

В.М. Харевич, Л.В. Зоткина[✉],
А.В. Харевич, А.И. Кривошапкин

Институт археологии и этнографии СО РАН
Новосибирск, Россия
E-mail: lidiazotkina@gmail.com

К вопросу о функциях остроконечников из Гrotta Obi-Rakhmat: результаты пилотной серии экспериментов

В данной статье представлены результаты пилотного экспериментально-трасологического исследования, целью которого было изучение особенностей формирования следов метательного износа на каменных наконечниках стрел, изготовленных из окременного известняка – основного сырья индустрии гrotta Obi-Rakhmat (Узбекистан), ключевого памятника среднего палеолита Средней Азии. При экспериментальном моделировании предпочтение было отдано не контролируемому эксперименту, а имитации реальной охоты с луком. В рамках пилотной экспериментальной серии было изготовлено 21 каменное орудие, которое использовалось в качестве наконечников стрел для стрельбы из лука по тушке барана. Эксперимент показал высокую эффективность как самих наконечников, так и использованного способа их крепления с помощью клея на основе битума. Более половины наконечников не получили никаких повреждений после попадания в мягкие ткани. Характерные повреждения (язычковые и ступенчатые сколы), интерпретируемые как следы метательного износа (DIF), формировались исключительно при контакте с костью и были зафиксированы на 9 экз. Ярко выраженных микроскопических признаков метательного износа (MLIT) выявить не удалось, что, вероятно, связано особенностями используемого каменного сырья и незначительностью повреждений эталонов на макроуровне. Полученные данные важны для интерпретации археологических материалов. Они свидетельствуют, что помимо орудий с классическими признаками метательного износа, в коллекции Obi-Rakhmata могут присутствовать и остроконечники с менее очевидными следами, использовавшиеся в качестве наконечников стрел. Это расширяет возможный спектр охотничьего вооружения и подчеркивает необходимость тщательного трасологического анализа в сочетании с экспериментальными подходами для реконструкции охотничьих стратегий древнего населения.

Ключевые слова: гrot Obi-Rakhmat, экспериментальная археология, трасология, метательное оружие, наконечники стрел, палеолит Средней Азии.

V.M. Kharevich, L.V. Zotkina[✉],
A.V. Kharevich, A.I. Krivoshapkin

Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS
Novosibirsk, Russia
E-mail: lidiazotkina@gmail.com

Functions of Obi-Rakhmat Pointed Tools: Results of Pilot Experimental Study

This article presents an experimental use-wear analysis of stone arrowheads, investigating the formation of projectile impact traces. The study focuses on points made from silicified limestone, the predominant raw material at Obi-Rakhmat Grotto (Uzbekistan)—a key Middle Paleolithic site in Central Asia. During modelling, imitation of real-life hunting with a bow was preferred over controlled experiment. In a pilot experimental series, 21 lithic points were manufactured and used as arrowheads, which were shot from a bow into a sheep carcass. The results demonstrate high effectiveness of both the points and their hafting system, which utilized a bitumen-based adhesive. Over half of the arrowheads remained undamaged after penetrating soft tissue. Diagnostic impact fractures (DIFs), such as spin-off and step-terminating bending fractures, occurred exclusively from contact with bone and were observed on nine specimens. The analysis did not reveal distinct microscopic linear impact traces (MLITs), likely due to the properties of the specific lithic raw material and the limited macro-fracturing on the reference samples. These findings are essential for interpreting archaeological assemblages. They suggest that the Obi-Rakhmat collection may contain not only points with classic impact damage but also those with less pronounced traces that nonetheless served as arrowheads. This evidence broadens the potential range of hunting technology and highlights the importance of combining detailed use-wear analysis with experimental methods to reconstruct prehistoric hunting strategies.

Keywords: Obi-Rakhmat grotto, experimental archaeology, use-wear analysis, projectile weapons, arrowheads, Central Asian Paleolithic.

Введение

В современном палеолитоведении фиксируется устойчивая тенденция к удревнению появления метательных орудий, в т.ч. лука и стрел. До недавнего времени наиболее ранние свидетельства распространения метательных орудий связывались с Южной Африкой, где на стоянке Бломбос, в пещерах Сибуду и Пирс, в гротах Хависон Порт, Клип Дрифт и некоторых других объектах возрастом от 60 до 80 тыс. л.н. были найдены каменные артефакты со следами метательного износа [Lombard, Shea, 2021; Lombard, Phillipson, 2010; Pargeter, Shea, Utting, 2016; Lombard, Wadley, 2016]. В последние годы ареал распространения свидетельств дистанционной охоты расширился до территорий Ближнего Востока [Eren, Kuhn, 2019] и Западной Европы [Sano et al., 2019; Metz, Lewis, Slimak, 2023]. Остроконечники с выраженным метательным износом найдены и в Средней Азии в индустрии грота Оби-Рахмат [Plisson et al., 2025], одного из ключевых объектов среднего палеолита Центральной Азии [Brantingham et al., 2001; Деревянко и др., 2001; Krivoshapkin, Kuzmin, Timothy, 2010].

Существует огромный пласт литературы, посвященной описанию следов метательного износа на различных типах каменных орудий [Fischer, Hansen, Rasmussen, 1984; Gauvrit Roux et al., 2020; Coppe, Rots, 2025]. Выявление следов метательного износа связано с рядом трудностей и зачастую имеет неоднозначную трактовку [Rots, Plisson, 2014]. В связи с этим особое значение имеет создание коллекции

экспериментальных эталонов на локальной сырьевой базе. Данное исследование включало пилотную серию экспериментов с целью выявления особенностей формирования следов метательного износа на локальном сырье (известняки различной степени окремненности), использовавшемся в индустрии грота Оби-Рахмат. Мы отказались от идеи полностью контролируемого эксперимента [Iovita et al., 2016; Sano, Denda, Oba, 2016] и избрали стратегию, более соответствующую реалиям охоты с луком [Loi, Brizzi, 2011; Cattelain, Pergère, 1993; Odell, Cowan, 1986], т.к. в этом подходе точнее воспроизводится принцип историзма.

Описание эксперимента

Для изготовления наконечников использовались блоки окремненного известняка, найденные в русле р. Пальтау и на скальных обнажениях в окрестностях грота Оби-Рахмат. Наконечники изготавливались двумя способами. Первый подразумевал использование леваллуазского метода раскалывания либо снятие сколов с тронкированно-фасетированных орудий. Полученные данными методами сколы под треугольной формы использовались без применения вторичной обработки (рис. 1, 1). Второй способ заключался в отборе различных снятий под треугольной формы, у которых ретушированием формировалось острие. Размеры наконечников составили от $16 \times 6 \times 3$ мм до $30 \times 16 \times 5$ мм. Наконечники крепились к деревянным стрелам фабричного производства длиной 76 см, диаметром 0,8 мм, весом 25 г (рис. 1, 2).

Для закрепления в торце стрел выполнялся пропил, вставленный в него наконечник дополнительно закреплялся kleem на основе битума, смешанного с золой и перетертым древесным углем в пропорции 1:10. Дополнительное крепление в виде обмотки не применялось. Для стрельбы использовался спортивный лук натяжением 18 кг, что соответствует силе натяжения простого лука. В качестве мишени использовалась подвешенная туши барана весом 30 кг (рис. 1, 3). Туша была закреплена до наступления трупного окоченения, в позе, имитирующей естественную позицию. Поскольку экспериментальная мишень моделировала горного козла, один из основных объектов охоты в комплексе грота Оби-Рахмат [Patou-Mathis et al., 2021], с туши барана была частично удалена шерсть, значительно повышающая количество рикошетов, как показали ранее проведенные нами

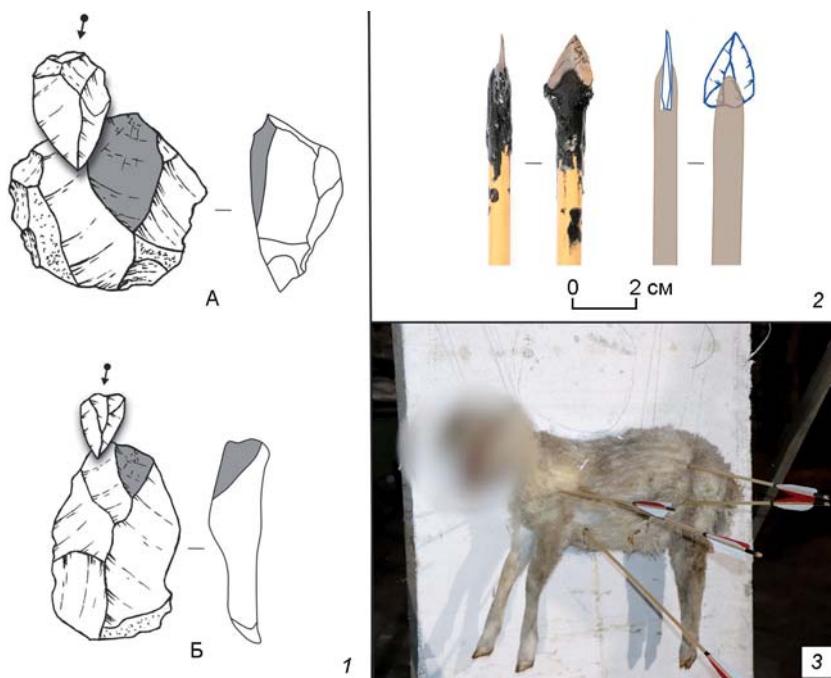


Рис. 1. Процесс экспериментального моделирования.

1 – схема производства экспериментальных остроконечников; 2 – способ закрепления экспериментальных остроконечников; 3 – мишень.

эксперименты. Чтобы уменьшить вероятность порчи стрел и наконечников в результате промахов или пробития туши навылет, за мишенью был помещен экран из пенопласта. Стрельба осуществлялась в закрытом помещении при температуре +5 °C с расстояния от 8 до 5 м. Ход эксперимента и результаты использования каждого наконечника фиксировались в отдельном протоколе, куда заносились такие параметры, как дистанция, с которой производился выстрел, точка попадания в тушу, сохранность стрелы и наконечника

на момент прекращения использования, дополнительные факторы в случае их возникновения. Весь процесс сопровождался фотофиксацией. Всего в эксперименте был задействован 21 наконечник. Все наконечники, кроме двух экземпляров, использовались однократно, вне зависимости от того, позволяла их сохранность применять их повторно или нет. Такой подход был обусловлен стремлением зафиксировать все возможные изменения формы эталонов на макро- и микроравнене при условии их минимального использования.

Результаты экспериментального моделирования

Применяемый тип крепления показал свою высокую эффективность. В большинстве случаев наконечники оставались закрепленными в древке даже при попадании в каменно-земляной пол. Даже после вылома наконечника из крепления, он оставался в мягких тканях туши. Ограниченнная мощность используемого в экспериментальном моделировании лука тем не менее оказалась достаточной для уверенного поражения мишени. При попадании в мягкие ткани или брюшину туши пробивалась навылет. Поскольку наконечник оставался закрепленным в древке, стрелу можно было использовать повторно. Распределение попаданий выглядит следующим образом: грудина – 15%; хребет – 20%; конечности – 10%; брюшина – 45%; голова – 5%. В экспериментальной коллекции насчитывается 11 наконечников, поразивших мягкие ткани и не имеющих повреждений ни на микро-, ни на макроуровне. В случае любого контакта с костью (прямого удара или удара по касательной) на наконечниках формировались заметные невооруженным глазом повреждения.

Трасологический анализ экспериментальной коллекции

Повреждения, зафиксированные на экспериментальных эталонах – остроконечниках – сразу после проведенной серии, можно охарактеризовать следу-

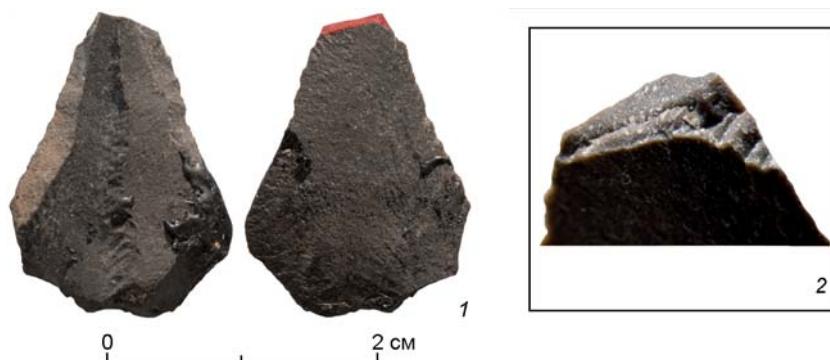


Рис. 2. Макропризнаки метательного износа на экспериментальном эталоне № 16. 1 – общий вид на эталон с отмеченным участком износа; 2 – макрофото ступенчатого снятия (дистальная часть фрагментирована).

ющим образом. Макроизнос отмечался преимущественно в дистальной части эталонного орудия (рис. 2). В основном повреждения можно назвать незначительными. Преобладали два вида макроповреждений, диагностирующих метательную функцию (DIF): язычковые (петлеобразные) и ступенчатые снятия как с дорсальной, так и с вентральной стороны, все они приурочены к контакту с костью. И хотя эти повреждения видоизменили острийную часть наконечников, но не настолько, чтобы их переиспользование было невозможно. Лишь в одном случае был полностью утрачен дистальный фрагмент, при этом в древке осталась проксимальная часть с характерным ступенчатым сколом. Выраженных микропризнаков метательного износа (MLIT) зафиксировано не было. Поскольку такой износ обычно обусловлен контактом орудия с его же фрагментами, утраченными в момент проникновения стрелы в мишень, он представляет собой яркие линейные заполированные, их отсутствие может объясняться незначительностью повреждений эталонов на макроуровне.

Можно отметить, что, хотя на материалах коллекции грота Оби-Рахмат и зафиксированы гораздо более существенные, даже классические признаки, доказывающие метательный износ [Plisson et al., 2025], сделанные выше наблюдения показывают, что среди материалов стоянки могут присутствовать и менее явные свидетельства охоты.

Обсуждение и выводы

Проведение пилотной серии экспериментов позволило сделать ряд наблюдений о формировании микро- и макроследов на каменных остроконечниках, использовавшихся в качестве наконечников стрел, выполненных на локальной сырьевой базе. Первое, что обращает на себя внимание, – это доля наконечников, получивших макроповреждения. Из 21 использованного в эксперименте наконечника различные сломы сформировались на 9 экз., во всех случаях контакта с костью. Большинство исследователей отмечают

высокую долю наконечников, получивших макроповреждения при стрельбе из лука либо их моделировании. При проведении контролируемого эксперимента доля фрагментированных наконечников составляет от 50 [Novita et al., 2016] до 100 % [Sano et al., 2016], что обычно связывается с высокой скоростью метательного снаряда. Более близкие к нашим результатам значения отмечены в экспериментальных исследованиях, проводившихся при стрельбе из лука по тушам животных на дистанции 10 м [Cattelain, Pergère, 1993], при стрельбе с предельно малых (до 2,5 м) дистанций и в условиях реальной охоты [Loi, Brizzi, 2011]. Интересное наблюдение связано с соединением стрелы и наконечника. При формировании сломов, препятствующих дальнейшему использованию стрелы, базальный фрагмент наконечника зачастую оставался в древке либо в туще. Таким образом, транспортировка фрагментов каменных наконечников на место охотничьего лагеря, каковым является грот Оби-Рахмат, представляется вполне оправданной. Фрагменты наконечников приносились в древках стрел, откуда извлекались при ремонте охотничьего снаряжения либо непосредственно из туши добытого животного.

Сделанные в результате трасологического анализа экспериментальной коллекции наблюдения показывают, что помимо остроконечников грота Оби-Рахмат с ярко выраженными признаками метательного износа, доказывающими их функции [Plisson et al., 2025], в качестве метательных могли использоваться и орудия с менее очевидными характеристиками. И хотя в этих случаях характер износа может быть не настолько отчетливым, скрупулезный трасологический анализ материалов стоянки в сочетании с дополнительными экспериментальными сериями позволит воссоздать более цельную картину охотничьих стратегий древнего населения грота Оби-Рахмат.

Подводя итог pilotной серии экспериментов, можно сделать следующие выводы. Каменные остроконечники из окременного известняка, аналогично использовавшемуся в каменной индустрии грота Оби-Рахмат, показали высокую эффективность в качестве наконечников стрел. Несмотря на отсутствие бифасиальной обработки, повышающей прочность наконечников [Odell, Cowan, 1986], более половины были пригодны для повторного использования.

Проведенная первичная серия экспериментов показала эффективность использования остроконечников в качестве наконечников стрел в сочетании с луком для поражения некрупных животных с небольшой дистанции. Поражающие свойства этих метательных орудий достаточно высоки, при этом даже после нескольких попаданий стрел в мишень повреждения наконечников были настолько незначительны или их не было вовсе, что можно уверенно говорить о неоднократном переиспользовании остроконечников древними охотниками. На мате-

риалах из сырья грота Оби-Рахмат подтверждается сделанное ранее исследователями наблюдение о том, что попадание метательных орудий в мягкие ткани чаще всего не провоцирует никаких повреждений наконечников, тогда как контакт с костью, даже по касательной, обычно является причиной формирования типичных вариантов метательного износа. Стоит, однако, учитывать, что это может быть обусловлено допущением – в большинстве экспериментов используются туши мертвых животных, что, несомненно, отличается от реальной охоты, где животное находится в движении.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 22-18-00649П «Заселение западной части Центральной Азии человеком современного анатомического облика в период среднего-верхнего палеолита: хронология миграционных процессов».

Список литературы

Деревянко А.П., Кривошапкин А.И. Анойкин А.А., Исламов У.И., Петрин В.Т., Сайфуллаев Б.К., Сулейменов Р.Х. Ранний верхний палеолит Узбекистана: индустрия грота Оби-Рахмат (по материалам слоев 2–14) // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2001. – № 4. – С. 42–63.

Brantingham P.J., Krivoshapkin A.I., Li J., Tserendagva Ya. The initial Upper Paleolithic in Northeast Asia // Current Anthropology. – 2001. – Vol. 42, N 5. – P. 735–747. – doi:10.1086/323817

Cattelain P., Perpère M. Tir expérimental de sagaies et de flèches emmanchées de pointes de la Gravette // Archéo-Situla. – 1993. – Vol. 17, N 20. – P. 5–28.

Coppe J., Rots V. Let's cut to the chase and rely on fracture mechanics to identify projectile armatures // Archaeological and Anthropological Sciences. – 2025. – Vol. 17. – Art. no. 73. – doi:10.1007/s12520-025-02180-z

Eren E., Kuhn S.L. Morphological and functional variation in points from the Ahmarian layers at Üçağızlı Cave, Turkey // Eurasian J. of Anthropology. – 2019. – Vol. 10, N 1. – P. 1–19.

Fischer A., Hansen P.V., Rasmussen P. Macro and micro wear traces on lithic projectile points: experimental results and prehistoric examples // J. of Danish Archaeology. – 1984. – Vol. 3. – P. 19–46.

Gauvrit Roux E.G., Cattin M.-I., Yahemdi I., Beyries S. Reconstructing Magdalenian hunting equipment through experimentation and functional analysis of backed bladelets // Quatern. Intern. – 2020. – Vol. 554. – P. 107–127. – doi:10.1016/j.quaint.2020.06.038

Iovita R., Schönekeß H., Gaudzinski-Windheuser S., Jäger F. Identifying Weapon Delivery Systems Using Macrofracture Analysis and Fracture Propagation Velocity: A Controlled Experiment // Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry / eds. R. Iovita, K. Sano. –

Dordrecht: Springer, 2016. – P. 13–27. – doi:10.1007/978-94-017-7602-8_2

Krivoshapkin A.I., Kuzmin Y.V., Timothy Jull A.J. Chronology of the Obi-Rakhmat grotto (Uzbekistan): first results on the dating and problems of the paleolithic key site in Central Asia // *Radiocarbon*. – 2010. – Vol. 52, N 2. – P. 549–554.

Loi C., Brizzi V. New approaches to the experimentation on the impact of lithic projectiles points // *Experiments with past materialities* / eds. D. Gheorghiu, G. Children. – Oxford: Archaeopress, 2011. – P. 19–28.

Lombard M., Phillipson L. Indications of bow and stone-tipped arrow use 64 000 years ago in KwaZulu-Natal, South Africa // *Antiquity*. – 2010. – Vol. 84 (325). – P. 635–648. – doi:10.1017/S0003598X00100134

Lombard M., Shea J.J. Did Pleistocene Africans use the spearthrower-and-dart? // *Evolutionary Anthropology*. – 2021. – Vol. 30, N 5. – P. 307–315. – doi:10.1002/evan.21912

Lombard M., Wadley L. Hunting Technologies During the Howiesons Poort at Sibudu Cave: What They Reveal About Human Cognition in KwaZulu-Natal, South Africa, Between ~65 and 62 ka // *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry* / eds. R. Iovita, K. Sano. – Dordrecht: Springer, 2016. – Ch. 19. – P. 273–286. – doi:10.1007/978-94-017-7602-8_19

Metz L., Lewis J.E., Slimak L. Bow-and-arrow, technology of the first modern humans in Europe 54,000 years ago at Mandrin, France // *Science Advances*. – 2023. – Vol. 9, N 8. – P. eadd4675. – doi:10.1126/sciadv.add4675

Odell G., Cowan F. Experiments with Spears and Arrows on Animal Targets // *J. of Field Archaeology*. – 1986. – Vol. 13, N 2. – P. 195–212. – doi:10.2307/530220

Pargeter J., Shea J., Utting B. Quartz backed tools as arrowheads and hand-cast spearheads: Hunting experiments and macro-fracture analysis // *J. of Archaeol. Sci.* – 2016. – Vol. 73. – P. 145–157. – doi:10.1016/j.jas.2016.08.001

Patou-Mathis M., Crépin L., Julien M.-A., Kolobova K., Krivoshapkin A. Past Human adaptations in Central Asia and the peopling of Eurasia: insights from a multidisciplinary investigation of the Obi-Rakhmat site (Uzbekistan) // The Beef behind all Possible Pasts: The Tandem Festschrift in Honour of Elaine Turner and Martin Street / eds. S. Gaudzinski-Windheuser, O. Jöris. – Heidelberg: Propylaeum, 2021. – Vol. 1. – P. 103–116.

Plisson H., Kharevich A.V., Kharevich V.M., Chistiakov P.V., Zotkina L.V., Baumann M., Pubert E., Kolobova K.A., Maksudov F.A., Krivoshapkin A.I. Arrow heads at Obi-Rakhmat (Uzbekistan) 80 ka ago? // *PLOS ONE*. – 2025. – Vol. 20, N 8. – P. e0328390. – doi:10.1371/journal.pone.0328390

Rots V., Plisson H. Projectiles and the abuse of the use-wear method in a search for impact // *J. of Archaeol. Sci.* – 2014. – Vol. 48. – P. 154–165. – doi:10.1016/j.jas.2013.10.027

Sano K., Arrighi S., Stani C., Aureli D., Boschin F., Fiore I., Spagnolo V., Ricci S., Crezzini J., Boscato P., Gala M., Tagliacozzo A., Birarda G., Vaccari L., Ronchitelli A., Moroni A., Benazzi S. The earliest evidence for mechanically delivered projectile weapons in Europe // *Nature*

Ecology & Evolution. – 2019. – Vol. 3. – P. 1409–1414. – doi:10.1038/s41559-019-0990-3

Sano K., Denda Y., Oba M. Experiments in Fracture Patterns and Impact Velocity with Replica Hunting Weapons from Japan // *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry* / eds. R. Iovita, K. Sano. – Dordrecht: Springer, 2016. – P. 29–38. – doi:10.1007/978-94-017-7602-8_3

References

Brantingham P.J., Krivoshapkin A.I., Li J., Tserendagva Ya. The initial Upper Paleolithic in Northeast Asia. *Current Anthropology*, 2001. Vol. 42, No. 5. P. 735–747. https://doi:10.1086/323817

Cattelain P., Perpère M. Tir expérimental de sagaies et de flèches emmanchées de pointes de la Gravette. *Archéo-Situla*, 1993. Vol. 17–20. P. 5–28.

Coppe J., Rots V. Let's cut to the chase and rely on fracture mechanics to identify projectile armatures. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2025. Vol. 17. Art. no. 73. doi:10.1007/s12520-025-02180-z

Derevianko A.P., Krivoshapkin A.I., Anoikin A.A., Islamov U.I., Petrin V.T., Saifullaiev B.K., Suleimanov R.H. The Initial Upper Paleolithic of Uzbekistan: the lithic industry of Obi-Rakhmat grotto (on the basis of materials recovered from strata 2–14). *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2001. No. 4. P. 42–63.

Eren M.I., Kuhn S.L. Morphological and functional variation in points from the Ahmalian layers at Üçağızlı Cave, Turkey. *Eurasian Journal of Anthropology*, 2019. Vol. 10, No. 1. P. 1–19.

Fischer A., Hansen P.V., Rasmussen P. Macro and micro wear traces on lithic projectile points: experimental results and prehistoric examples. *Journal of Danish Archaeology*, 1984. Vol. 3. P. 19–46.

Gauvrit Roux E.G., Cattin M.-I., Yahemi I., Beyries S. Reconstructing Magdalenian hunting equipment through experimentation and functional analysis of backed bladelets. *Quaternary International*, 2020. Vol. 554. P. 107–127. doi:10.1016/j.quaint.2020.06.038

Iovita R., Schönekeß H., Gaudzinski-Windheuser S., Jäger F. Identifying Weapon Delivery Systems Using Macrofracture Analysis and Fracture Propagation Velocity: A Controlled Experiment. In *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry*. Dordrecht: Springer, 2016. P. 13–27. doi:10.1007/978-94-017-7602-8_2

Krivoshapkin A.I., Kuzmin Y.V., Timothy Jull A.J. Chronology of the Obi-Rakhmat grotto (Uzbekistan): first results on the dating and problems of the paleolithic key site in Central Asia. *Radiocarbon*, 2010. Vol. 52, No. 2. P. 549–554.

Loi C., Brizzi V. New approaches to the experimentation on the impact of lithic projectiles points. In *Experiments with past materialities*. Oxford: Archaeopress, 2011. P. 19–28.

Lombard M., Phillipson L. Indications of bow and stone-tipped arrow use 64 000 years ago in KwaZulu-Natal, South Africa. *Antiquity*, 2010. Vol. 84. No. 325. P. 635–648. doi:10.1017/S0003598X00100134

- Lombard M., Shea J.J.** Did Pleistocene Africans use the spearthrower-and-dart? *Evolutionary Anthropology*, 2021. Vol. 30, No. 5. P. 307–315. doi:10.1002/evan.21912
- Lombard M., Wadley L.** Hunting Technologies During the Howiesons Poort at Sibudu Cave: What They Reveal About Human Cognition in KwaZulu-Natal, South Africa, Between ~65 and 62 ka. In *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry*. Dordrecht: Springer, 2016. P. 273–286. doi:10.1007/978-94-017-7602-8_19
- Metz L., Lewis J.E., Slimak L.** Bow-and-arrow, technology of the first modern humans in Europe 54,000 years ago at Mandrin, France. *Science Advances*, 2023. Vol. 9, No. 8. P. eadd4675. doi:10.1126/sciadv.add4675
- Odell G.H., Cowan F.** Experiments with Spears and Arrows on Animal Targets. *Journal of Field Archaeology*, 1986. Vol. 13, No. 2. P. 195–212. doi:10.2307/530220
- Pargeter J., Shea J.J., Utting B.** Quartz backed tools as arrowheads and hand-cast spearheads: Hunting experiments and macro-fracture analysis. *Journal of Archaeological Science*, 2016. Vol. 73. P. 145–157. doi:10.1016/j.jas.2016.08.001
- Patou-Mathis M., Crépin L., Julien M.-A., Kolobova K., Krivoshapkin A.** Past Human adaptations in Central Asia and the peopling of Eurasia: insights from a multidisciplinary investigation of the Obi-Rakhmat site (Uzbekistan). In *The Beef behind all Possible Past: The Tandem Festschrift in Honour of Elaine Turner and Martin Street*. Heidelberg: Propylaeum, 2021. Vol. 1. P. 103–116.
- Plisson H., Kharevich A.V., Kharevich V.M., Chistiakov P.V., Zotkina L.V., Baumann M., Pubert E., Kolobova K.A., Maksudov F.A., Krivoshapkin A.I.** Arrow heads at Obi-Rakhmat (Uzbekistan) 80 ka ago? *PLOS ONE*, 2025. Vol. 20. No. 8. P. e0328390. doi:10.1371/journal.pone.0328390
- Rots V., Plisson H.** Projectiles and the abuse of the use-wear method in a search for impact. *Journal of Archaeological Science*, 2014. Vol. 48. P. 154–165. doi:10.1016/j.jas.2013.10.027
- Sano K., Arrighi S., Stani C., Aureli D., Boschin F., Fiore I., Spagnolo V., Ricci S., Crezzini J., Boscato P., Gala M., Tagliacozzo A., Birarda G., Vaccari L., Ronchitelli A., Moroni A., Benazzi S.** The earliest evidence for mechanically delivered projectile weapons in Europe. *Nature Ecology & Evolution*, 2019. Vol. 3. P. 1409–1414. doi:10.1038/s41559-019-0990-3
- Sano K., Denda Y., Oba M.** Experiments in Fracture Patterns and Impact Velocity with Replica Hunting Weapons from Japan. In *Multidisciplinary Approaches to the Study of Stone Age Weaponry*. Dordrecht: Springer, 2016. P. 29–38. doi:10.1007/978-94-017-7602-8_3

Харевич В.М. <https://orcid.org/0000-0003-2632-6888>

Зоткина Л.В. <https://orcid.org/0000-0002-1912-3882>

Харевич А.В. <https://orcid.org/0000-0002-2267-2452>

Кривошапкин А.И. <https://orcid.org/0000-0002-5327-3438>

Дата сдачи рукописи: 25.10.2025 г.