

П.В. Чистяков, Д.В. Кожевникова,  
Г.Д. Павленок<sup>✉</sup>, К.А. Колобова

Институт археологии и этнографии СО РАН

Новосибирск, Россия

E-mail: lukianovagalina@yandex.ru

## Виртуальная реконструкция сколов на основе трехмерного моделирования поверхностей негативов на нуклеусах и скреблах

Статья посвящена разработке и апробации нового подхода к виртуальной реконструкции каменных артефактов, направленного на восполнение лакун в археологических коллекциях. В отличие от существующих подходов, ориентированных преимущественно на объекты с зеркальной симметрией, предлагаемая методика позволяет реконструировать отсутствующие сколы по их негативам, оставшимся на матрицах – нуклеусах и заготовках орудий, таких как скребла кина. Метод был успешно апробирован на материале среднепалеолитической стоянки Ше-Пино (Франция). На основе трехмерной модели заготовки скребла кина была выполнена реконструкция морфологии и метрических параметров отсутствующего в коллекции отщепа. Алгоритм реконструкции, реализованный в программных пакетах Geomagic Wrap и MeshLab, включает выделение негатива скола, инвертирование его поверхности для моделирования вентральной стороны артефакта, реконструкцию дорсальной поверхности и ударной площадки путем замыкания пустот, а также последующее объединение компонентов в целостную 3D-модель. В результате была получена виртуальная модель скола, позволяющая провести его полный технико-типологический анализ: установить длину, ширину, толщину, параметры ударной площадки, латеральный профиль и общую форму. Обсуждаются ограничения метода, связанные с необходимостью наличия четкого и целостного негатива массивного скола с крупной ударной площадкой, что характерно для техники скальвания твердым отбойником. Определен круг наиболее перспективных для реконструкции категорий артефактов. Показано, что метод открывает новые возможности для анализа производственных цепочек (*chaîne opératoire*), атрибутивного анализа коллекций и реконструкции моделей мобильности древних популяций за счет получения данных об экспорте продукции со стоянки.

Ключевые слова: виртуальная реконструкция, 3D-моделирование, негатив скола, нуклеус, скребло кина, средний палеолит, *chaîne opératoire*, археологическая коллекция.

P.V. Chistiakov, D.V. Kozhevnikova,  
G.D. Pavlenok<sup>✉</sup>, K.A. Kolobova

Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS

Novosibirsk, Russia

E-mail: lukianovagalina@yandex.ru

## Virtual Reconstruction of Flakes Based on 3D Modeling of Negative Surfaces on Cores and Scrapers

This article discusses the development and testing of a new approach to the virtual reconstruction of lithic artifacts, aimed at filling gaps in archaeological collections. Unlike existing approaches, which are primarily focused on objects with bilateral symmetry, the proposed methodology allows for the reconstruction of missing flakes based on their negatives remaining on matrices—cores and tool preforms, such as Quina scrapers. The method was successfully tested on material from the Middle Paleolithic site of Chez-Pinait (France). Using a 3D model of a Quina scraper blank, the morphology and metric parameters of a flake missing from the collection were reconstructed. The reconstruction algorithm, implemented in the Geomagic Wrap and MeshLab software packages, involves isolating the flake negative, inverting its surface to model the ventral side of the artifact, reconstructing the dorsal surface and the striking platform by closing voids, and subsequently merging the components into a complete 3D model. As a result, a virtual model of the flake was obtained, enabling its full technical and typological analysis:

*determining its length, width, thickness, striking platform parameters, lateral profile, and overall shape. Limitations of the method are discussed, relating to the necessity of a clear and complete negative from a massive flake with a large striking platform, which is characteristic of hard-hammer percussion techniques. A range of artifact categories most promising for reconstruction is identified. It is demonstrated that the method opens up new possibilities for analyzing chaînes opératoires, conducting attribute analysis of collections, and reconstructing models of ancient population mobility by providing data on the export of products from the site.*

Keywords: virtual reconstruction, 3D modeling, flake negative, core, Quina scraper, Middle Paleolithic, chaîne opératoire, archaeological collection.

## Введение

Современный этап развития археологической науки характеризуется стремительной цифровизацией и активным внедрением методов трехмерного моделирования в исследовательскую практику. Эти технологии открывают новые возможности для документирования, анализа и реконструкции объектов культурного наследия, что подтверждается растущим объемом публикаций и увеличением числа специалистов, применяющих данные подходы. Особое место в этом процессе занимает виртуальная реконструкция, целью которой является цифровое восстановление первоначального облика поврежденных или фрагментированных археологических артефактов и палеонтологических образцов. Классическая область применения данных методов – объекты, обладающие свойствами зеркальной симметрии. К их числу традиционно относятся палеонтологические и палеантропологические находки, а также значительная часть археологической керамики [Karasik, Smilansky, 2008; Freidline et al., 2012; Stamatopoulos, Anagnostopoulos, 2016; Chen et al., 2019; Di Angelo, Di Stefano, Guardiani, 2022].

Вместе с тем потенциал трехмерной реконструкции не ограничивается объектами со строгой симметрией. Все более актуальной становится задача работы с артефактами, обладающими неполной или приблизительной симметрией, допускающей вариации в морфологии и метрических параметрах между сопрягаемыми частями. Успешные примеры подобных реконструкций, такие как восстановление вкладышевых костяных основ, демонстрируют принципиальную возможность решения этой задачи [Бочарова и др., 2023]. Отдельный случай представляют объекты, полностью лишенные симметрии, где реконструкция преследует иные цели, нежели восстановление целой формы. Иллюстрацией этого подхода является реконструкция кортикальной поверхности активной зоны костяных ретушеров, выполненная для проведения точных метрических измерений [Kolobova et al., 2022].

Несмотря на очевидный прогресс, методология виртуальной реконструкции продолжает развиваться, требуя разработки новых алгоритмов и подходов для работы со сложными случаями. В частности, практически неразработанным остается вопрос о рекон-

струкции артефактов, форма которых не может быть восстановлена путем простого симметричного копирования сохранившейся части. В данной статье предлагается восполнить этот пробел, представив новый подход к виртуальной реконструкции каменных артефактов. В качестве объекта исследования выступает заготовка скребла кина, которая не обладает зеркальной симметрией. Основной целью работы является разработка и апробация методики реконструкции первоначальной морфологии скола по его негативу, оставшемуся на матрице (нуклеусе или скребле). Настоящая статья представляет первую попытку подобной реконструкции в археологической практике. Разработанный подход открывает новые перспективы для точного анализа технологии расщепления в контексте различных производственных цепочек (*chaîne opératoire*), позволяя определять метрические и морфологические характеристики полученных сколов, которые отсутствуют в анализируемой коллекции. Данная методика существенно расширяет аналитический инструментарий современной археологии, предлагая решение для реконструкции утраченных этапов технологического процесса.

## Материалы и методы

Реконструировался реализованный отщеп по его негативу на заготовке скребла кина со среднепалеолитической стоянки Ше-Пино (Франция) раскопок 2025 г. (рис. 1, 1).

Сканирование осуществлялось сканером структурированного подсвета Range Vision 5M с использованием поворотного стола без маркеров. Сканирование и дальнейшая обработка проводились при использовании стандартного протокола [Kolobova et al., 2020].

Приводится алгоритм для реконструкции реализованного отщепа по его негативу с использованием ПО Geomagic Wrap и MeshLab. Трехмерная модель скребла открывается и дублируется в Geomagic Wrap. Выбрав обе модели (оригинальную и дублированную), аккуратно выделяем негатив скола, предназначенный для реконструкции (рис. 1, 1). Выбрав оригиналную модель, удаляем выделенную область негатива. Выбрав дублированную модель, делаем инверсию выбранной области и удаляем саму модель. Таким образом, мы получаем два отдельных объекта: часть для реконструкции дорсальной поверхности от-

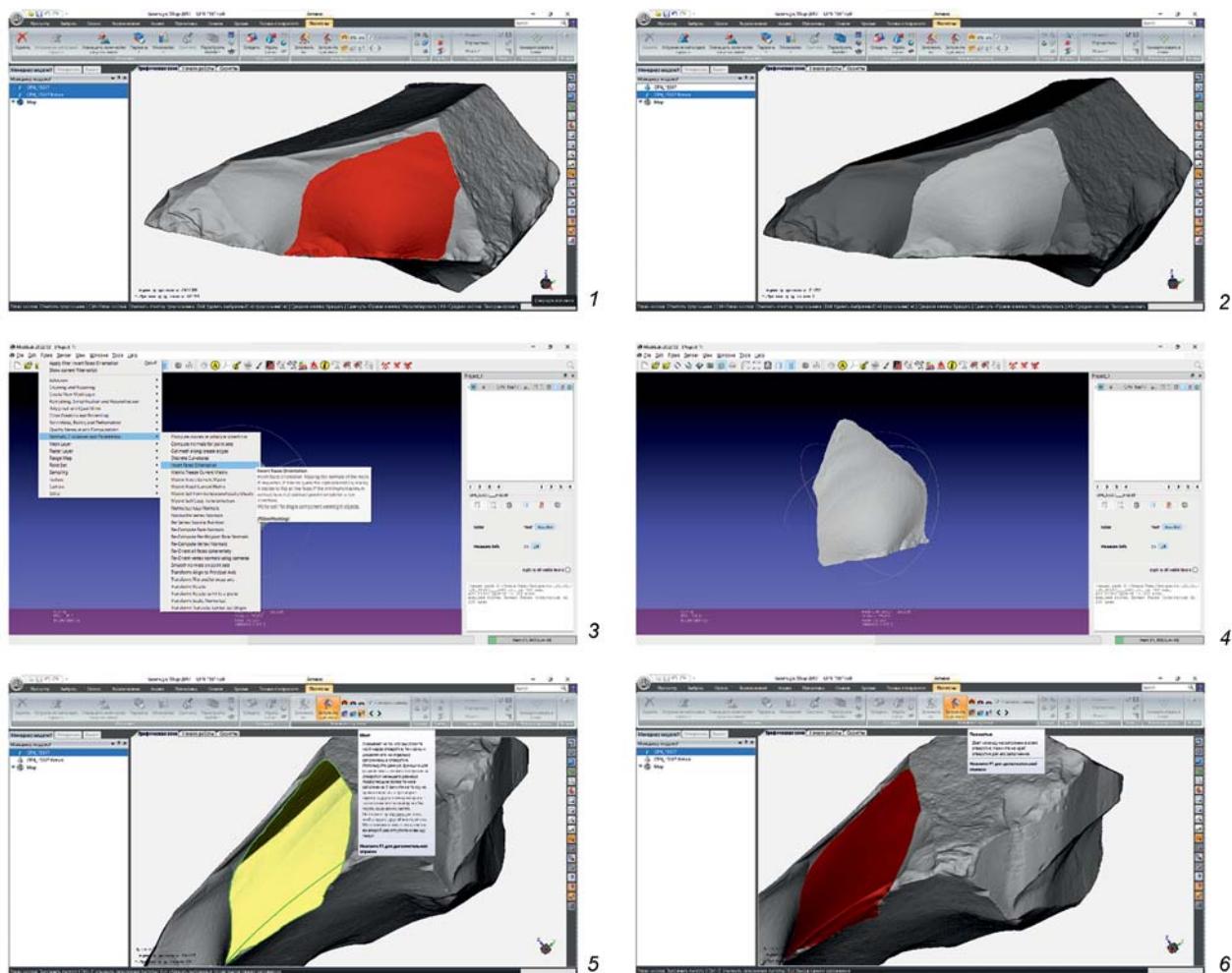


Рис. 1. Этапы работы с матрицей, сохранившей негатив скола.

щепа и часть для создания вентральной поверхности отщепа (рис. 1, 2).

Сохранив каждый объект отдельно, открываем вентральную поверхность в MeshLab. В пункте меню выбираем «Filters→Normals, Curvatures and Orientation→Invert Faces Orientation» для инвертирования вентральной стороны объекта, необходимой для дальнейшего совмещения двух половинок реконструируемого скола (рис. 1, 3, 4). Файл с инвертированной вентральной частью сохраняется.

В Geomagic Wrap мы работаем с трехмерной моделью скребла с целью реконструкции дорсальной части и ударной площадки отщепа. Для этого во вкладке «Полигоны» мы используем инструменты из секции «Заполнить пустоты» (рис. 1, 5, 6). Затем также выделяем реконструируемую часть дорсальной поверхности и ударной площадки и удаляем всю оставшуюся модель (рис. 2, 1). В это же окно ПО Wrap добавляется инвертированная модель вентральной поверхности скола и обе части совмещаются в общий проект отщепа (рис. 2, 2).

Границы двух половин отщепа сильно пересекаются, что мешает их объединению в единый объект,

поэтому удаляются выступающие несовместимые части путем выбора обеих составных частей отщепа (рис. 2, 3). С помощью инструмента «Соединить» во вкладке «Полигоны» два объекта объединяются в один. Используя инструменты для заполнения пустот, заполняются промежутки между гранями отщепа. В ходе выполнения этой операции необходима аккуратность для того, чтобы следовать направлению граней реконструируемого отщепа. С этой целью рекомендуется использовать инструмент «Мост» при создании отдельных секций для контроля над заполнением (рис. 2, 4).

## Результаты

В результате применения описанной методики была осуществлена реконструкция следующих элементов скола: полной вентральной поверхности, представляющей собой «отпечаток» негатива с восстановленными точкой удара, ударным бугорком и волной снятия, а также остаточной ударной площадки. Последняя представляет собой продолжение ударной площадки скребла и ограничена анкошем,

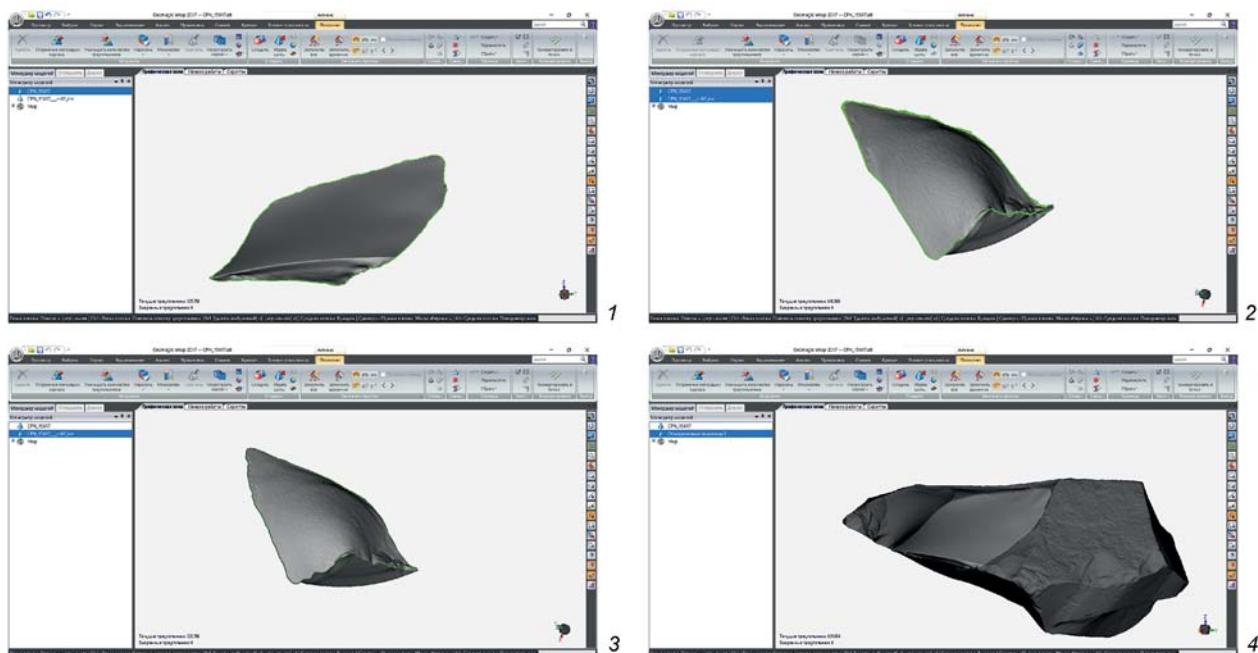


Рис. 2. Этапы работы с виртуальным сколом.

оставшимся после снятия самого скола (рис. 3, 1, 2). Реконструкция дорсальной поверхности носит частичный характер и экстраполирует ребра скальвания, сохранившиеся на фронте нуклеуса. При этом реконструкция таких деталей, как редукция по типу карниза или следы ретуши на скребле кина оказались невозможной.

Полученная в результате реконструкции виртуальная модель (рис. 3, 2) позволяет исследователю получить полный набор метрических параметров скола: его длину, ширину, толщину, а также ширину и глубину ударной площадки. Кроме того, реконструируется латеральный профиль и общий силуэт скола, за исключением детализированных характеристик его дорсальной поверхности. Эти характеристики позволяют провести технико-типологический анализ этого скола в рамках атрибутивного подхода, что может выступать важным, прежде недоступным источником информации, особенно в тех случаях, когда появляется возможность реконструировать несколько сколов.

## Дискуссия и заключение

Наиболее наглядными примерами в археологической практике, позволяющими реконструировать отсутствующий в коллекции артефакт, являются случаи ремонта. В такой ситуации негативы на нуклеусе, а также предыдущие и последующие сколы дают возможность восстановить морфологию и технологические характеристики утраченного предмета в полном объеме [Весельский, 2009]. Существенным недостатком данного подхода выступает исключительная редкость подобных находок. Вместе с тем исследователь нередко испытывает потребность в реконструкции сколов, которые изначально присутствовали в комплексе, но были утрачены в процессе раскопок или в период музеиного хранения. Яркой иллюстрацией служит комплекс верхнего палеолита Самаркандской стоянки (Узбекистан): анализ набора нуклеусов указывает на мелкопластинчатый характер индустрии, в то время как сами пластинки в коллекции практически отсутствуют [Коробкова, Джуракулов, 2000].

Предлагаемый метод виртуальной реконструкции позволяет восполнить подобные лакуны, получая модели отсутствующих артефактов. В рамках подхода можно получить лишь малую часть утраченных сколов, но и этот объем новых данных, ранее недоступный, необходим для проведения исследований на современном уровне. Результаты в дальнейшем

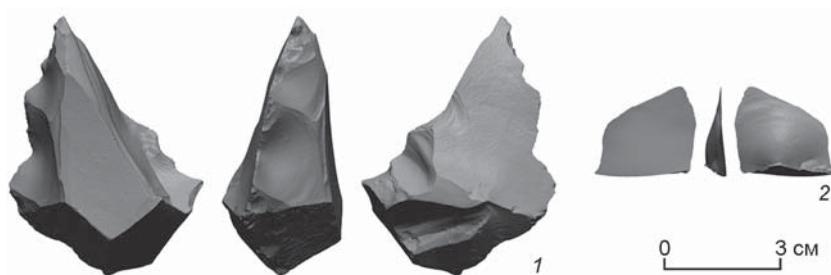


Рис. 3. 3D-модели в трех проекциях.

1 – скребло кина; 2 – реконструированный отщеп.

могут быть использованы для характеристики и интерпретации археологических комплексов, в первую очередь – для определения процессов экспорта продукции со стоянки, что имеет непосредственное отношение к реконструкции моделей мобильности древних популяций.

Ключевое ограничение метода заключается в требованиях к исходному материалу. Для проведения реконструкции необходим четкий и целостный негатив массивного (в поперечном сечении) скола с крупной ударной площадкой, вся площадь которой прослеживается благодаря сохранившейся после отщепления выемке. Подобные негативы характерны для техники скальвания твердым отбойником, широко распространенной в индустриях начального, среднего и отчасти верхнего палеолита. Вследствие указанных ограничений метод не применим к нуклеусам с подправленными ударными площадками, а также к скреблам кина и плоско-выпуклым бифасам, несущим следы последующей ретуши, нанесенной после отделения целевого скола. Кроме того, проблематичными объектами для реконструкции являются леваллуазские сколы, соответствующие концепции Э. Боëда [Boëda, 1995; Чабай, 2004; Рыбин, 2014], поскольку восстановление выпуклости, распространяющейся практически на всю поверхность нуклеуса, при наличии небольшой ударной площадки сопряжено со значительными трудностями.

Наиболее перспективными объектами для применения данного метода представляются сколы с радиальных, ортогональных или дисковидных нуклеусов, которые распространяются лишь на часть фронта расщепления [Boëda, 1995], за исключением, однако, крутолатеральных технических сколов [Meignen, 1996]. Эффективной также представляется реконструкция модифицирующих сколов со скребел кина или плоско-выпуклых бифасов, использовавшихся для кардинального обновления рабочего края [Bourguignon, 1997; Демиденко, 2003; Шалагина и др., 2020; Харевич, 2022; Харевич, Маркин, Деревянко, 2022]. Кроме того, предложенным способом могут быть реконструированы сколы комбева из древнейших комплексов Алтая [Шуньков, Козлиkin, 2023].

Таким образом, предложенная методика реконструкции может служить не только самостоятельным источником информации о морфологии утраченных артефактов, но и использоваться для дополнения анализов последовательности расщепления (sequence of reduction) [Kot, 2013], а также для расширения возможностей атрибутивного анализа археологических коллекций.

## Благодарности

Исследование выполнено по проекту НИР ИАЭТ СО РАН № FWZG-2025-0007 «Применение цифровых технологий при анализе археологических источников и реконструкции истории древнейших сообществ».

Трехмерное моделирование каменных артефактов осуществлено оборудованием лаборатории «ЦифрА» в Центре коллективного пользования «Геохронология кайнозоя» ИАЭТ СО РАН (г. Новосибирск).

## Список литературы

**Бочарова Е.Н., Чистяков П.В., Зоткина Л.В., Лохов Д.Н.** Использование 3D-моделирования для реконструкции артефактов с зеркальной симметрией // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2023. – Т. XIX. – С. 75–80.

**Весельский А.П.** Реконструкция процесса изготовления двусторонних микокских орудий // Актуальные проблемы первобытной археологии Восточной Европы. Археологический альманах. – Донецк: Донбасс, 2009. – Вып. 20. – С. 88–109.

**Демиденко Ю.Э.** Сколы обработки орудий как индикатор особенностей и интенсивности процессов кремнеобработки и жизнедеятельности коллективов неандертальцев на стоянках среднего палеолита в контексте вариабельности индустрий крымской микокской традиции // Археологический альманах. – 2003. – № 13. – С. 128–157.

**Коробкова Г.Ф., Джуракулов М.Д.** Самаркандская стоянка как эталон верхнего палеолита Средней Азии (специфика техники расщепления и хозяйственно-производственной деятельности) // Stratum plus. – 2000. – Вып. 1. – С. 385–462.

**Рыбин Е.П.** Хронология и географическое распространение культурно значимых артефактов в начальном верхнем палеолите Северной Азии и восточной части Центральной Азии // Изв. Алт. гос. ун-та. – 2014. – Вып. 4 (84). – Т. 1. – С. 188–198.

**Харевич А.В.** Бифасиальная технология в сибирячихинском варианте среднего палеолита Горного Алтая: автореф. дис. ... канд. ист. наук. – Новосибирск, 2022. – 26 с.

**Харевич А.В., Маркин С.В., Деревянко А.П.** Бифасиальные орудия из пещеры Окладникова: технико-типологический анализ // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2022. – Т. XVIII. – С. 337–344.

**Чабай В.П.** Средний палеолит Крыма. – Симферополь: Шлях, 2004. – 324 с.

**Шалагина А.В., Харевич В.М., Мори С., Боманн М., Кривошапкин А.И., Колобова К.А.** Реконструкция технологических цепочек производства бифасиальных орудий в индустрии Чагырской пещеры // Сибирские исторические исследования. – 2020. – № 3. – С. 130–151.

**Шуньков М.В., Козлиkin М.Б.** Древнейшие палеолитические комплексы Денисовой пещеры на Алтае // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2023. – № 1. – С. 18–32.

**Boëda E.** Caractéristiques techniques des chânes opératoires lithiques des niveaux micoquens de Kulna (Tchécoslovaquie) // Paleo. – 1995. – N 1. – P. 57–72.

**Bourguignon L.** Le Moustérien de type Quina: nouvelle définition d'une technique. – Paris: Université de Paris X-Nanterre, 1997. – 738 p.

**Chen F., Welker F., Shen Ch.-Ch., Bailey Sh.E., Bergmann I., Davis S., Xia H., Wang H., Fischer R., Freidline S.E., Yu T.-L., Skinner M.M., Stelzer S., Dong G., Fu Q., Dong G., Wang J., Zhang D., Hublin J.-J.** A late Middle Pleistocene Denisovan mandible from the Tibetan Plateau // *Nature*. – 2019. – Vol. 569. – P. 409–412.

**Di Angelo L., Di Stefano P., Guardiani E.** A review of computer-based methods for classification and reconstruction of 3D high-density scanned archaeological pottery // *Journal of Cultural Heritage*. – 2022. – Vol. 56. – P. 10–24.

**Freidline S.E., Gunz P., Janković I., Harvati K., Hublin J.J.** A comprehensive morphometric analysis of the frontal and zygomatic bone of the Zuttiyeh fossil from Israel // *J. of Hum. Evol.* – 2012. – Vol. 62, iss. 2. – P. 225–241.

**Karasik A., Smilansky U.** 3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: practice and theory // *J. of Archaeol. Sci.* – 2008. – Vol. 35. – P. 1148–1168.

**Kolobova K., Kharevich V., Chistyakov P., Kolyasnikova A., Kharevich A., Markin S., Krivoshapkin A., Baumann M., Olsen J.W.** How Neanderthals Gripped Retouchers: Experimental Reconstruction of the Manipulation of Bone Retouchers by Neanderthal Stone Knappers // *Archaeological and Anthropological Sciences*. – 2022. – Vol. 14 (1). – doi:10.1007/s12520-021-01495-x

**Kolobova K., Rendu W., Shalagina A., Chistyakov P., Baumann M., Koliashnikova A., Kovalev V., Krivoshapkin A.** The Application of Geometric-Morphometric Shape Analysis to the Middle Paleolithic Retouchers from Altai // *Quaternary International*. – 2020. – Vol. 559. – P. 89–96.

**Kot M.A.** The Earliest Middle Palaeolithic Bifacial Leafpoints in Central and Southern Europe: Technological Approach. – Warsaw: Warsaw Univ. Press, 2013. – 731 p.

**Meignen L.** Persistance des traditions techniques dans l'abri des Canalettes (Nant-Aveyron) // *Quaternaria Nova*. – 1996. – Vol. 6. – P. 449–464.

**Stamatopoulos M.I., Anagnostopoulos C.** 3D digital reassembling of archaeological ceramic pottery fragments based on their thickness profile // CoRRabs/1601.05824. – 2016. – URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1601/1601.05824.pdf> (дата обращения: 15.08.2025).

## References

**Bocharova E.N., Chistyakov P.V., Zotkina L.V., Lokhov D.N.** Using 3D Scanning to Study Composite Slotted Tools from the Early Holocene of Eastern Siberia (the Case of Kazachka-1 Site). In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2023. Vol. 29. P. 75–80. doi:10.17746/2658-6193.2023.29.0075–0080 (In Russ.).

**Boëda E.** Caractéristiques techniques des chânes opératoires lithiques des niveaux micoquens de Kulna (Tchécoslovaquie). *Paleo*, 1995. No. 1. P. 57–72.

**Bourguignon L.** Le Moustérien de type Quina: nouvelle définition d'une technique. Paris: Université de Paris X-Nanterre, 1997. 738 p.

**Chabai V.P.** The Middle Paleolithic of Crimea: Stratigraphy, Chronology, Typological Variability & Eastern European Context. Simferopol': Shliakh, 2004. 324 p. (In Russ.).

**Chen F., Welker F., Shen Ch.-Ch., Bailey Sh.E., Bergmann I., Davis S., Xia H., Wang H., Fischer R., Freidline S.E., Yu T.-L., Skinner M.M., Stelzer S., Dong G., Fu Q., Dong G., Wang J., Zhang D., Hublin J.-J.** A late Middle Pleistocene Denisovan mandible from the Tibetan Plateau. *Nature*, 2019. Vol. 569. P. 409–412.

**Demidenko Y.E.** Skoly obrabotki orudii, kak indicator osobennosti i intensivnosti processov kremneobrabotki i giznedeyatelnosti kollektivov neandertalcev na stoyankah srednego paleolita v kontekste variabelnosti industrii krymskoi mikokskoi tradicii. *Arheologichesky almanakh*, 2003. No. 13. P. 128–157. (In Russ.).

**Di Angelo L., Di Stefano P., Guardiani E.** A review of computer-based methods for classification and reconstruction of 3D high-density scanned archaeological pottery. *Journal of Cultural Heritage*, 2022. Vol. 56. P. 10–24.

**Freidline S.E., Gunz P., Janković I., Harvati K., Hublin J.J.** A comprehensive morphometric analysis of the frontal and zygomatic bone of the Zuttiyeh fossil from Israel. *Journal of Human Evolution*, 2012. Vol. 62, iss. 2. P. 225–241.

**Karasik A., Smilansky U.** 3D scanning technology as a standard archaeological tool for pottery analysis: practice and theory. *Journal of Archaeological Science*, 2008. Vol. 35. P. 1148–1168.

**Kharevich A.V.** Bifasial'naya tekhnologiya v sibiryachikhinskem variante srednego paleolita Gornogo Altaya: cand. sc. (history) dissertation abstract. Novosibirsk, 2022. 26 p. (In Russ.).

**Kharevich A.V., Markin S.V., Derevianko A.P.** Bifacial Tools from Okladnikov Cave: Technical and Typological Analysis. In *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2022. Vol. 28. P. 337–344. doi:10.17746/2658-6193.2022.28.0337-0344 (In Russ.).

**Kolobova K., Kharevich V., Chistyakov P., Kolyasnikova A., Kharevich A., Markin S., Krivoshapkin A., Baumann M., Olsen J.W.** How Neanderthals Gripped Retouchers: Experimental Reconstruction of the Manipulation of Bone Retouchers by Neanderthal Stone Knappers. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2022. Vol. 14. No. 1. doi:10.1007/s12520-021-01495-x

**Kolobova K., Rendu W., Shalagina A., Chistyakov P., Baumann M., Koliashnikova A., Kovalev V., Krivoshapkin A.** The Application of Geometric-Morphometric Shape Analysis to the Middle Paleolithic Retouchers from Altai. *Quaternary International*, 2020. Vol. 559. P. 89–96. doi:10.1016/j.quaint.2020.06.018

**Korobkova G.F., Dzhurakulov M.D.** Samarkand Site as a Benchmark of the Upper Paleolithic in Central Asia (Specifics of Knapping Technology and Economic-Production Activities). *Stratum plus*, 2000. Vol. 1. P. 385–462.

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

**Meignen L.** Persistance des traditions techniques dans l'abri des Canalettes (Nant-Aveyron). *Quaternaria Nova*, 1996. Vol. 6. P. 449–464.

**Rybin E.P.** Chronology and Geographical Distribution of Culture-Significant Artifacts in the Initial Upper Paleolithic of North Asia and Eastern Part of Central Asia. *Izvestiya of Altai State University*, 2014. No. 4 (84). P. 188–198. doi:10.14258/izvasu(2014)4.1-32 (In Russ.).

**Shalagina A.V., Kharevich V.M., Mori S., Bomann M., Krivoshapkin A.I., Kolobova K.A.** Reconstruction of the Bifacial Technological Sequence in Chagyrskaya Cave Assemblage. *Siberian Historical Studies*, 2020. No. 3. P. 130–151.

**Shunkov M.V., Kozlikin M.B.** The Earliest Paleolithic Assemblages from Denisova Cave in the Altai. *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 2023. No. 1. P. 18–32. doi:10.17746/1563-0102.2023.51.1.018-032

**Stamatopoulos M.I., Anagnostopoulos C.** 3D digital reassembling of archaeological ceramic pottery fragments based on their thickness profile. CoRRabs/1601.05824. 2016. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1601/1601.05824.pdf> (Accessed:15.08.2025)

**Vesel'skii A.P.** Rekonstruktsiiia protessa izgotovleniiia dvustoronnikh mikokskikh orudii. In *Aktual'nye problemy pervobytnoi arkheologii Vostochnoi Evropy. Arkheologicheskii al'manakh*, Donetsk: Donbass, 2009. No. 20. P. 88–109. (In Russ.).

Чистяков П.В. <https://orcid.org/0000-0001-7036-7092>  
Кожевникова Д.В. <https://orcid.org/0000-0002-4655-7977>  
Павленок Г.Д. <https://orcid.org/0000-0003-3727-776X>  
Колобова К.А. <https://orcid.org/0000-0002-5757-3251>

Дата сдачи рукописи: 24.10.2025 г.