

А.С. Колясникова<sup>✉</sup>, К.А. Колобова, А.С. Колясникова, С.В. Маркин

Институт археологии и этнографии СО РАН

Новосибирск, Россия

E-mail: kns0471@gmail.com

## Морфометрический анализ следов разделки на костях из Чагырской пещеры

Проведенное исследование направлено на определение типов орудий, использовавшихся неандертальцами Чагырской пещеры (Алтай) для финального этапа разделки туши (срезание мяса) на основе комплексного анализа морфометрии следов порезов на палеофаунистических остатках. Методология исследования сочетает традиционный метрический анализ и современный геометрико-морфометрический подход, позволяющий количественно оценить форму микропрофилей порезов. С помощью промышленного профилометра были отсканированы и изучены 293 профиля археологических порезов со слоев 6в/1 и 6в/2, которые были сопоставлены с экспериментальными следами, полученными при использовании каменных орудий с различными типами рабочего края, аналогичных орудиям неандертальцев Чагырской пещеры. Результаты демонстрируют, что, хотя метрические параметры (глубина, ширина, угол) не позволяют однозначно идентифицировать тип орудия, геометрико-морфометрический анализ выявил статистически значимое сходство формы профилей археологических порезов со следами от двусторонне ретушированных орудий. Установлена высокая стандартизация технологий разделки, что отражается в единобразии морфологии следов на костях из разных стратиграфических горизонтов. При этом следы на фрагментах лопатки демонстрируют отклонения, вероятно связанные с особенностями снятия мяса с этого элемента скелета. Результаты исследования дают основания для предварительного вывода о функциональной специализации орудий неандертальцев: двусторонне обработанные изделия, вероятно, использовались для мясной разделки, тогда как орудия с односторонней ретушью могли применяться для иных задач (например, обработка шкуры). Работа подчеркивает диагностическую ценность геометрико-морфометрических методов в археологических исследованиях и вносит вклад в понимание поведенческих адаптаций неандертальцев Алтая.

Ключевые слова: Чагырская пещера, эксперименты, порезы на костях, костные остатки, средний палеолит.

А.С. Koliasnikova<sup>✉</sup>, К.А. Kolobova, А.С. Koliasnikova, С.В. Markin

Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS

Novosibirsk, Russia

E-mail: kns0471@gmail.com

## Morphometric Study of Cut Marks on Faunal Remains from Chagyrskaya Cave

The authors define the types of tools used by Neanderthals of Chagyrskaya Cave (Altai) for the terminal stages of carcass processing (meat cutting) through a comprehensive morphometric analysis of cut marks on paleofaunal remains. The research methodology integrates traditional metric analysis with a modern geometric morphometric approach, enabling quantitative assessment of the microprofile shape of cut marks. Using an industrial profilometer, 293 profiles of archaeological cut marks from layers 6c/1 and 6c/2 were scanned and analyzed, which were then compared with experimental cut marks produced using stone tools with various types of the working-edges analogous to those used by the Neanderthals of Chagyrskaya Cave. The results demonstrate that while metric parameters (depth, width, angle) do not provide grounds for unambiguous tool-type identification, geometric morphometric analysis revealed a statistically significant similarity in the profile shape of archaeological cut marks with traces left by bifacially retouched tools. A high degree of standardization in butchering practices was identified; it was reflected in the uniformity of cut mark morphology on bones from various stratigraphic horizons. However, marks on scapula fragments exhibit deviations, likely related to the specificities of meat removal from this skeletal element. Our results provide a basis for a preliminary conclusion on the functional specialization of Neanderthal tools: bifacially retouched tools were likely used for meat processing, while unifacially retouched tools may have been employed for other tasks (e.g., hide working). This study underscores the diagnostic value of geometric morphometric methods in archaeological research and contributes to understanding the behavioral adaptations of Altai Neanderthals.

Keywords: Chagyrskaya Cave, experiments, cut-marks, bone remains, Middle Paleolithic.

## Введение

Модификации, оставленные человеком на палеофаунистических остатках, представляют особую исследовательскую ценность, являясь важным источником информации о разных аспектах обработки добычи древними сообществами охотников-собирателей. Среди таких модификаций наиболее многочисленны порезы – тонкие удлиненные борозды, сделанные непреднамеренно в процессе разделки в результате контакта кости и режущего края каменного орудия во время различных операций по разделке туши (например, снятие шкуры, сухожилий, отделение костей, срезание мяса) [Binford, 1981; Bunn, 1982].

Анализ следов разделки на костных останках представляет значительный потенциал для реконструкции хозяйственной деятельности древних популяций.

Изучение подобных повреждений позволяет получить данные о функциональном назначении стоянок, технологиях первичной разделки туш и типах использовавшихся орудий. Так, распределение следов разделки по анатомическим элементам скелета предоставляет информацию о способах разделки добычи в древних сообществах [Binford, 1981], а их наклон относительно кости может свидетельствовать о практиках заготовки и консервации мяса [Soulier, Morin, 2016]. Результаты многочисленных экспериментальных работ существенно расширили методическую базу интерпретации археозоологических материалов. Было продемонстрировано, что морфология следов варьируется в зависимости от типа применявшегося каменного орудия [Bello, Parfitt, Stringer, 2009], угла его наклона по отношению к костной поверхности [Courtenay et al., 2018], а также от состояния обрабатываемых тканей (свежие, вареные или сухие) [Колясникова, Колобова, 2025].

В настоящем исследовании приводятся результаты изучения морфометрических особенностей порезов на костях животных из слоев 6в/1 и 6в/2 Чагырской пещеры (Алтай), ассоциированных с неандертальцами, и сопоставления с экспериментальными следами. Целью работы является определение характеристик лезвий каменных орудий, использовавшихся неандертальцами Чагырской пещеры при срезании мяса с добычи.

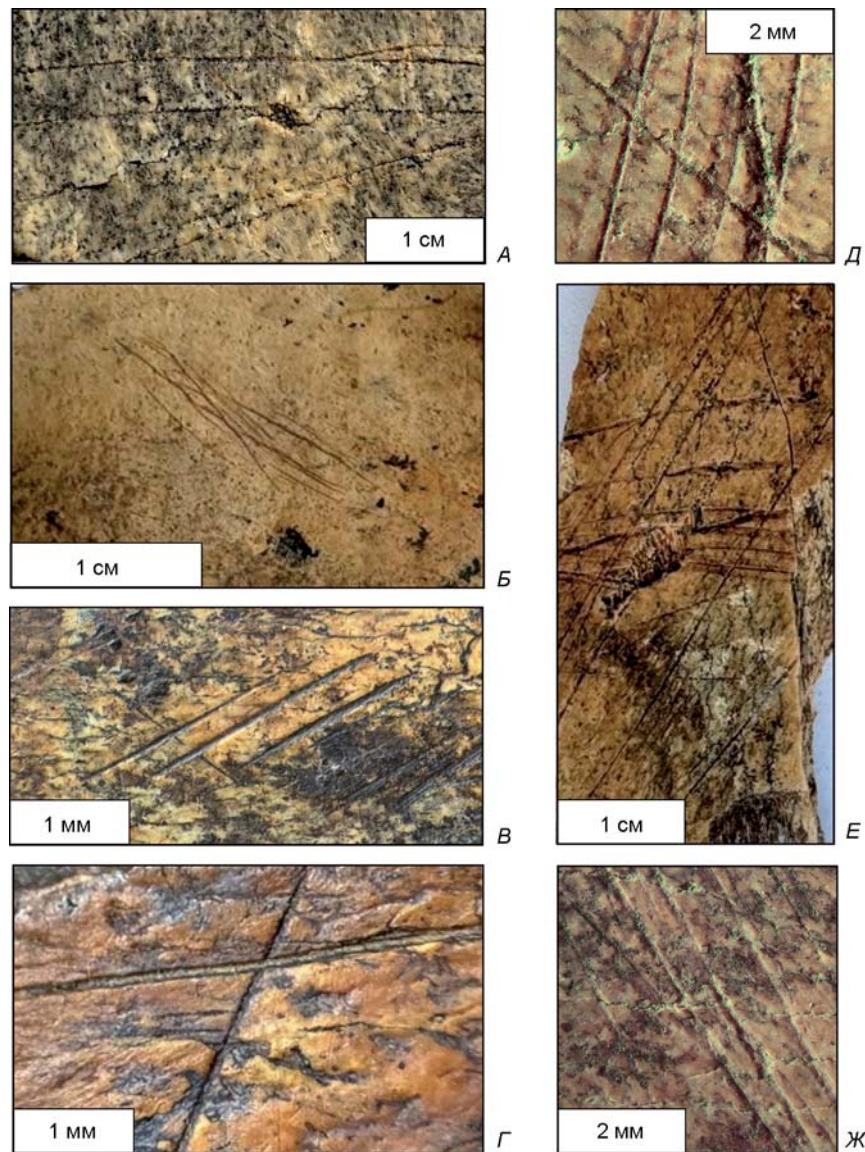


Рис. 1. Порезы на костях животных из слоев 6в/1 и 6в/2 Чагырской пещеры.

А, Д, Е, Ж – на фрагментах лопаток; Б, В, Г – на фрагментах ребра.

## Материалы и методы

Археологический памятник Чагырская пещера расположен в низкогорном районе Северо-Западного Алтая, Краснощековском р-не Алтайского края. Материалы данного памятника включают среднепалеолитические индустрии представителей неандертальского подвида [Междисциплинарные исследования..., 2018]. В орудийном наборе слоя 6в/1 преобладают скребла (70,89 %), также представлены остроконечники (14,35 %), двусторонние скребла (4,64 %), тронкированные сколы (3,80 %) и двусторонние острия (2,11 %) [Там же]. Большинство орудий имеют одностороннюю обработку рабоче-

го края, реже встречаются орудия с двусторонней ретушью.

Для исследования мы отбрали 11 фрагментов костей животных среднего и крупного размерных классов с порезами из двух слоев б6/1 (6 экз.) и б6/2 (5 экз.) Чагырской пещеры, в которых обнаружено наибольшее количество артефактов неандертальцев. В выборку вошли фрагменты костей разных частей скелета (рис. 1): фрагменты трубчатых костей, позвоночных отростков, ребер и лопаток. Кости имеют разную плотность поверхности, что может влиять на формообразование порезов, включение разных костей позволит оценить, насколько форма порезов зависит от анатомического элемента. Все отобранные костные фрагменты имеют многочисленные порезы (от 5 до 60 следов). При создании выборки критериями отбора послужили наличие хорошо читаемых, длинных (более 1 см для получения наибольшего количества профилей с одного пореза) порезов и ровная поверхность кости для лучшей видимости профиля пореза на профилометре.

Для сопоставления с археологическими следами были взяты порезы на экспериментальных орудиях, выполненные на свежей кости (1–2 дня с забоя животного). В экспериментах по изучению следов порезов каменными орудиями на кости использовались образцы, очищенные от мягких тканей, чтобы минимизировать влияние дополнительных факторов на морфологию следов. Порезы наносились тремя каменными орудиями с разными типами режущего края: ретушированный с одной стороны – конвергентное скребло, ретушированный с двух сторон – плоско-выпуклое бифасиальное орудие и острый край без ретуши – отщеп. Все использованные в эксперименте орудия были сделаны из засуринского яшмоида, аналогичного сырьевой базе орудий неандертальцев Чагырской пещеры.

Каждый фрагмент кости был отсканирован на промышленном трехмерном профилометре Gocator 3504, после чего создавались изображения поперечных профилей порезов, послуживших основой для геометрико-морфометрического и метрического анализов (рис. 2).

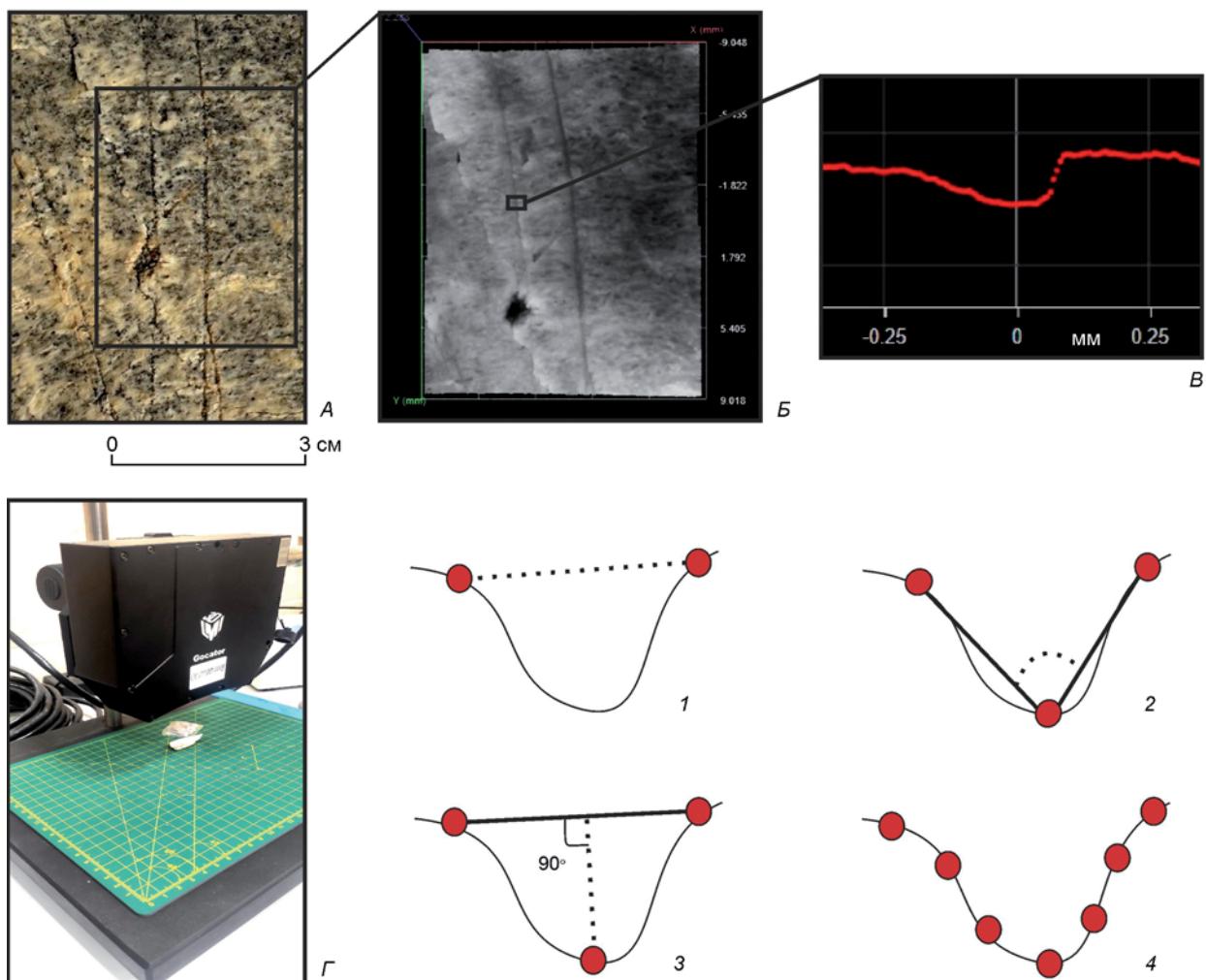


Рис. 2. Фиксация профилей порезов с помощью промышленного профилометра Gocator и метод основных измерений порезов.

А – исследуемый порез; Б – скан пореза; В – профиль пореза; Г – профилометр.

1 – измерение ширины; 2 – измерение угла; 3 – измерение глубины пореза; 4 – расстановка меток в программе tpsDig2 для проведения двухмерного геометрико-морфометрического анализа.

Прибор имеет область сканирования, равную  $49 \times 136 \times 170$  мм, и обеспечивает разрешение 6,7 микрон по оси XY и до 0,2 микрон по оси Z.

Для анализа микроморфологии профиля поперечного сечения каждого пореза мы измеряли ширину, глубину (точность – 0,001 мм) и угол раскрытия в поперечном сечении между стенками пореза (точность –  $0,001^\circ$ ) (рис. 2). Для исследования мы использовали не отдельные порезы, а их профили, которые затем группировались по типам создавших их орудий для дальнейшего анализа. Сечения профилей следов были выставлены перпендикулярно длине каждого пореза на расстоянии 2–5 мм друг от друга и с отступом 2 мм от конечных точек следа, где он сужается.

Для исследования морфологической изменчивости следов порезов был применен метод геометрической морфометрии. Он базируется на анализе пространственного расположения координатных меток, что дает возможность изучать вариации формы объектов независимо от их абсолютных размеров [Павлинов, Микешина, 2002]. Методика включает последовательное выполнение следующих операций: стандартизированное ориентирование исследуемых образцов, нанесение и фиксация координат меток (landmarks), процедура прокрустова совмещения, последующий анализ морфологической изменчивости посредством метода главных компонент (PCA).

Полученные на профилометре изображения порезов были переформатированы из формата JPG в файлы TPS с помощью приложения tpsUtil. В программе tpsDig2 (v.2.1.7) все изображения масштабировались [Rohlf, 2004], после чего равноудаленно расставлялись семь меток/точек (landmarks) на поперечном сечении каждого пореза, позволяющих охарактеризовать форму следа: две точки по краям пореза, одна в самой глубокой точке и по две равноудаленных точки на каждой стенке пореза.

Полученные файлы, содержащие 2D-координаты, были импортированы в программу Past4.03, где исходные координаты меток были нормированы с помощью прокрустова совмещения, сформирована ковариационная матрица и построены графики главных

компонент (PCA) с эллипсами 95 % вариабельности. Статистическая обработка данных также производилась в программе Past4.03. Для определения нормальности распределения применялся критерий Шапиро – Уилка. Для сравнения двух выборок по одной переменной (значения ширины, глубины, угла) применялся непараметрический критерий Манна – Уитни, подходящий для оценки различий между независимыми выборками, где некоторые данные распределены ненормально. Для сравнения выборок по нескольким переменным (значения первых двух главных компонент), а именно по значениям первых двух главных компонент, применялся мультивариантный непараметрический тест PERMANOVA.

## Результаты

В результате настоящего исследования были определены и изучены морфометрические характеристики 293 профилей, полученных из 29 порезов (по 10–11 профилей на каждый порез) на костях из комплекса Чагырской пещеры. Они были сопоставлены с профилиями порезов, созданных в рамках контролируемого эксперимента с использованием разных типов каменных орудий (51 профиль из 15 порезов) (см. таблицу).

### Метрический анализ

В результате применения непараметрического критерия Манна – Уитни было установлено, что значения глубины, ширины и угла у профилей порезов на костях из Чагырской пещеры имеют статистически значимые различия со следами, сделанными всеми тремя экспериментальными орудиями ( $p < 0,001$  у всех групп), за исключением глубины у двух групп порезов. Статистическое сходство отмечено в значениях глубины у археологических порезов и следов орудий с односторонней ретушью ( $p = 0,45$ ). Медиана их глубины 0,07 и 0,08 мм соответственно. Порезы от орудий без ретуши и с двусторонней ретушью более глубокие, их медиана равна 0,14 и 0,15 мм соответственно. Значения глубины всех групп экс-

### Основные метрические данные археологических и экспериментальных и порезов

Порезы	Глубина			Ширина			Угол		
	Минимальное значение (мм)	Максимальное значение (мм)	Медиана (мм)	Минимальное значение (мм)	Максимальное значение (мм)	Медиана (мм)	Минимальное значение ( $^\circ$ )	Максимальное значение ( $^\circ$ )	Медиана ( $^\circ$ )
Археологические порезы	0,04	0,24	0,07	0,10	0,60	0,28	80	149	125
Порезы орудием с односторонней ретушью	0,05	0,13	0,08	0,32	0,61	0,42	121	149	135
Порезы орудием с двусторонней ретушью	0,07	0,24	0,15	0,30	0,80	0,48	107	156	145
Порезы отщепом без ретуши	0,09	0,17	0,14	0,20	0,40	0,27	85	101	93

периметральных порезов (от 0,05 до 0,24 мм) попадают в диапазон таких значений у археологических порезов (от 0,04 до 0,24 мм). По значениям ширины археологические порезы наиболее близки со следами от неретушированного отщепа, их медиана составила 0,028 и 0,027 мм соответственно. У порезов от ретушированных орудий медиана ширины больше, чем у археологической выборки следов (0,42 мм у порезов от орудия с односторонней и 0,48 мм у порезов от орудия с двусторонней ретушью). Значения угла у археологических порезов и экспериментальных следов от орудий с односторонней и двусторонней ретушью схожи, их медианы варьируются от 125° до 145°. Углы порезов, сделанных орудием без ретуши более острые, их медиана равна 93°.

### Геометрико-морфометрический анализ

Для выборки из 293 профилей порезов на археологических костях (всего 29 порезов на 11 костных фрагментах) был проведен анализ главных компонент (далее – ГК). Для каждого профиля археологического пореза были получены значения 14 главных компонент, при этом значения первых двух ГК представляют 73 % дисперсии выборки, что означает успешное проведение анализа. На полученных графиках по-

строены эллипсы 95 % вариабельности выборок. Все группы порезов при сопоставлении их распределения на графике в пространстве двух главных компонент перекрывают друг друга в разной степени (рис. 3). На графике распределения археологических образцов большинство групп порезов, расположенных на разных костях – ребрах (рис. 3, А, 1–4), спинных отростках (рис. 3, А, 5–6), длинных трубчатых костях (рис. 3, А, 7–8), перекрывают друг друга. Из них выделяются лишь группы следов на фрагментах лопаток под номерами 9, 10 и 11, имеющие наименьшее пересечение с основной массой следов (рис. 3, А), эти порезы имеют менее симметричные стенки, в отличие от остальных.

При сопоставлении с экспериментальными порезами наибольшая область пересечения построенных эллипсов получилась у групп археологических порезов и следов от двусторонне-ретушированного орудия – все профили этой группы экспериментальных порезов расположены в границах эллипса археологических следов (рис. 3, Г). Порезы орудием с односторонней ретушью тоже имеют значительное, но не полное перекрытие со следами на костях из Чагырской пещеры на графике распределения двух главных компонент (рис. 3, Б). Частично археологические порезы пересекаются на графике с порезами, совершенными неретушированным отщепом, однако это пересечение наименьшее среди всех зафиксиро-

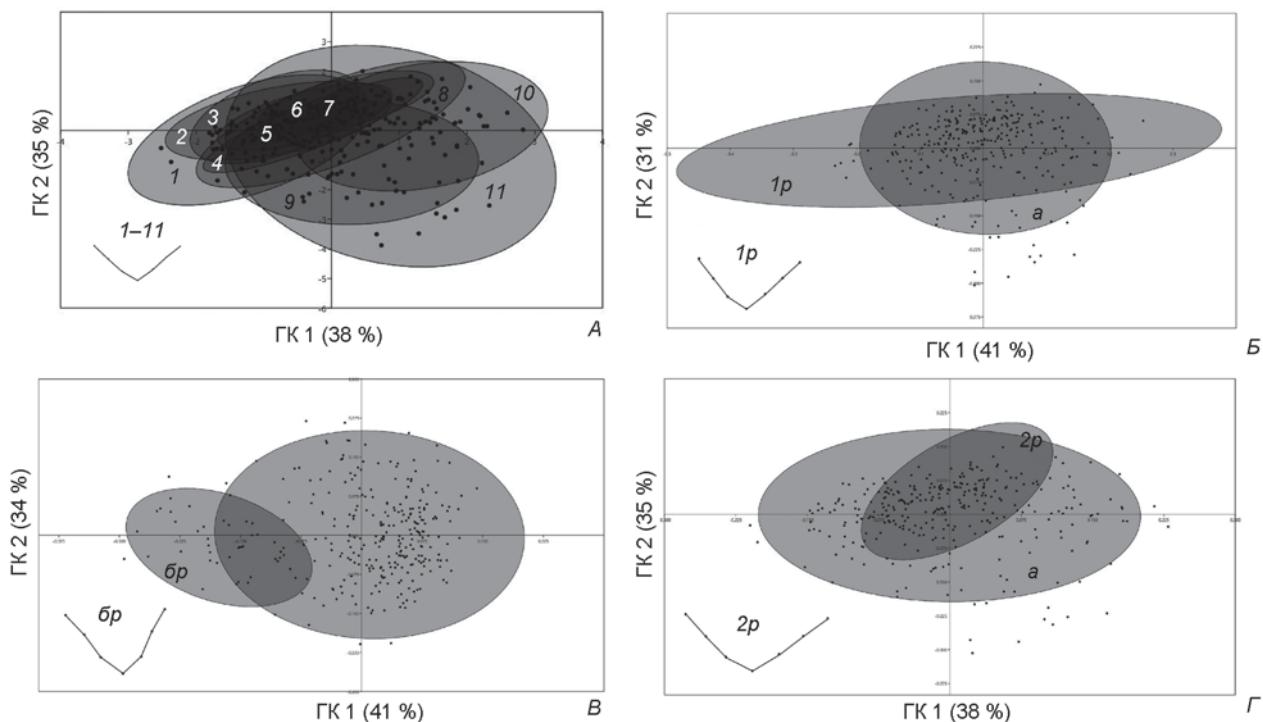


Рис. 3. Распределение археологических и экспериментальных порезов на графиках двух главных компонент с корреляционными эллипсами, включающими 95 % вариабельности координат. В углу каждого графика представлены усредненные формы профиля порезов отдельных групп.

А – археологические порезы; Б – с односторонней обработкой; В – с двусторонней обработкой; Г – без ретуши.

1–11 – археологические порезы на разных образцах костей; 1p – порезы орудием с односторонней ретушью; а – общая группа археологических порезов; бр – порезы неретушированным отщепом; 2p – порезы орудием с двусторонней ретушью.

ванных на других графиках перекрытий у эллипсов (рис. 3, *B*).

Изображения усредненных профилей следов, созданные по средним значениям каждой из семи меток в Past4.03, отражают морфологическую изменчивость следов. Визуально разница по форме наиболее заметна у следов от отщепа без ретуши, его угол раскрытия острее, чем у других групп порезов (рис. 3, *A*). У археологических порезов усредненная форма профилей схожа с теми, что получились ретушированными орудиями (рис. 3, *B, Г*), при этом у порезов орудием с двусторонней ретушью дно (нижние три метки) имеет более тупой угол раскрытия, чем у порезов орудием с односторонней ретушью, что больше совпадает с формой археологических порезов (рис. 3, *A*).

Для определения степени сходства разных групп следов нами был проведен непараметрический тест PERMANOVA к значениям главных компонент, который показал значительную статистическую разницу между формой порезов из всех четырех групп (Bonferroni-corrected  $p = 0,0001$ ,  $F = 18$ ). Парное сравнение при этом показало сходство у археологических следов и экспериментальных порезов, выполненных орудием с двусторонней ретушью (Bonferroni-corrected  $p = 0,1722$ ,  $F = 3,6$ ). С порезами от отщепа без ретуши у археологических порезов получилась статистически значимая разница (Bonferroni-corrected  $p = 0,0006$ ,  $F = 47$ ); чуть менее выраженное, но статистически значимое отличие отмечено и с порезами от орудия с односторонней ретушью (Bonferroni-corrected  $p = 0,01$ ,  $F = 7,5$ ).

## Выводы

Выявленные различия в метрических характеристиках порезов на костях животных из Чагырской пещеры и экспериментальных следов не дают нам оснований для определения типа каменного лезвия, которым было сделано большинство порезов, по их размерам. Однако результаты проведенного геометрико-морфометрического анализа позволяют нам сделать вывод о том, что порезы, оставленные неандертальцами Чагырской пещеры при срезании мяса, схожи с экспериментальными следами от ретушированных орудий по форме профилей, в особенности от орудий с двусторонне обработанным краем, что подтверждается значительным наложением доверительных эллипсов и высоким значением  $p$  ( $p = 0,1722$ ).

Важным результатом настоящей работы является выявление общей стандартизации порезов на разных костях из разных слоев (6в/1, 6в/2). Значительное перекрытие эллипсов вариабельности для большинства групп археологических порезов на разных образцах костей свидетельствует о единобразии их морфологии, что указывает на использование орудий со схожей формой режущего края, углов их наклона

и прилагаемой силы. Обособленное на графике положение следов, обнаруженных на фрагментах лопатки, указывает на отличие их формы от основной массы следов и может быть связано, например, с тем, что при снятии мяса с лопатки неандертальцы держали орудие под другим наклоном или использовали орудия с другой формой режущего края.

Если в коллекции Чагырской пещеры преобладают орудия с односторонней обработкой, то в результате сопоставлений следов срезания мяса на костях из фаунистической коллекции данной стоянки с данными экспериментов мы видим больше сходства со следами от двусторонне ретушированного лезвия. На данный момент вывод о том, что для срезания мяса с добычи неандертальцы использовали преимущественно орудия с двусторонней обработкой является предварительным, так как для его подтверждения необходимо расширить экспериментальную базу, добавив больше каменных орудий. Однако мы можем предположить, что орудия, обработанные с одной стороны, использовались больше для других активностей (например, обработка шкуры), чем для срезания мяса. Орудия с двусторонней ретушью, более подходящие для резания, могли быть предпочтительными инструментами для обработки туши.

Проведенное исследование демонстрирует, что изучение следов разделки на палеофаунистических остатках выходит за рамки определения причин происхождения следов и констатации пищевой или охотничьей активности древних людей. Экспериментальное исследование порезов позволяет достоверно и детально реконструировать процесс разделки добычи. Таким образом, данное исследование не только вносит вклад в изучение хозяйственной деятельности неандертальцев Чагырской пещеры, но и на методологическом уровне подтверждает высокую диагностическую ценность геометрико-морфометрического подхода для археологических исследований.

## Благодарности

Исследование проведено при финансовой поддержке проекта РНФ № 25-28-00605 «Стратегии использования животных ресурсов неандертальцами Чагырской пещеры в позднем среднем палеолите Алтая». Авторы выражают благодарность В.М. Харевичу за предоставление экспериментальных каменных орудий. При проведении морфометрического анализа было использовано оборудование ЦКП «Геохронология кайнозоя» ИАЭТ СО РАН (г. Новосибирск) (профилометр Gocator 3504).

## Список литературы

**Колясникова А.С., Колобова К.А.** Установление способов употребления мяса в палеолите по форме порезов на костях. Археология Евразийских степей. – 2025. – Вып. 2. – С. 259–272.

**Междисциплинарные исследования** Чагырской пещеры – стоянки среднего палеолита Алтая / А.П. Деревянко, С.В. Маркин, К.А. Колобова, В.П. Чабай, Н.А. Рудая, Б. Виола, А.П. Бужилова, М.Б. Медникова, С.К. Васильев, В.С. Зыкин, В.С. Зыкина, В.С. Зажигин, А.О. Вольвах, Р.Г. Робертс, З. Якобс, Б. Ли. – Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2018. – 468 с.

**Павлинов И.Я., Микешина Н.Г.** Принципы и методы геометрической морфометрии // Журнал общей биологии. – 2002. – Т. 63, № 6. – С. 473–493.

**Bello S.M., Parfitt S.A., Stringer C.B.** Quantitative micromorphological analyses of cut marks produced by ancient and modern handaxes // *J. Archaeol. Sci.* – 2009. – Vol. 36. – P. 1869–1880.

**Binford L.R.** Bones: ancient men, modern myths. – N.Y.: Academic press, 1981. – 320 p.

**Bunn H.T.** Meat eating and human evolution: studies on the diet and subsistence patterns of Plio-Pleistocene hominids in East Africa. – University of California, Berkeley, Ph.D Dissertation 1982. – 500 p.

**Courtenay L.A., Maté-González M.Á., Aramendi J., Yravedra J., González-Aguilera D., Domínguez-Rodrigo M.** Testing accuracy in 2D and 3D geometric morphometric methods for cut mark identification and classification // *PeerJ*. – 2018. – Vol. 6. – e5133.

**Rohlf F.J.** TpsUtil, File Utility Program. Version 1.26 (Online). – 2004. – URL: <https://www.sbmorphometrics.org/soft-dataacq.html> (Accessed: 27.08.2025).

**Soulier M.-C., Morin E.** Cutmark data and their implications for the planning depth of Late Pleistocene societies // *J. of Hum. Evol.* – 2016. – Т. 97. – P. 37–57.

**Bunn H.T.** Meat eating and human evolution: studies on the diet and subsistence patterns of Plio-Pleistocene hominids in East Africa. Dissertation, University of California, Berkeley, Ph.D, 1982. 500 p.

**Courtenay L.A., Maté-González M.Á., Aramendi J., Yravedra J., González-Aguilera D., Domínguez-Rodrigo M.** Testing accuracy in 2D and 3D geometric morphometric methods for cut mark identification and classification. *PeerJ*, 2018. Vol. 6. e5133.

**Derevianko A.P., Markin S.V., Kolobova K.A., Chabai V.P., Rudaja N.A., Viola B., Buzhilova A.P., Mednikova M.B., Vasiliev S.K., Zykin V.S., Zykina V.S., Zazhigin V.S., Volvakh A.O., Roberts R.G., Jakobs Z., Li B.** Mezhdisciplinarnye issledovaniya Chagyrskoj peshhery – stojanki srednego paleolita Altaja. Novosibirsk: IAET SB RAS Publ., 2018. 468 p. (In Russ.).

**Koliasnikova A.S., Kolobova K.A.** Morphology of cut-marks as evidence of meat processing strategies in the paleolithic era. *Arkheologiya Evraziiskikh Stepei*, 2025. No. 2. P. 259–272. (In Russ.).

**Pavlinov I.Y., Mikeshina N.G.** Printsipy i metody geometricheskoy morfometrii [Principles and methods of geometric morphometrics]. *Zhurnal obshchey biologii*, 2002. Vol. 63, No. 6. P. 473–493. (In Russ.).

**Rohlf F.J.** TpsUtil, File Utility Program. Version 1.26, (Online). 2004. URL: <https://www.sbmorphometrics.org/soft-dataacq.html> (Accessed: 27.08.2025).

**Soulier M.-C., Morin E.** Cutmark data and their implications for the planning depth of Late Pleistocene societies. *Journal of Human Evolution*, 2016. Vol. 97. P. 37–57.

## References

**Bello S.M., Parfitt S.A., Stringer C.B.** Quantitative micromorphological analyses of cut marks produced by ancient and modern handaxes. *Journal of Archaeological Science*, 2009. Vol. 36. P. 1869–1880.

**Binford L.R.** Bones: ancient men, modern myths. New York: Academic press, 1981. 320 p.

Колясникова Анастасия С.

<https://orcid.org/0000-0002-6356-3738>

Колобова К.А. <https://orcid.org/0000-0002-5757-3251>

Колясникова Анна С. <https://orcid.org/0000-0003-2278-5948>

Маркин С.В. <https://orcid.org/0000-0002-4528-8613>

Дата сдачи рукописи: 28.08.2025 г.