaîne opératoire*). Возможности указанного метода не ограничены метрическими характеристиками изучаемых изделий и не зависят от количественной наполненности археологических коллекций [Шалагина, Колобова, Кривошапкин, 2019].

История применения анализа последовательности сколов освещена в ряде работ [Зоткина, Ковалев, Шалагина, 2018; Шалагина, Колобова, Кривошапкин, 2019; Очередной, 2023]. Наиболее полно его методологическая база представлена в диссертации (PhD) М. Кот [Kot, 2013], однако основные принципы детального изучения негативов на поверхности каменных изделий были отмечены ранее в серии работ [Pastoors, Schäfer, 1999; Pastoors, 2000; Boeda, 2001; Richter, 2001]. Традиционно в рамках данного метода объектом изучения становились бифасиальные орудия [Определение … , 2019; Реконструкция … , 2020; На востоке … , 2023; Очередной, 2023], однако в последнее время анализ последовательности сколов стал применяться в исследовании других категорий каменных изделий, в том числе тронкированно-фасетированных орудий [Шалагина, Колобова, Кривошапкин, 2019], геометрических микролитов [Шнайдер, Федорченко, Алишер кызы, 2021] и скребел [К определению … , 2025], а также при реконструкции стадий первичного расщепления на нуклевидных формах [Павленок, Козликин, Шуньков, 2021; Харевич, Колобова, Кривошапкин, 2021; Мелкопластинчатое … , 2024; Местонахождение … , 2024; Is there Initial … , 2022; The Still Bay … , 2015].

Хотя метод уже получил достаточно широкое распространение в исследовательской практике, его возможности и перспективы, на наш взгляд, раскрыты далеко не полностью. Одной из наиболее актуальных задач является внедрение в процедуру анализа высокодетализированных 3D-моделей (или двухмерных изображений, созданных на их основе), позволяющих повысить точность получаемых результатов и необходимых для их иллюстрации [Трехмерная … , 2022]. Для конкретного типа задач необходим оптимальный исследовательский инструмент, с помощью которого производилось бы автоматическое распознавание негативов сколов и их объединение в «технологические единицы». Известные на сегодняшний день примеры программного обеспечения с подобным функционалом не удовлетворяют существующие запросы [Artifact3-D … , 2022] или вовсе недоступны для общего использования [Зоткина, Ковалев, Шалагина, 2018].

Настоящая работа, продолжающая исследование технологических особенностей каменных индустрий комплексов раннего голоцена, направлена на детальное изучение приемов и этапов первичного расщепления с помощью возможностей

трехмерного моделирования. Целью статьи определяется оценка возможностей метода анализа последовательности сколов на примере коллекции нуклеусов раннеголоценового комплекса Приводная 3 [Раннеголоценовый … , 2025].

Материалы

Местонахождение Приводная 3, открытое в 2003 г. Н. Е. Бердниковой и И. Л. Лежненко, расположено на левом берегу р. Ангары, в 3 км выше по течению от д. Буреть (Усольский район Иркутской области), на участке террасовидной поверхности с относительными отметками 10–11 м (рис. 1) [Бердникова, Лежненко, 2003]. В процессе археологических работ (вскрытая площадь около 30 м^2), проведенных под руководством И. М. Бердникова в 2015 г. [Бердников, Бердникова, 2017], на местонахождении выделено два культуросодержащих горизонта (к. г.). Наиболее представительными являются материалы горизонта 1, который по стратиграфическому положению датируется ранним голоценом (11,7–8,2 тыс. кал. л. н.)[1], что в региональной археологической периодизации соответствует мезолиту [Геоархеологические комплексы … , 2014; Бердникова, Бердников, 2018].

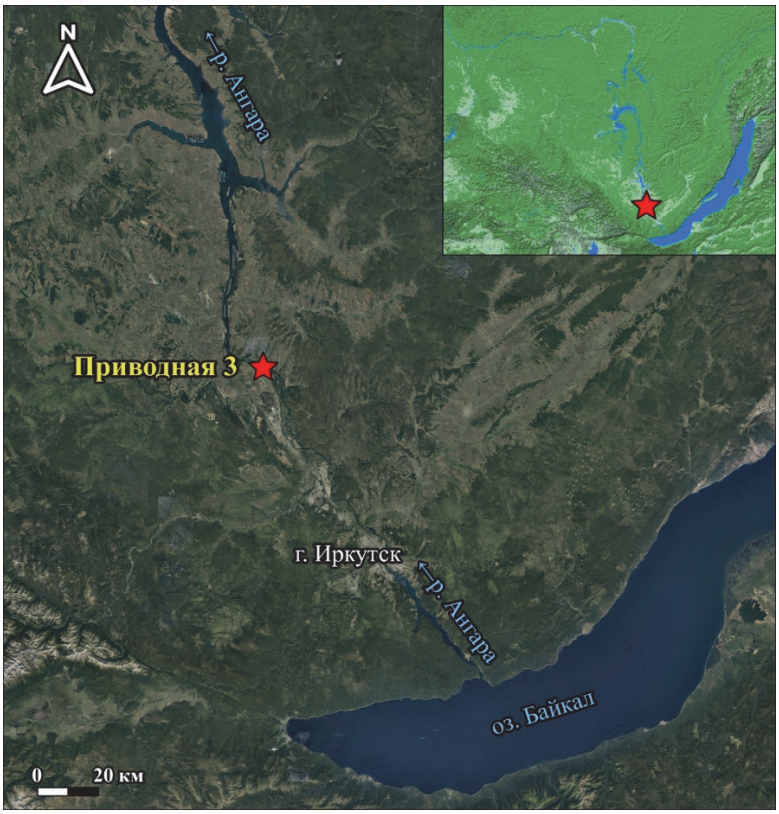

Рис. 1. Спутниковая карта с указанием расположения местонахождения Приводная 3

Fig. 1. Satellite map showing the location of the Privodnaya 3 site

[1] Для к. г. 1 имеется ^{14}C-дата с калиброванным значением 12 781±32 кал. л. н., однако валидность этой даты вызывает сомнения [Бердников, Бердникова, 2017].

Коллекция изделий из камня включает 8648 предметов, из них большинство представлено продуктами первичного расщепления (отходы производства, целевые и технические снятия). Также присутствуют нуклеусы и их заготовки, скребки, резцы, ножевидные изделия, комбинированные и шиповидные орудия, орудие с выемкой, вкладыши, отбойники, чопперы, абразивы, отщепы и пластинчатые снятия с ретушью, каменная подвеска и кусок гематита со следами использования [Раннеголоценовый … , 2025].

Выборка для определения последовательности расщепления представлена коллекцией нуклеусов (8 экз.), сырьем для которых служили кремнистые сланцы. Выделяются ядрища необъемного (1 экз.), объемного (3 экз.) и терминально-краевого принципов расщепления (4 экз.).

Методы и методика исследования

Создание трехмерных моделей и схем, иллюстрирующих стадии последовательности расщепления отдельных артефактов (нуклеусов), осуществлялось в несколько этапов: сканирование артефактов и создание 3D-моделей, изменение положения модели в пространстве, определение границ и прорисовка негативов сколов, создание схемы последовательности расщепления. Каждый из них сопровождался применением определенных технических устройств, программного обеспечения и различных инструментов.

Сканирование артефактов и создание 3D-моделей. На первом этапе выполнено сканирование артефактов при помощи универсального 3D-сканера RangeVision Spectrum 3.1 технологией структурированного подсвета [3D-моделирование … , 2019] с привлечением к работе оператора, имеющего достаточный опыт взаимодействия с подобным оборудованием. Сборка и постобработка высокодетализированных трехмерных моделей произведена в программе RV 3D Studio (предоставляется поставщиком совместно со сканером). Экспорт готовых 3D-моделей осуществлялся в формате STL.

Изменение положения модели артефакта в пространстве. Посредством программного пакета MatLab модели были загружены в программу Artifact-3D 1.2, где при помощи имеющегося инструментария, обозначенного как Positioning Panel, выполнено их ориентирование в соответствии с конвенциональными правилами, установленными для каменных предметов и, прежде всего, нуклевидных изделий [Artifact-3D … , 2022]. Данная система отображения проекций артефакта соответствует классической европейской (французской) традиции, широко распространенной в археологии каменного века [Труфанов, 2015, с. 33–35]. Угол вращения для максимально точного позиционирования варьировал от 1 до 90°. По умолчанию в программе выгружается изображение предмета, состоящее из пяти проекций (фронт, обе латерали, ударная площадка и основание). В случае, когда необходимо было увеличить их количество, сохранялись два варианта изображений в одном из предложенных форматов – JPEG или TIFF. Затем необходимые для анализа проекции артефакта объединялись в графическом редакторе (Adobe Photoshop).

Определение границ и прорисовка негативов сколов. В исследованиях схожей направленности имеются сведения о существовании и опыте применения программного обеспечения, с помощью которого производится автоматическое распознавание граней поверхностей трехмерных моделей и их маркирование. Такая функция позволяет значительно упростить и ускорить процедуру анализа

особенно для большой серии предметов. В первом случае это касается программы 3DTracer, разработанной новосибирскими исследователями [Зоткина, Ковалев, Шалагина, 2018]. Однако на настоящий момент она недоступна для общего использования и, вероятно, находится на стадии доработки. Другой пример связан с функционалом программы Artifact-3D (Scars Panel) [Extracting ... , 2012]. Наш опыт ее применения выявил ряд недостатков, касающихся корректности работы ее алгоритмов в применении к сложной геометрии артефактов. Автоматическая прорисовка негативов сколов происходит выборочно и только для отдельных снятий, обводка осуществляется линиями с незамкнутым контуром (толщина линий не регулируется), а редактирование полученных данных невозможно. Поэтому было принято решение выполнить этап прорисовки негативов снятий вручную с использованием векторной графики в рабочей среде программы Adobe Illustrator [Cerasoni, 2022].

Границы негативов в виде отдельных слоев выделялись с помощью инструментов «Перо», «Кривизна» и имели замкнутый контур (толщина линии – 1 pt). Затем определялось направление всех негативов сколов, устанавливались взаимная последовательность соседних негативов и объединение их в «технологические единицы» или этапы. Создана вспомогательная палитра с оттенками, в рамках которой каждому этапу, отражающему стадию операционной цепочки (исходная заготовка, оформление различных поверхностей и элементов нуклеуса, подготовка ударной площадки и ее подправка, реализация целевых снятий), соответствуют собственный цвет (прозрачность – от 20 до 50 %) и буква латинского алфавита. Выбранный уровень прозрачности цвета позволяет сохранить на изображении особенности рельефа и глубину негативов сколов, переданные высокодетализированной трехмерной моделью. Сохранение итогового изображения с учетом необходимого разрешения и уровня качества можно осуществить в любом удобном формате, в нашем случае – JPEG.

Создание схемы последовательности расщепления артефакта. Данный этап выполнялся при помощи бесплатной онлайн-платформы для создания диаграмм – Draw.io [Draw.io … , 2025]. Схема, отражающая последовательность расщепления нуклеуса, основана на использовании сочетания упрощенных блок-схем (диаграмм) и матричного подхода как способа представления и упорядочивания информации в формате матрицы. Каждый столбец отвечает за один или несколько конструктивных элементов в зависимости от типа и морфологии нуклеуса. Римскими цифрами обозначены порядковые номера, присвоенные для каждого этапа операционной цепочки.

Результаты анализа

В соответствии с представленной выше методикой исследования нами была определена последовательность утилизации для восьми нуклевидных форм необъемного, объемного и терминально-краевого принципов расщепления. В результате анализа выявлены основные этапы операционных цепочек, позволяющие более подробно реконструировать технологию расщепления и охарактеризовать ее отдельные особенности.

Нуклеус необъемного принципа расщепления (рис. 2). Выполнен на поперечно ориентированной отдельности породы (А). Поверхность, выбранная в качестве ударной площадки, вероятно, образована в ходе естественного расслоения

или намеренного рассечения желвака (B). С фронта реализованы как минимум два удачных пластинчатых снятия (C), за которыми следовало эпизодическое подживление площадки (D). Далее произведена серия неудачных сколов, закончившихся заломами (E), и удалены карнизы (I). На этом утилизация ядрища была прекращена. Стоит заметить, что, если проводить сравнение с другими нуклеусами, привлеченными для анализа, оформление и подправка данной формы были минимальными.

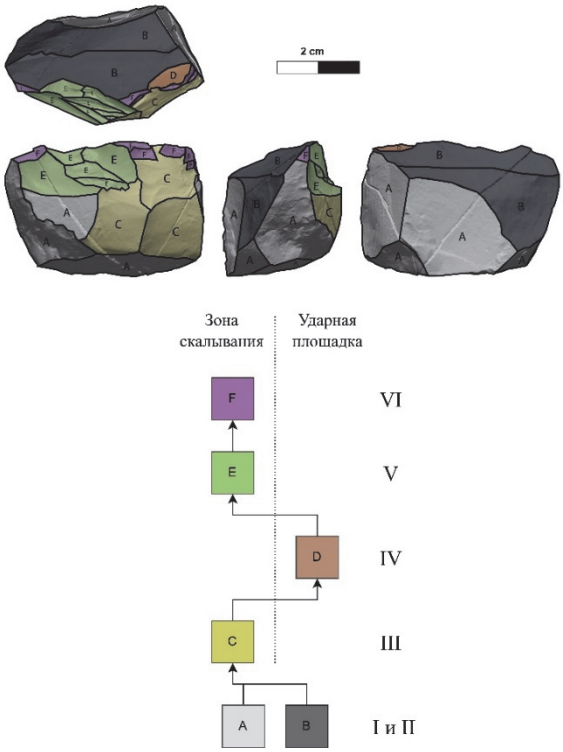

Рис. 2. Результаты анализа последовательности сколов: схема редукции необъемного поперечного нуклеуса

Fig. 2. Results of the scar-pattern analysis: diagram of the reduction of a non-volumetric transverse core

Нуклеусы объемного принципа расщепления (3 экз.). Все оформлены на отдельностях породы. Два из них направлены на получение пластинчатых заготовок, один предназначался для производства отщепов.

В первую очередь в данной группе следует рассмотреть последовательность утилизации подпирамидального монофронтального двуплощадочного нуклеуса (рис. 3). Поверхность, частично покрытая желвачной коркой (A) и читаемая на плоскости контрфронта, иллюстрирует этап исходной заготовки нуклеуса. Основная площадка оформлена одним снятием (B), а затем подправлен ее рабочий сегмент (C). На фронте выделяются три этапа реализации микропластин (D, E, F). Первые два (D, E) произведены с основной площадки, третий (F) инициирован во встречном направлении по отношению к предыдущим с поверхности (A), смежной с зоной скалывания.

Второй предмет (рис. 4) изготовлен на продольно вытянутой отдельности породы (A). Единственным приемом, отражающим предварительную подготовку нуклеуса, стала подправка площадки сколом с латерали (B). Далее было произведено скалывание целевых заготовок с пропорциями пластин и пластинок (C). Затем, намеренно или в результате ошибки, изделие было фрагментировано (D). В зоне скалывания 1, для восстановления оптимального угла скалывания, была предпринята попытка возобновить расщепление путем удаления карнизов (E). После этого с новой площадки (C), организованной в дистальной части заныривающего снятия, реализована серия коротких заготовок (F), локализованных с противоположной стороны (зона скалывания 2). На этом этапе расщепление было завершено.

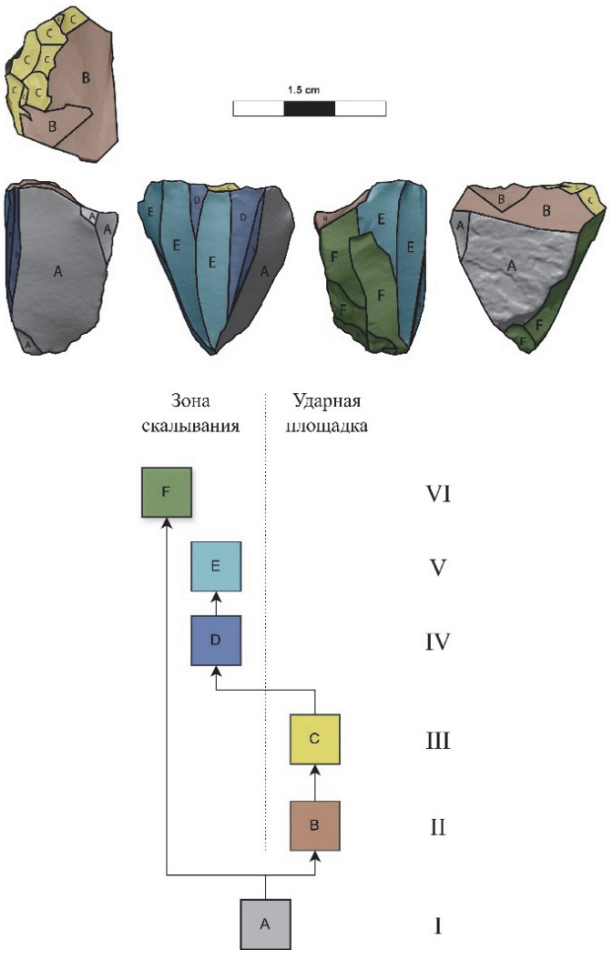

Рис. 3. Результаты анализа последовательности сколов: схема редукции объемного подпирамидального нуклеуса

Fig. 3. Results of the scar-pattern analysis: diagram of the reduction of a volumetric pyramidal core

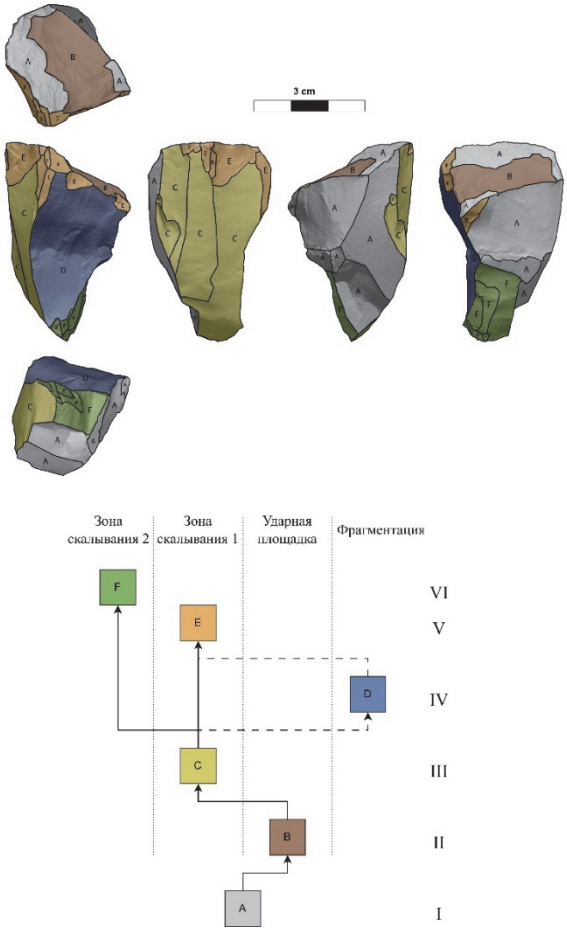

Рис. 4. Результаты анализа последовательности сколов: схема редукции объемного подпирамидального нуклеуса

Fig. 4. Results of the scar-pattern analysis: diagram of the reduction of a volumetric pyramidal core

Подготовка третьего нуклеуса (рис. 5), выполненного на отдельности породы (A), началась с оформления ударной площадки (B). Последовавшая за ним декортикация контрфронта (C) предшествовала первой фазе получения целевых сколов (D) и, по всей видимости, продолжилась далее в момент обработки тыльной поверхности (E). Следующей стадией операционной цепочки стала подправка основания (F), которую, вероятно, можно связать с попыткой оформления ребра. Расщепление нуклеуса завершилось серией снятий с заломами (G и H) и утратой оптимального угла скалывания. В данном случае вызывает интерес следующее. Поскольку первая группа целевых снятий в зоне скалывания (D) могла быть направлена на удаление естественной поверхности, а сколы фазы G – на ограничение ширины будущей плоскости расщепления, то этапы II–VII можно рассматривать как оформление, а само изделие – как преформу. Однако, обратившись к категории преформ, мы не обнаружили подобных предметов в коллекции и, учитывая степень обработки, все же сохранили исходную классификационную позицию для данного предмета.

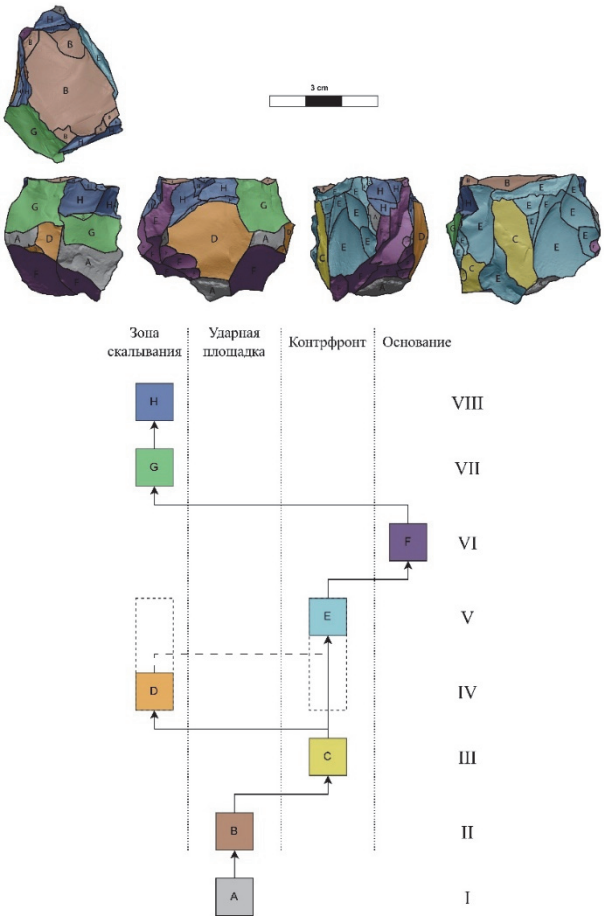

Рис. 5. Результаты анализа последовательности сколов: схема редукции объемного подпирамидального нуклеуса

Fig. 5. Results of the scar-pattern analysis: diagram of the reduction of a volumetric pyramidal core

Нуклеусы терминально-краевого принципа расщепления (4 экз.). Направлены в основном на производство различных пластинчатых заготовок (пластины, пластинки и микропластины) и представляют в связи с полученными в ходе их анализа результатами наибольший интерес.

Наиболее информативным является первый терминально-краевой (клиновидный) нуклеус (рис. 6). Поверхность исходной заготовки на нем практически не прослеживается, лишь на некоторых участках латералей она сохранилась в виде мелких рудиментов желвачной корки (A). Нуклевидная форма подготавливалась путем последовательного оформления латералей (B и C) и киле-гребневой части (D и E). Самой ранней (из сохранившихся) фазой производства целевых заготовок является группа негативов микропластин, обозначенная на схеме литерой F. Рабочий сегмент ударной площадки, с которой они были реализованы, скорее всего не сохранился, поскольку она была переоформлена (G) для скалывания другой серии заготовок (H). Затем площадка, подправленная коротким сколом с фронта (I),

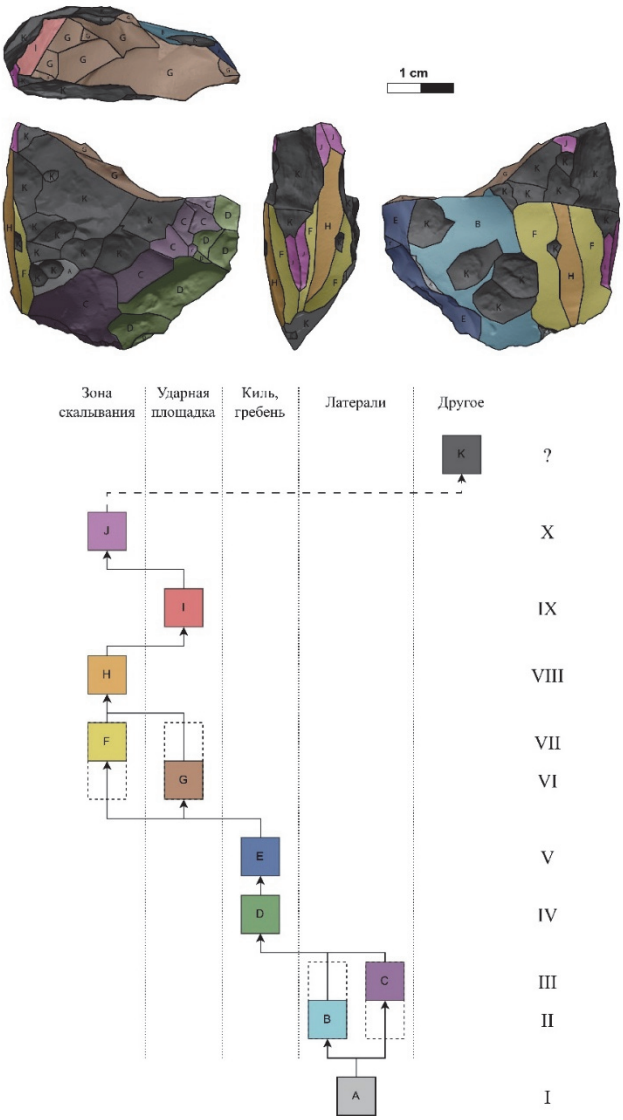

Рис. 6. Результаты анализа последовательности сколов: схема редукции терминально-краевого нуклеуса

Fig. 6. Results of the scar-pattern analysis: diagram of the reduction of a terminal-edge (narrow-faced) core

использовалась для реализации микропластин, ставших финальным этапом расщепления нуклеуса (J). В ряде случаев определение последовательности сколов затруднено наличием на поверхности изделия каверн неправильной формы (K), происхождение которых, по всей видимости, связано с особенностями внутренней структуры и изъянами используемого сырья. Тем не менее в результате анализа удалось выявить десять этапов технических действий, среди которых выделяются стадии, относящиеся к подготовке преформы (I–V), подправке площадки (VI и IX) и реализации целевых снятий (VII, VIII, X).

Второй экземпляр (рис. 7) изготовлен на трапециевидном в плане фрагменте породы (A), на котором сколами декортикации оформлены латераль (B) и контрфронт (C и E). Снятие таблетки (D), вероятно, предшествовало первой фазе производства пластинок (F), после чего вновь были подправлены боковые стороны (G и H) и основание нуклеуса (I). Очевидно, что эти действия были направлены на поддержание необходимой ширины и высоты фронта, поскольку за ними последовали целевые снятия (J) и подживление ударной площадки (K). Здесь, как и в первом случае, скалыванию с фронта предшествовали несколько этапов оформления (II–V). Однако из-за того, что расщепление осуществлялось на фрагменте породы, в процессе утилизации наблюдается интенсивная подправка (VII–IX, XI).

Исходной заготовкой для третьего изделия (рис. 8) стал отщеп (A). Наиболее раннее снятие, произведенное, скорее всего, с естественной площадки, имеет заныривающее дистальное окончание (B). Следующей стадией стало оформление

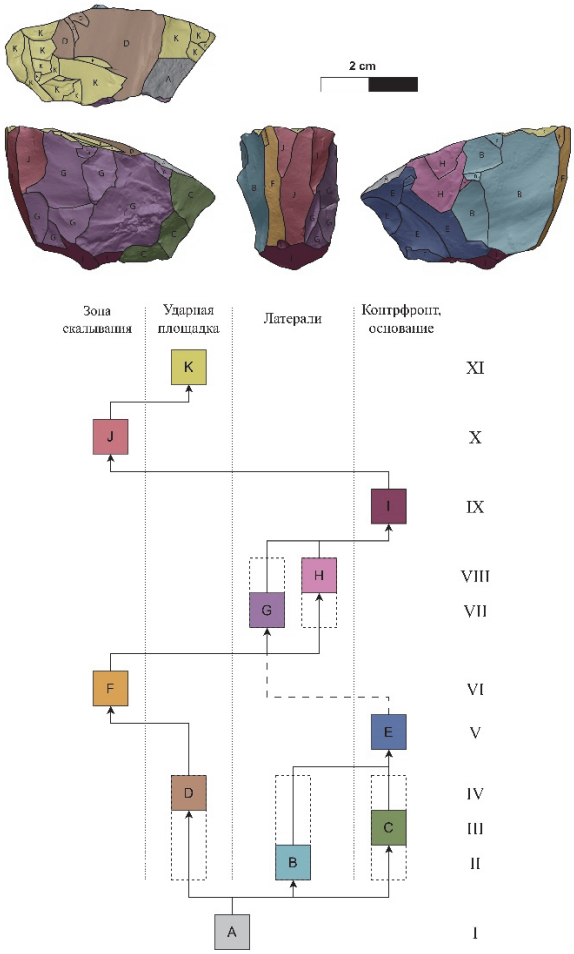

Рис. 7. Результаты анализа последовательности сколов: схема редукции терминально-краевого нуклеуса

Fig. 7. Results of the scar-pattern analysis: diagram of the reduction of a terminal-edge (narrow-faced) core

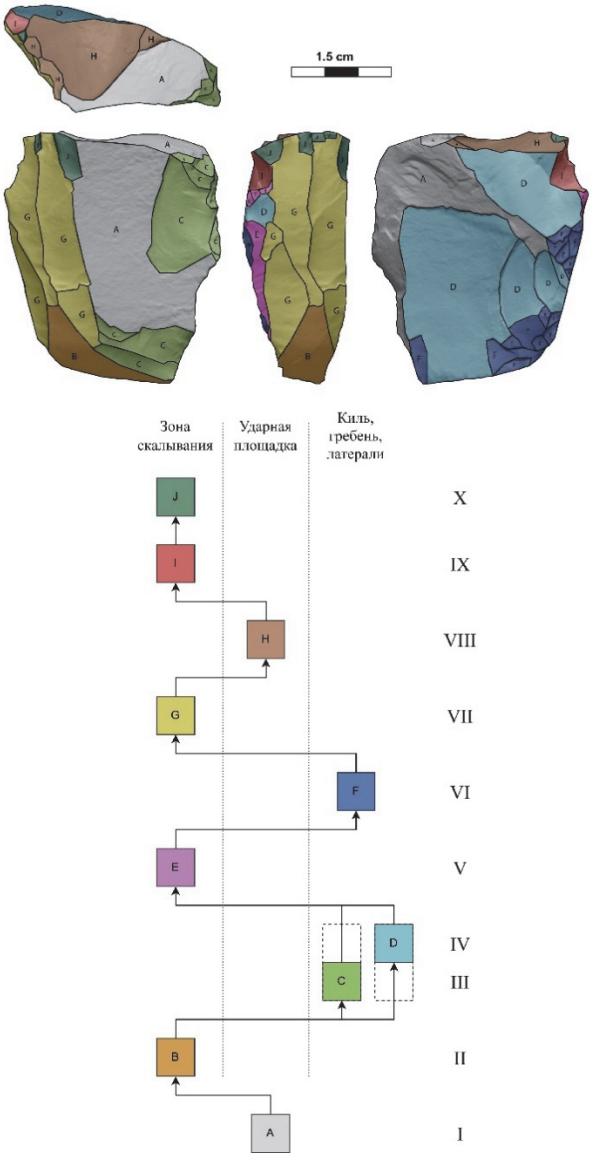

Рис. 8. Результаты анализа последовательности сколов: схема редукции терминально-краевого нуклеуса

Fig. 8. Results of the scar-pattern analysis: diagram of the reduction of a terminal-edge (narrow-faced) core

киле-гребневой части и латерали (C и D), после чего произведено удаление краевого скола (E). Далее вновь последовало оформление ребра (F) и скалывание пластинок (G). После подправки площадки (H) была предпринята новая попытка снятия ребра (I) и целевых заготовок (J). Большинство технических приемов, используемых в представленной последовательности, фокусируется на подготовке и попытках скалывания инициального ребра (II, IV–VI, IX). По всей видимости, успешной реализации этого намерения препятствовала внутренняя трещиноватость выбранного участка кремнистой породы, в результате чего основной плоскостью скалывания стала фронтально-латеральная поверхность.

Четвертая остаточная форма (рис. 9) представлена отдельностью породы (A) с поверхностями рассечения, которые выбраны в качестве ударных площадок (B и G). С площадки, маркированной буквой B, мелкими сколами оформлена правая латераль (C), а затем произведена подправка (D). К целевым сколам (E и F) можно отнести негативы встречных отщеповых снятий (пластины?). Этот экземпляр, безусловно, уступает по информативности предыдущим, однако зафиксированный

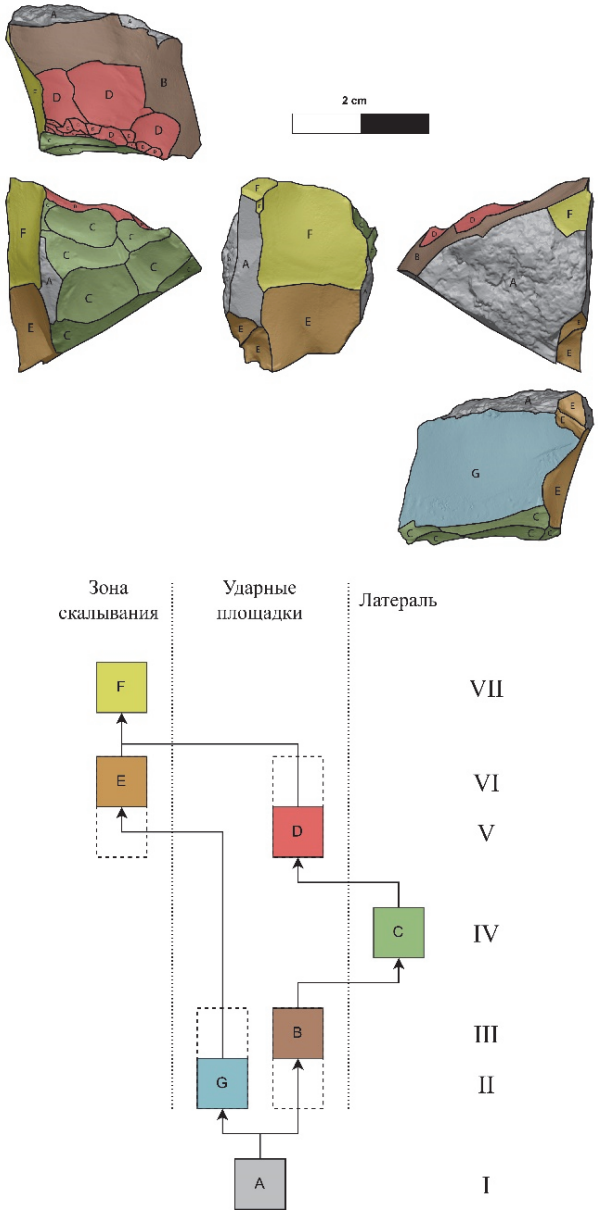

Рис. 9. Результаты анализа последовательности сколов: схема редукции терминально-краевого нуклеуса.

Fig. 9. Results of the scar-pattern analysis: diagram of the reduction of a terminal-edge (narrow-faced) core

прием встречного скалывания может иметь технологическое значение, поскольку встречается и среди объемных подпирамидальных нуклеусов предыдущей группы.

Обсуждение

Полученные в результате анализа данные подтверждают эффективность применения метода анализа последовательности сколов (scar-pattern analysis) для реконструкции этапов первичного расщепления на нуклевидных формах. В ходе работы нами получены не только интересные данные, иллюстрирующие особенности технологии расщепления камня охотниками-собирателями раннего голоцена на территории Южного Приангарья, но и сделан ряд наблюдений, касающихся примененной методики исследования.

Наш опыт, связанный с процессом создания 3D-моделей, двухмерных изображений на основе последних и применением к ним метода анализа последовательности сколов, позволил выявить некоторые технические недостатки, преимущества и перспективы.

Во-первых, настройка и калибровка оборудования, подготовка артефакта к сканированию и его последующая оцифровка, рендеринг и постобработка 3D-модели требуют значительных временных ресурсов – от получаса до двух часов (на артефакт) в зависимости от технических возможностей компьютера, даже несмотря на возможные способы упрощения процесса работ [Трехмерная … , 2022]. Поэтому все вышеперечисленные этапы требуют определенных практических навыков работы как с оборудованием, так и с программным обеспечением.

Во-вторых, в среднем трехмерная модель одного каменного артефакта в зависимости от сложности геометрии и уровня детализации занимает относительно небольшой объем (около 100 МБ). Однако если в работе будет задействована большая выборка предметов, то для хранения такого объема данных потребуется значительное количество свободной памяти на устройстве или использование внешних систем хранения (диски, облачное хранилище, сервер).

В-третьих, применение трехмерных моделей (или двухмерных изображений, созданных на их основе) позволяет минимизировать фактор ошибки на этапе иллюстрирования конкретного артефакта. Ручная прорисовка негативов снятий, на наш взгляд, является наиболее затратным с точки зрения времени этапом во всем процессе анализа (наряду с этапами сканирования и постобработки). Безусловно, в дальнейшем развитие метода должно быть связано с цифровизацией и автоматизацией этой части работы. Внедрение специализированных, а не адаптивных алгоритмов анализа (программное обеспечение широкого назначения) позволит значительно расширить его возможности. В качестве перспективного направления в рамках реализации данного метода можно предложить осуществление практики изучения последовательности снятий непосредственно на трехмерных моделях артефактов. Вероятно, такое нововведение позволит минимизировать вероятные ошибки при наложении слоев или некорректной интерпретации отдельных негативов с разных проекций одного артефакта. Это, в свою очередь, предоставит возможность вносить изменения в положение артефакта в пространстве (менять углы наклона), при этом многократно обращаясь к трехмерной модели.

В-четвертых, на настоящий момент в исследовательском аппарате археологов отсутствует качественное и удобное программное обеспечение, с помощью

которого производилось бы автоматическое распознавание негативов сколов, объединение их в «технологические единицы» или этапы для дальнейшей систематизации и анализа в рамках последовательности снятия.

Переходя к обсуждению результатов анализа последовательности сколов на предложенной выборке, отметим, что на схемах, представленных выше, мы отобразили не только реконструированную последовательность действий, но и обозначили обрабатываемые конструктивные элементы нуклеусов (ударная площадка, киле-гребневая часть, латерали, зоны скалывания), что позволило наиболее подробно структурировать стадии оформления, утилизации и подправки нуклеусов. В этом отношении остаточные нуклевидные формы являются довольно информативным объектом изучения, поскольку негативы различных технологических этапов, как правило, хорошо дифференцируются относительно друг от друга.

Следует обратить внимание на то, что отмеченные выше различия между тремя группами ядрищ позволяют признать наиболее информативными нуклеусы терминально-краевого принципа расщепления. Для этой категории изделий отмечено наибольшее количество технических операций (до 11 этапов), что в определенной мере преобладает над количеством этапов у других нуклеусов (от 6 до 8). Степень их информативности во многом обусловлена вниманием охотников-собирателей к подготовке латеральных поверхностей и киле-гребневой части, а также чередованием фаз подживления площадки и реализации целевых снятий. Наиболее ярко такая последовательность отражена в морфологии терминально-краевой (клиновидной) формы, что, учитывая связь этого типа нуклеусов с бифасиальной техникой (преформы), выглядит закономерным.

К отмеченным особенностям техники расщепления терминально-краевых нуклеусов также можно отнести прием расширения зоны скалывания (фронта) за счет одной или двух латералей, что в единственном случае можно объяснить особенностями качества исходного сырья. Оформление и подправка ударной площадки ограничиваются мелкими сколами с фронта и/или одной из латералей. Однако говорить о закономерностях, характеризующих приемы подготовки площадок нуклеусов, пока преждевременно. Определяющее значение эти признаки могут иметь при поиске аналогов среди синхронных комплексов и в сравнении с ними.

Среди нуклеусов объемного принципа расщепления прежде всего обращает на себя внимание экземпляр, демонстрирующий приемы встречного скалывания. Полученные схемы позволяют предположить, что реализация снятий с основания осуществлялась на завершающем этапе расщепления и не являлась способом поддержания необходимой морфологии фронта. Подобное наблюдение справедливо и для этапа переноса зоны скалывания на контрфронт. В обоих случаях дополнительные площадки ситуативны, а снятия с них немногочисленны. Как было отмечено выше для предыдущей группы нуклеусов, на данном этапе исследования отмеченные приемы можно обозначить лишь в качестве технологической специфики. Рассматривать их как культурный маркер или особенность пока не приходится.

Наш опыт применения метода показал, что иллюстрирование операционных цепочек в виде упрощенных блок-схем (диаграмм) позволяет абстрагироваться от традиционного типологического и техно-морфологического анализов предметов в пользу детального изучения негативов сколов в рамках определения их связей и взаимной последовательности. Зафиксированные особенности технологии расщепления камня и выявленные при этом наблюдения могут быть полезны при

дальнейшем изучении комплексов раннего голоцена на территории не только Южного Приангарья, но и всей Байкало-Енисейской Сибири в целом. Возможно, наши выводы найдут свое подтверждение при расширении выборки за счет привлечения материалов других комплексов и апробации метода анализа последовательности сколов на категории заготовок, так как это позволит зафиксировать новые данные и закономерности.

Заключение

Проведенный анализ последовательности сколов стал первым подобным исследованием для комплексов раннего голоцена Южного Приангарья. Мы склонны оценивать возможности и перспективы метода как весьма высокие. Полученные результаты наглядно демонстрируют, что он способен не только иллюстрировать технологические особенности артефактов, но и выступать в качестве самостоятельного инструмента специализированных исследований. Успех дальнейших работ в этом направлении напрямую зависит от расширения выборки и привлечения данных атрибутивного анализа.

Широкое внедрение метода последовательности снятий в практику археологических исследований может быть обеспечено автоматизацией процесса анализа (идентификация и маркирование негативов сколов), хотя и сегодня он позволяет получить довольно интересные результаты. Уже сейчас использование трехмерных моделей значительно повышает точность и обеспечивает необходимые на современном этапе визуализацию и степень верификации данных, что позволяет говорить о перспективности развития методики.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 25-28-00607) «Динамика каменных индустрий на рубеже плейстоцена – раннего голоцена (начальный и ранний МИС 1) Южного Приангарья».

Список литературы

3D-моделирование археологических артефактов при помощи сканеров структурированного подсвета / П. В. Чистяков, В. С. Ковалев, К. А. Колобова, А. В. Шалагина, А. И. Кривошапкин // Теория и практика археологических исследований. 2019. Т. 27, № 3. С. 102–112. https://doi.org/10.14258/tpai(2019)3(27).-07

Бердникова Н. Е., Бердников И. М. Мезолит Байкальской Сибири: 100 лет исследований // Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология, культуры. 2018. Вып. 7. С. 200–207.

Бердникова Н. Е., Лежненко И. Л. Археологическая разведка по левобережью Ангары в зоне выклинивания Братского водохранилища // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2003. Т. 9, ч. 1. С. 37–42.

Бердников И. М., Бердникова Н. Е. Геоархеологическая специфика раннеголоценовых комплексов Южного Приангарья // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2017. Т. 23. С. 39–44.

Возможности применения трехмерного моделирования для исследований комплексов каменного века / К. А. Колобова, А. В. Шалагина, П. В. Чистяков, Е. Н. Бочарова, А. И. Кривошапкин // Сибирские исторические исследования. 2020. № 4. С. 240–259. https://doi.org/10.17223/2312461X/30/12

Геоархеологические комплексы раннего голоцена на юге Средней Сибири. Оценка данных и перспективы исследований / И. М. Бердников, Н. Е. Бердникова, Г. А. Воробьева, Е. О. Роговской, А. М. Клементьев, И. В. Уланов, Д. Н. Лохов, С. П. Дударек, В. М. Новосельцева, Н. Б. Соколова // Известия Иркутского государственного университета. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология. 2014. Т. 9. С. 46–76.

Зоткина Л. В., Ковалев В. С., Шалагина А. В. Возможности и перспективы применения трехмерной визуализации как инструмента анализа в археологии // Научная визуализация. 2018. Т. 10, № 5. С. 172–190. https://doi.org/10.26583/sv.10.5.11

К определению полноты технологических контекстов в каменной индустрии культурного слоя 3 позднепалеолитической стоянки Стрелка-1 в Красноярске (на примере скребел) / А. В. Колесник, Е. Ю. Гиря, А. В. Барков, Е. В. Артемьев // Вестник НГУ. Серия: История, филология. 2025. Т. 24, № 5: Археология и этнография. С. 38–51. https://doi.org/10.25205/1818-7919-2025-24-5-38-51

Мелкопластинчатое производство в Центральной Азии на рубеже МИС 7 и 6: нуклеусы из слоя 23 стоянки Кульбулак / Г. Д. Павленок, С. А. Когай, Г. А. Мухтаров, К. К. Павленок // Археология, этнография и антропология Евразии. 2024. Т. 52. № 3. С. 30–39. https://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.3.030-039

Местонахождение Куяча – новый памятник поздней стадии верхнего палеолита в долине реки Песчаная (Горный Алтай) / А. Ю. Федорченко, Н. Е. Белоусова, А. В. Вишневский, М. В. Селецкий // Вестник НГУ. Серия: История, филология. 2024. Т. 23. № 7: Археология и этнография. С. 55–72. https://doi.org/10.25205/1818-7919-2024-23-7-55-72

На востоке неандертальской ойкумены: сравнительное исследование Сухой Мечетки и микокских комплексов Алтая / К. А. Колобова, А. В. Харевич, П. В. Чистяков, Е. Н. Бочарова, И. Е. Тюгашев, С. В. Маркин, Дж. У. Олсен // Camera praehistorica. 2023. Т. 11. № 2. С. 20–39. https://doi.org/10.31250/2658-3828-2023-2-20-39

Определение бифасиального компонента в среднепалеолитических комплексах (по материалам памятника Чагырская Пещера) / К. А. Колобова, А. В. Шалагина, С. В. Маркин, А. И. Кривошапкин // Вестник НГУ. Серия: История, филология. 2019. Т. 18. № 7: Археология и этнография. С. 98–111. https://doi.org/10.25205/1818-7919-2019-18-7-98-111

Очередной А. К. Анализ последовательности расщепления и закономерности формообразования // Записки Института истории материальной культуры. 2023. № 29. С. 26–36. https://doi.org/10.31600/2310-6557-2023-29-26-36

Павленок Г. Д., Козликин М. Б., Шуньков М. В. Мелкопластинчатое расщепление в индустриях раннего верхнего палеолита Денисовой пещеры: данные анализа последовательности сколов // Уральский исторический вестник. 2021. № 1(70). С. 123–128. https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-1(70)-123-128

Раннеголоценовый комплекс стоянки Приводная 3 (Южное Приангарье) / Д. П. Золотарев, И. М. Бердников, А. Б. Спасибко, Ю. А. Деревянко, И. В. Уланов, Н. Е. Бердникова // Известия Иркутского государственного университета. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология. 2025. Т. 51. С. 3–32. https://doi.org/10.26516/2227-2380.2025.51.3

Реконструкция технологических цепочек производства бифасиальных орудий в индустрии Чагырской пещеры / А. В. Шалагина, В. М. Харевич, С. Мори, М. Боманн, А. И. Кривошапкин, К. А. Колобова // Сибирские исторические исследования. 2020. № 3. С. 130–151. https://doi.org/10.17223/2312461X/29/9

Трехмерная визуализация в археологических исследованиях: корреляционное исследование / Е. Н. Бочарова, П. В. Чистяков, Р. К. Жданов, К. А. Колобова // Сибирские исторические исследования. 2022. № 3. С. 147–167. https://doi.org/10.17223/2312461X/37/9

Труфанов А. Я. Археологический рисунок: опыт методического анализа. Екатеринбург : Издат. группа «Караван», 2015. 220 с.

Харевич А. В., Колобова К. А., Кривошапкин А. И. Преимущества анализа последовательности сколов при изучении палеолитических нуклеусов // Теория и практика археологических исследований. 2021. Т. 33. № 3. С. 68–80. https://doi.org/10.14258/tpai(2021)33(3).-04

Шалагина А. В., Колобова К. А., Кривошапкин А. И. Анализ последовательности сколов (scar-pattern) как инструмент реконструкции процесса изготовления каменных артефактов // Stratum Plus. Археология и культурная антропология. 2019. № 1. С. 145–154.

Шнайдер С. В., Федорченко А. Ю., Алишер кызы С. Геометрические микролиты стоянки Туткаул (горизонт 3; Таджикистан): последовательность изготовления и функции // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2021. Т. 27. С. 341–348. https://doi.org/10.17746/2658-6193.2021.27.0341-0348

Artifact3-D: New software for accurate, objective and efficient 3D analysis and documentation of archaeological artifacts / L. Grosman, A. Muller, I. Dag, H. Goldgeier, O. Harush, G. Herzlinger, K. Nebenhaus, F. Valetta, T. Yashuv, N. Dick // PLoS ONE. 2022. Vol. 17. Is. 6. e0268401 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268401

Boeda E. Determination des unités techno-fonctionnelles de pièces bifaciales provenant de la couche acheuléenne C'3 base du site de Barbas I // Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale. ERAUL 98 / ed. by D. Cliquet. Liège: l'Université de Liège, 2001. P. 51–75.

Cerasoni J. N. Vectorial application for the illustration of archaeological lithic artefacts using the «Stone Tools Illustrations with Vector Art» (STIVA) Method // PLoS ONE. 2022. Vol. 16, Is. 5. e0251466. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251466

Draw.io 28.2.8. 2020. https://www.drawio.com/ (дата обращения: 01.02.2025)

Extracting scar and ridge features from 3D-scanned lithic artifacts / E. Richardson, L. Grosman, U. Smilansky, M. Werman // Archaeology in the Digital Era. Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA). eds. by G. Earl, T. Sly, A. Chrysanthi, P. Murrieta-Flores, C. Papadopoulos, I. Romanowska, D. Wheatley. Southampton: Amsterdam University Press, 2012. P. 83–92.

Is there Initial Upper Palaeolithic in Western Tian Shan? Example of an open-air site Katta Sai 2 (Uzbekistan) / M. Kot, G. Pavlenok, M. T. Krajcarz, M. Szymanek, S. Fedorowicz, P. Moska, M. Khudjanazarov, K. Szymczak, M. Leloch, S. Kogai, S. Talamo, H. Fewlass, K. Pavlenok // Journal of Anthropological Archaeology. 2022. Vol. 65. e101391. https://doi.org/10.1016/j.jaa.2021.101391

Kot M. A. The Earliest Middle Palaeolithic Bifacial Leafpoints in Central and Southern Europe. Technological Approach : PhD Thesis. Warsaw, 2013. 731 p.

Pastoors A. Standardization and Individuality in the Production Process of Bifacial Tools – Leaf-Shaped Scrapers from the Middle Paleolithic Open Air Site Sare Kaya I (Crimea) // Neanderthals and Modern Humans – Discussing the Transition. Central and Eastern Europe from 50.000–30.000 B. P. / ed. by J. Orschiedt, G. Weniger. Mettmann : Neanderthal Museum, 2000. P. 243–255.

Pastoors A., Schäfer J. Analyse des états techniques de transformation, d'utilisation et états post dépositionnels. Illustrée par un outil bifacial de Salzgitter-Lebenstedt (FRG) // Préhistoire Européenne. 1999. Vol. 14. P. 33–47.

Richter J. Une analyse standarisée des chaines opératoires sur les pièces foliacées du Paleolithique moyen tardif // Préhistoire et approche expérimentale / eds. by L. Bourgignon, I. Ortega, M.-C. Frères autot. Montagnac, Editions Monique Mergoil, 2001. P. 77–78.

The Still Bay and Howiesons Poort at Sibudu and Blombos: Understanding Middle Stone Age Technologies / S. Soriano, P. Villa, A. Delagnes, I. Degano, L. Pollarolo, J. J. Lucejko, C. Henshilwood, L. Wadley // PLoS ONE. 2015. Vol. 10, Is. 7. e0131127. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131127

References

Berdnikova N. E., Berdnikov I. M. Mezolit Baikalskoi Sibiri: 100 let issledovanii [Mesolithic of Baikal Siberia: 100 years of research]. *Evraziya v kainozoe. Stratigrafiya, paleoekologiya, kultury [Eurasia in the Cenozoic. Stratigraphy, Paleoecology, Cultures]*. 2018, Is. 7, pp. 200–207. (In Russ.)

Berdnikova N. E., Lezhnenko I. L. Arkheologicheskaya razvedka po levoberezhiyu Angary v zone vyklinivaniya Bratskogo vodokhranilishcha [Archaeological exploration along the left bank of the Angara river in the wedging out zone of the Bratsk Reservoir]. *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredelnykh territorii [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and neighboring territories]*. 2003, Vol. 9, Part 1, pp. 37–42. (In Russ.)

Berdnikov I. M., Berdnikova N. E. Geoarkheologicheskaya spetsifika rannegolotsenovykh kompleksov Yuzhnogo Priangariya [Geoarchaeological Features of the Early Holocene Complexes in the Southern Angara Region]. *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredelnykh territorii [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and neighboring territories]*. 2017, Vol. 23, pp. 39–44. (In Russ.)

Berdnikov I. M., Berdnikova N. E., Vorobieva G. A., Rogovskoi E. O., Klementiev A. M., Ulanov I. V., Lokhov D. N., Dudarek S. P., Novoseltseva V. M., Sokolova N. B. Geoarkheologicheskie kompleksy rannego golotsena na yuge Srednei Sibiri. Otsenka dannykh i perspektivy issledovanii [Geoarchaeological complexes of the Early Holocene in the south of Central Siberia. Data assessment and research prospects]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geoarkheologiya. Etnologiya. Antropologiya [Bulletin of Irkutsk State University. Geoarchaeology, Ethnology, and Anthropology series]*. 2014, Vol. 9, pp. 46–76. (In Russ.)

Boeda E. Determination des unités techno-fonctionnelles de pièces bifaciales provenant de la couche acheuléenne C'3 base du site de Barbas I. *D. Cliquet (Ed.). Les industries à outils bifaciaux du Paléolithique moyen d'Europe occidentale. ERAUL 98*. Liège, l'Université de Liège, 2001, pp. 51–75. (In French)

Bocharova E. N., Chistyakov P. V., Zhdanov R. K., Kolobova K. A. Trekhmernaya vizualizatsiya v arkheologicheskikh issledovaniyakh: korrelyatsionnoe issledovanie [Three-dimensional visualization in archaeological research: a correlation study]. *Sibirskie istoricheskie issledovaniya [Siberian Historical Research]*. 2022, Is. 3, pp. 147–167. (In Russ.)

Cerasoni J. N. Vectorial application for the illustration of archaeological lithic artefacts using the "Stone Tools Illustrations with Vector Art" (STIVA) Method. *PLoS ONE*. 2022, Vol. 16, Is. 5, e0251466. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251466

Chistyakov P. V., Kovalev V. S., Kolobova K. A., Shalagina A. V., Krivoshapkin A. I. 3D modelirovanie arkheologicheskikh artefaktov pri pomoshchi skanerov strukturirovannogo podsveta [3D Modeling of archaeological artifacts by structured light scanner]. *Teoriya i praktika arkheologicheskikh issledovanii [Theory and practice of archaeological research]*. 2019, Vol. 27, Is. 3, pp. 102–112. (In Russ.) https://doi.org/10.14258/tpai(2019)3(27).-07

Draw.io 28.2.8. 2020. URL: https://www.drawio.com/ (date of access: 01 January 2025).

Fedorchenko A. Yu., Belousova N. E., Vishnevskii A. V., Seletskii M. V. Mestonakhozhdenie Kuyacha – novyi pamyatnik pozdnei stadii verkhnego paleolita v doline reki Peschanaya (Gornyi Altai) [Kuyacha – a new late upper paleolithic site in the Peschanaya river valley (Altai Mountains)]. *Vestnik NGU. Seriya: Istoriya, Filologiya [Vestnik NSU. Series: History and Philology]*. 2024, Vol. 23, Is. 7, pp. 55–72. (In Russ.) https://doi.org/10.25205/1818-7919-2024-23-7-55-72

Grosman L., Muller A., Dag I., Goldgeier H., Harush O., Herzlinger G., Nebenhaus K., Valetta F., Yashuv T., Dick N. Artifact3-D: New software for accurate, objective and efficient 3D analysis and documentation of archaeological artifacts. *PLoS ONE.* 2022, Vol. 17, Is. 6, e0268401 https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268401

Kolobova K. A., Kharevich A. V., Chistyakov P. V., Bocharova E. N., Tyugashev I. E., Markin S. V., Olsen J. W. Na vostoke neandertalskoi oikumeny: sravnitelnoe issledovanie Sukhoi Mechetki i mikokskikh kompleksov Altaya [The east of the neanderthal universe: a comparative analysis of Sukhaya Mechetka and Altai Micoquian complexes]. *Camera praehistorica [Camera praehistorica]*. 2023, Vol. 11, Is. 2, pp. 20–39. (In Russ.) https://doi.org/10.31250/2658-3828-2023-2-20-39

Kolobova K. A., Shalagina A. V., Markin S. V., Krivoshapkin A. I. Opredelenie bifasialnogo komponenta v srednepaleoliticheskikh kompleksakh (po materialam pamyatnika Chagyrskaya Peshchera) [Identification of bifacial component in Middle Paleolithic techno-complexes (based on the Chagyrskaya Cave assemblages)]. *Vestnik NGU. Seriya: Istoriya, Filologiya [Vestnik NSU. Series: History and Philology]*. 2019, Vol. 18, Is. 7, pp. 98–111. (In Russ.) https://doi.org/10.25205/1818-7919-2019-18-7-98-111

Kolobova K. A., Shalagina A. V., Chistyakov P. V., Bocharova E. N., Krivoshapkin A. I. Vozmozhnosti primeneniya trekhmernogo modelirovaniya dlya issledovanii kompleksov kamennogo veka [Three-dimensional modelling application for studying stone age as-

semblages]. *Sibirskie istoricheskie issledovaniya [Siberian historical research]*. 2020, Is. 4, pp.240–259. https://doi.org/10.17223/2312461X/30/12

Kot M. A. *The Earliest Middle Palaeolithic Bifacial Leafpoints in Central and Southern Europe. Technological Approach. PhD Thesis.* Warsaw, 2013, 731 p.

Kot M., Pavlenok G., Krajcarz M. T., Szymanek M., Fedorowicz S., Moska P., Khudjanazarov M., Szymczak K., Leloch M., Kogai S., Talamo S., Fewlass H., Pavlenok K. Is there Initial Upper Palaeolithic in Western Tian Shan? Example of an open-air site Katta Sai 2 (Uzbekistan). *Journal of Anthropological Archaeology*. 2022, Vol. 65, e101391. https://doi.org/10.1016/j.jaa.2021.101391

Kolesnik A. V., Girya E. Yu., Barkov A. V., Artemiev E. V. K opredeleniyu polnoty tekhnologicheskikh kontekstov v kamennoi industrii kulturnogo sloya 3 pozdnepaleoliticheskoi stoyanki Strelka-1 v Krasnoyarske (na primere skrebel) [To the Definition of Technological Contexts Complete-ness of in Stone Industry from Cultural Layer 3 of Late Paleolithic Site Strelka-1 in Krasnoyarsk (On the Example of Side Scrapers)]. *Vestnik NGU. Seriya: Istoriya, Filologiya [Vestnik NSU. Series: History and Philology]*. 2025, Vol. 24, Is. 5, pp. 38–51. (In Russ.) https://doi.org/10.25205/1818-7919-2025-24-5-38-51

Kharevich A. V., Kolobova K. A., Krivoshapkin A. I. Preimushchestva analiza posledovatelnosti skolov pri izuchenii paleoliticheskikh nukleusov [Advantages of scar-pattern analysis in the study of paleolithic cores]. *Teoriya i praktika arkheologicheskikh issledovanii [Theory and practice of archaeological research]*. 2021, Vol. 33, Is. 3, pp. 68–80. (In Russ.) https://doi.org/10.14258/tpai(2021)33(3).-04

Otcherednoi A. K. Analiz posledovatelnosti rasshchepleniya i zakonomernosti formoobrazovaniya [Scar-pattern analysis and laws of form making]. *Zapiski Instituta istorii materialnoi kultury [Transactions of the Institute for the History of Material Culture]*. 2023, Is. 29, pp. 26–36. (In Russ.) https://doi.org/10.31600/2310-6557-2023-29-26-36

Pavlenok G. D., Kozlikin M. B., Shunkov M. V. Melkoplastinchatoe rasshcheplenie v industriyakh rannego verkhnego paleolita Denisovoi peshchery: dannye analiza posledovatelnosti skolov [Small blade technology in the Early Upper Paleolithic industries from Denisova cave: data from analysis of a lithic reduction sequence]. *Uralskii istoricheskii vestnik [Ural historical journal]*. 2021, Vol. 1 (70), pp. 123–128. (In Russ.) https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-1(70)-123-128

Pavlenok G. D., Kogai S. A., Mukhtarov G. A., Pavlenok K. K. Melkoplastinchatoe proizvodstvo v Tsentralnoi Azii na rubezhe MIS 7 i 6: nukleusy iz sloya 23 stoyanki Kulbulak [Small blade and bladelet production in Central Asia at the turn of MIS 7 and 6: cores from Kulbulak layer 23]. *Arkheologiya, ehtnografiya i antropologiya Evrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia]*. 2024, Vol. 52, Is. 3, pp. 30–39. (In Russ.) https://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.3.030-039

Pastoors A. Standardization and individuality in the production process of bifacial tools – leaf-shaped scrapers from the middle Paleolithic open air site Sare Kaya I (Crimea). *Orschiedt J., Weniger G. (Eds). Neanderthals and Modern Humans – Discussing the Transition. Central and Eastern Europe from 50.000–30.000 B. P.* Mettmann, Neanderthal Museum, 2000, pp. 243–255.

Pastoors A., Schafer J. Analyse des états techniques de transformation, d'utilisation et états post dépositionnels. Illustrée par un outil bifacial de Salzgitter-Lebenstedt (FRG). *Préhistoire Européenne.* 1999, Vol. 14, pp. 33–47. (In French)

Richardson E., Grosman L., Smilansky U., Werman M. Extracting scar and ridge features from 3D-scanned lithic artifacts. *Earl G., Sly T., Chrysanthi A., Murrieta-Flores P., Papadopoulos C., Romanowska I., Wheatley D. (Eds.). Archaeology in the Digital Era. Papers from the 40th Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA)*. Southampton, Amsterdam University Press, 2012, pp. 83–92.

Richter J. Une analyse standarisée des chaines opératoires sur les pièces foliacées du Paleolithique moyen tardif. *Bourgignon L., Ortega I., Frèresautot M.-C. (Eds.). Préhistoire et approche expérimentale*. Montagnac, Editions Monique Mergoil, 2001, pp. 77–78.

Shalagina A. B., Kolobova K. A., Krivoshapkin A. I. Analiz posledovatelnosti skolov (scar-pattern) kak instrument rekonstruktsii protsessa izgotovleniya kamennykh artefaktov [Scar pattern analysis as a method for the reconstruction of lithic artifacts production sequence]. *Stratum Plus. Arkheologiya i kulturnaya antropologiya [Stratum plus. Archaeology and Cultural Anthropology]*. 2019, Is. 1, pp. 145–154. (In Russ.)

Shalagina A. V., Kharevich V. M., Maury S., Baumann M., Krivoshapkin A. I., Kolobova K. A. Rekonstruktsiya tekhnologicheskikh tsepochek proizvodstva bifasialnykh orudii v industrii Chagyrskoi peshchery [Reconstruction of the bifacial technological sequence in Chagyrskaya Cave assemblage]. *Sibirskie istoricheskie issledovaniya [Siberian Historical Research]*. 2020, Is. 3, pp. 130–151. (In Russ.) https://doi.org/10.17223/2312461X/29/9

Soriano S., Villa P., Delagnes A., Degano I., Pollarolo L., Lucejko J. J., Henshilwood C., Wadley L. The Still Bay and Howiesons Poort at Sibudu and Blombos: Understanding Middle Stone Age Technologies. *PLoS ONE*. 2015, Vol. 10, Is. 7, e0131127. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131127

Shnaider S. V., Fedorchenko A. Yu., Alisher kyzy S. Geometricheskie mikrolity stoyanki Tutkaul (gorizont 3; Tadzhikistan): posledovatelnost izgotovleniya i funktsii [Geometric Microliths from Tutkaul Site (Layer 3; Tajikistan): Production Sequence and Function]. *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredelnykh territorii [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and neighboring territories]*. 2021, Vol. 27, pp. 341–348. https://doi.org/ 10.17746/2658-6193.2021.27.0341-0348

Trufanov A. Ya. *Arkheologicheskii risunok: opyt metodicheskogo analiza [Archaeological drawing: an attempt at methodological analysis]*. Ekaterinburg, Karavan Publ., 2015, 220 p. (In Russ.)

Zolotarev D. P., Berdnikov I. M., Spasibko A. B., Derevyanko Yu. A., Ulanov I. V., Berdnikova

N. E. Rannegolotsenovyi kompleks stoyanki Privodnaya 3 (Yuzhnoe Priangarie) [Early Holocene Assemblage of the Privodnaya 3 Site (Southern Angara Region)]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geoarkheologiya. Etnologiya. Antropologiya [Bulletin of the Irkutsk State University. Geoarchaeology, Ethnology, and Anthropology Series]*. 2025, Vol. 51, pp. 3–32. https://doi.org/10.26516/2227-2380.2025.51.3 (In Russ.)

Zotkina L. V., Kovalev V. S., Shalagina A. V. Vozmozhnosti i perspektivy primeneniya trekhmernoi vizualizatsii kak instrumenta analiza v arkheologii [Possibilities and perspectives of application of tridimentional visualization as a tool of analysis in archaeology]. *Nauchnaya vizualizatsiya [Scientific Visualization]*. 2018, Vol. 10, Is. 5, pp. 172–190. (In Russ.) https://doi.org/10.26583/sv.10.5.11

Сведения об авторах

Шегутов Иван Сергеевич
младший научный сотрудник, НИЦ «Байкальский регион», Лаборатория геоархеологии Байкальской Сибири, Иркутский государственный университет, 664003, Россия, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: shegutow@gmail.com

Золотарев Дмитрий Павлович
младший научный сотрудник, НИЦ «Байкальский регион», Лаборатория геоархеологии Байкальской Сибири, Иркутский государственный университет, 664003, Россия, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: dmitryzolotarev2012@yandex.ru

Спасибко Александра Борисовна
младший научный сотрудник, НИЦ «Байкальский регион, Лаборатория геоархеологии Байкальской Сибири, Иркутский государственный университет; Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: aleksspbor@gmail.com

Бердникова Наталья Евгеньевна
старший научный сотрудник, НИЦ «Байкальский регион», Лаборатория геоархеологии Байкальской Сибири, Иркутский государственный университет, 664003, Россия, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: nberd@yandex.ru

Бердников Иван Михайлович
кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, зам. директора по науке, НИЦ «Байкальский регион», Иркутский государственный университет; Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: yan-maiski@yandex.ru

Information about the authors

Shegutov Ivan Sergeevich
Junior Researcher, Scientific Research Center “Baikal Region”, Laboratory of Geoarchaeology of Baikal Siberia, Irkutsk State University; 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation
e-mail: shegutow@gmail.com

Zolotarev Dmitrii Pavlovich
Junior Researcher, Scientific Research Center “Baikal Region”, Laboratory of Geoarchaeology of Baikal Siberia, Irkutsk State University; 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation
e-mail: dmitryzolotarev2012@yandex.ru

Spasibko Alexandra Borisovna
Junior Researcher, Scientific Research Center “Baikal Region”, Laboratory of Geoarchaeology of Baikal Siberia, Irkutsk State University; 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation
e-mail: aleksspbor@gmail.com

Berdnikova Natalia Evgenievna
Senior Researcher, Scientific Research Center “Baikal Region”, Laboratory of Geoarchaeology of Baikal Siberia, Irkutsk State University; 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation
e-mail: nberd@yandex.ru

Berdnikov Ivan Mikhailovich
Candidate of Sciences (History), Senior Researcher, Deputy Director for Science of Scientific Research Center “Baikal Region”, Irkutsk State University; 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation
e-mail: yan-maiski@yandex.ru