

**Е. Ю. Гиря, Д. Н. Федорова, К. Н. Степанова, А. А. Малютина,
Е. М. Колпаков, А. М. Кульков**

Технические средства и исследовательские возможности археологической трасологии

Keywords: traceology, traces, microscopy, petroglyphs, stone tools, bone and antler tools

Cuvinte cheie: trasologie, urme, microscopie, petroglife, unelte din piatră, unelte din os și corn

Ключевые слова: трасология, следы, микроскопия, петроглифы, каменные орудия, костяные и роговые орудия

E. Yu. Giryа, D. N. Fedorova, K. N. Stepanova, A. A. Malyutina, E. M. Kolpakov, A. M. Kulkov

Technical Means and Research Perspectives in Archeological Traceology

The paper discusses new trends emerging in traceology and related to the study of a broader range of artifacts made of different materials: from impact-marks on rock surfaces to wooden sledge runners. The authors provide a number of examples when the use of modern equipment allows to tackle new traceological questions more effectively. In particular, the examples relate to the study of rock carving techniques, as well as manufacture and use of stone and osseous artifacts. In addition, the paper discusses the development of technical means used for observing and documenting use-wear, technological and post-depositional traces on artifacts.

E. Yu. Giryа, D. N. Fedorova, K. N. Stepanova, A. A. Malyutina, E. M. Kolpakov, A. M. Kulkov

Mijloacele tehnice și posibilitățile de cercetare ale trasologiei arheologice

În articol sunt discutate apărutele recent direcții în trasologie, în care sunt studiate artefactele din materiale diverse: de la ciopliturile de pe suprafețele stâncilor și până la tălpile de lemn ale săniilor polare. Sunt aduse exemple de executare a utilajului contemporan pentru rezolvarea unor noi sarcini de cercetare: în particular, pentru studierea tehnicii de executare a petroglifelor și a particularităților de confecționare și folosire a artefactelor din piatră, os, corn. De asemenea în articol este expusă viziunea noastră asupra procesului de formare a mijloacelor tehnice de observare și fixare a urmelor în trasologie.

This paper is a contribution to the state assignments no. 0184-2018-0012 "The oldest inhabitants of Russia and neighboring countries: the ways and time of settlement, the evolution of culture and society, adaptation to the natural environment", no. 0184-2018-0011 "The first people in the North of Russia: Arctic and Subarctic in the late Pleistocene and early Holocene" and no. 0184-2018-0006 "Production and use of tools in Paleolithic, Neolithic and the Bronze age (technology, traceology and experimental study of archaeological materials)" within the framework of the program of fundamental scientific research of the State academies of sciences. Partly this work was supported by Russian Foundation for Basic Research, project 17-06-00355a "Chronostratigraphic correlation and cultural differentiation of the Late Middle Paleolithic sites in the Russian Plain as seen against the background of environmental changes associated with middle part of the last glacial-interglacial macrocycle" Scientific research was performed at the Research park of St. Petersburg State University Center of X-ray diffraction studies ■ Cercetările au fost efectuate în cadrul executării Programului de cercetări științifice fundamentale ale academiilor de științe de stat la tema sarcinii de stat nr. 0184-2018-0012 „Cei mai vechi locuitori ai Rusiei și ai țărilor limitrofe: căile și perioada de colonizare, evoluția culturii și societății, adaptarea la mediul natural”, nr. 0184-2018-0011 „Primii oameni în Nordul Rusiei: Arctica și Subarctica în pleistocenul târziu și holocenul timpuriu”, nr. 0184-2018-0006 „Producerea și utilizarea uneltelor de muncă în paleolitic, eneolitic și epoca bronzului (cercetarea tehnologică, trasologică și experimentală a materialelor arheologice)” folosind utilajul Centrului de resurse al Parcului științific al USSPb „Metodele de cercetare X-difracționare”. O parte a lucrării este realizată cu sprijinul Fundației ruse pentru cercetări fundamentale, proiectul nr. 17-06-00355a „Coordonarea cronostratigrafică și diferențierea culturală a monumentelor paleoliticului mijlociu târziu al Câmpiei Rusă pe fundalul schimbărilor naturale în mijlocul ultimului macrociclu glaciatic-interglaciatic” ■ Исследования проведены в рамках выполнения Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук по теме государственной работы №0184-2018-0012 «Древнейшие обитатели России и сопредельных стран: пути и время расселения, эволюция культуры и общества, адаптация к природной среде», №0184-2018-0011 «Первые люди на Севере России: Арктика и Субарктика в позднем плейстоцене и раннем голоцене», №0184-2018-0006 «Производство и использование орудий труда в палеолите, неолите и эпоху бронзы (технологическое, трасологическое и экспериментальное изучение археологических материалов)» с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования». Частично работа выполняется при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект №17-06-00355a «Хроностратиграфическая корреляция и культурная дифференциация памятников позднего среднего палеолита Русской равнины на фоне природных изменений середины последнего ледниково-межледникового макроцикла».

© Stratum plus. Археология и культурная антропология.

© Е. Ю. Гиря, Д. Н. Федорова, К. Н. Степанова, А. А. Малютина, Е. М. Колпаков, А. М. Кульков, 2019.

Е. Ю. Гирия, Д. Н. Федорова, К. Н. Степанова, А. А. Малютина, Е. М. Колпаков, А. М. Кульков

Технические средства и исследовательские возможности археологической трасологии

В статье рассмотрены недавно появившиеся направления в трасологии, в которых изучаются артефакты из разнообразных материалов: от выбивок на скальных поверхностях до полозьев деревянных нарт. Приведены примеры использования современного оборудования при решении новых исследовательских задач: в частности, при изучении техники выполнения петроглифов и особенностей изготовления и использования каменных, костяных, роговых артефактов. В статье также излагается наше видение становления технических средств наблюдения и фиксации следов в трасологии.

Трасология, к сегодняшнему дню выделившаяся в самостоятельную область в археологии, активно использует новейшее микроскопическое и фотографическое оборудование, лазерные сканирующие системы и компьютерные программы в работе со следами как с особым видом археологических источников (Гирия 2015; Marreiros et al. 2015). Примерами тому могут послужить доклады, представленные на конференциях по трасологии (например, съезда AWRANA¹ и тематические сессии крупных международных конференций), где исследователи демонстрируют результаты работ, проводимых на оборудовании, которое дает не только возможность микроскопических наблюдений с увеличением до тысяч раз, но также построения карт микротопографии, картирования химических элементов на поверхности орудий, создание трехмерных моделей изучаемых объектов (Fernández-Marchena et al. 2018a; 2018b). Новая техника не только ускоряет и упрощает работу, автоматизируя часть операций, гораздо существеннее то, что она дает возможность получать новую визуальную информацию, производимую в результате программной обработки серии фотографий, облака точек с координатами или данных анализатора химического состава.

Однако каких бы высот не достигало развитие техники, определяющими в исследованиях трасологов были и остаются следы и их характеристики, а не технические средства, предназначенные для их наблюдения. При исследовании следов важно не только выявить и достоверно описать их, но также сохранить, надежно задокументировать и доказательно интерпретировать. При этом исследование стоит начинать не только с вопроса о целях и задачах, но и с оценки оправданных методов и соразмерных технических средств для их достижения, чтобы было понятно, почему задача решается именно таким способом. Эти намерения могут встретиться с простым препятствием — в наших реалиях часто приходится выбирать не из всего разнообразия техники, а из того, что доступно исследовате-

лям, и в России, в сравнении с большинством стран Европы, США и Японией, в археологии было и сохраняется отставание в технической оснащенности. В качестве примера оборудования, практически недоступного трасологам в России, но ставшего уже распространенным инструментом работы в европейских лабораториях, можно привести лазерный сканирующий микроскоп или электронный сканирующий микроскоп (последний, впрочем, накладывает серьезные ограничения на размер образца и выдает изображение, лишенное цветового контраста). Очевидно, что позиция «догоняющего» не самая продуктивная, но, несмотря на отставание, нам нужно хорошо представлять себе возможности, ограничения и перспективы технического прогресса в археологии.

Еще не так давно внедрение цифровой фотографии и сопутствующих программ обеспечило кардинальное расширение возможностей фиксации и демонстрации следов, причем в виде, в котором они не доступны непосредственному наблюдению даже под микроскопом. Речь идет, во-первых, о получении фотографий с высоким пространственным разрешением, позволяющим наблюдать весь микрорельеф в фокусе, и, во-вторых, о создании трехмерных моделей как артефактов, так и следов на них (описание технических средств, оптимальных для применения в археологической трасологии, см. Plisson 2015). Тенденция к восприятию следов не только в проекции на плоскости, но и в объеме присутствует в трасологии с самого начала развития метода, что прослеживается в работах С. А. Семёнова (1957) и В. Е. Щеллинского (1983). В первой половине — середине XX в. технически это было выполнимо при помощи конфокальной микроскопии. Сегодняшние технические возможности, а именно — электронные сканирующие микроскопы, позволяют создавать одновременно и микрофотографии с высоким пространственным разрешением, и трехмерную модель отснятой поверхности, которые, при совмещении их программой, становятся информативным источником. Единственное ограничение в том, что такие снимки делаются с небольшого по площади участка поверхности артефакта,

¹ AWRANA — Association of Archaeological Wear and Residue Analysts (Ассоциация археологов, изучающих износ и остатки обрабатываемых веществ).

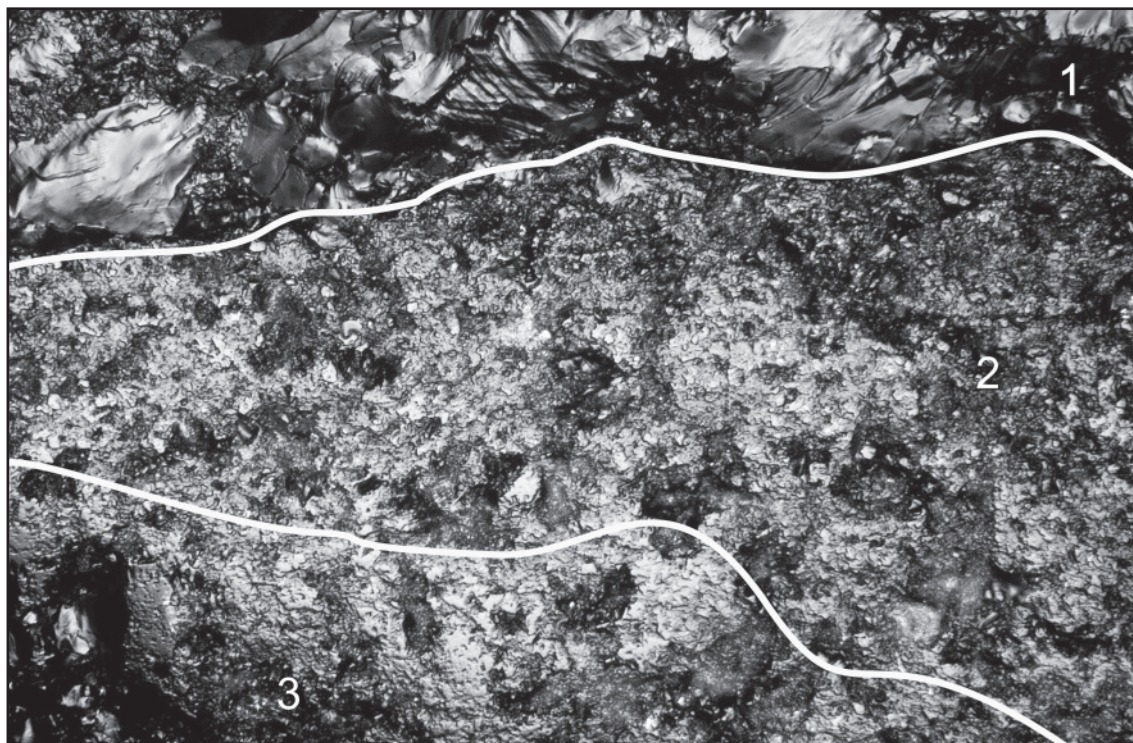


Рис. 1. Развитие общего неутилитарного износа (от транспортировки) на межфасеточном ребре артефакта из микрокварцита. 1 — естественная поверхность скола. Видны микрокристаллы кварца. 2 — зона слаборазвитого общего износа. Поверхность микрокристаллов истёрта и выровнена. 3 — ребро, зона развитого общего неутилитарного износа. На выровненной поверхности образуются островки, покрытые пятнами геля сплошной заполировки. (По результатам экспериментов В.М. Харевича). Увеличение $\times 200$.

Fig. 1. Formation of non-utilitarian wear (from transportation) on dorsal ridge of a microquartzite artifact. 1 — natural fracture surface. Microcrystals of quartz are visible. 2 — zone of underdeveloped general wear. The surface of microcrystals is worn out and leveled. 3 — ridge, zone of well developed non-utilitarian wear. Areas covered with stains of solid polish gel are seen on the leveled surface. (Based on the results of V.M. Kharevich's experiments). Magnification up to 200.

и для полноценной работы трасолога необходимо создание большой серии таких трехмерных микрофотографий. Кроме того, лазерные сканирующие микроскопы, появившиеся еще в 1980-е гг., остаются очень дорогостоящим оборудованием.

Безусловно, развитие трасологии происходит не только в технической сфере. Есть также несколько сравнительно новых направлений, появившихся в последние десятилетия и годы. Они касаются расширения источниковой базы археологической трасологии: в настоящее время анализируются не только орудия труда из изотропных пород (кремь, обсидиан и т.п.), но и другие виды артефактов из различных видов сырья. В этой статье мы представляем три относительно новых области изучения следов: 1) при исследовании петроглифов (изучаются в первую очередь технологические следы), 2) при исследовании ударно-абразивных каменных орудий из зернистых пород (все виды следов) и 3) артефактов из органических материалов (все виды следов). Относительно классификации следов, заметим, что современная трасология не огра-

ничивается одним лишь только износом или следами использования, а изучает все типы археологических, экспериментальных и природных следов, когда это необходимо для понимания морфологии артефактов. Традиционно в статьях, представляющих результаты трасологических исследований, выделяются микро- и макроследы (Коробкова, Щелинский 1996), но мы рассматриваем следы в целом как археологический источник (Гиря 2015), при этом разделяя их на а) следы изготовления и обработки, б) следы использования, в) нефункциональный недифференцируемый износ (рис. 1). Характеристики «микро-» и «макро-», по нашему мнению, должны применяться не непосредственно к следам, а к способу их наблюдения и фиксации (микро-, макроскопия, микро-, макрофотография и т.п.).

Пожалуй, самым новаторским можно считать **трасологическое изучение петроглифов, направленное на то, чтобы установить технику выбивки** и — в идеале — получить представления о хронологии создания петроглифов и о том, какие трансформации претерпевали наскальные изображения.

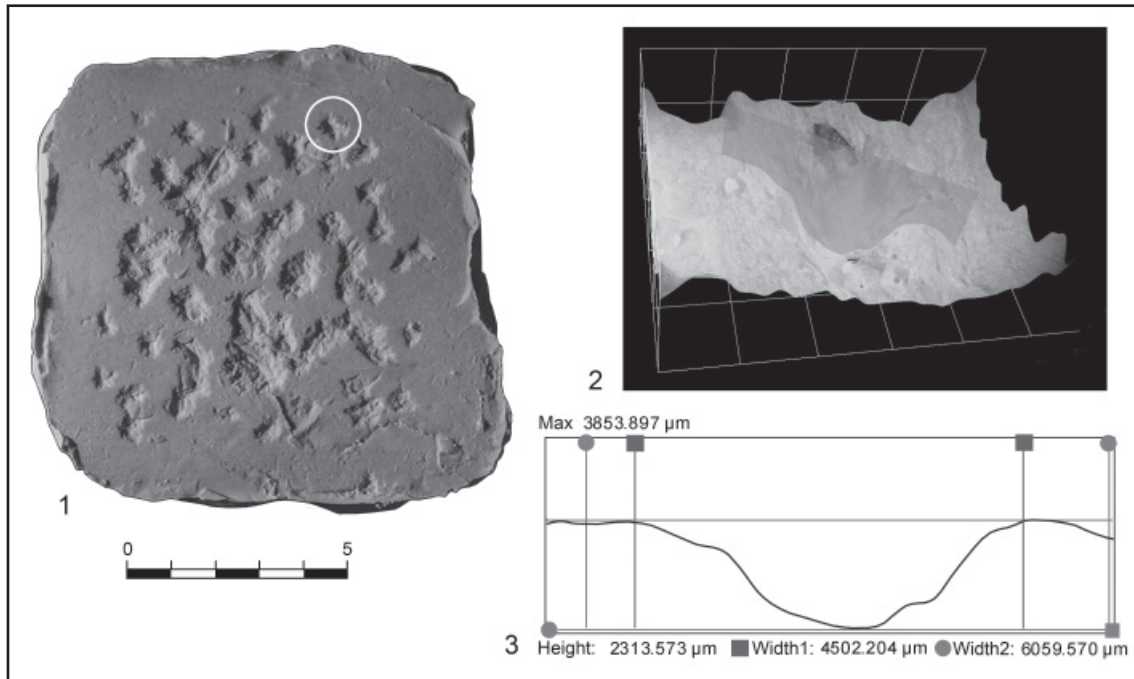


Рис. 2. 1 — макрофото экспериментальной «отливки» (работа стальным шлямбуром по граниту); 2, 3 — изображение профиля отдельной лунки (фото Д.Н. Федоровой).

Fig. 2. 1 — macro photo of experimental "casting" (steel granite bolt work); 2, 3 — profile image of an individual cavity (photo by D.N. Fedorova).

Петроглифы Северо-Запада России — одни из наиболее известных памятников наскального искусства в нашей стране. Однако определение времени создания этих изображений весьма проблематично. Предлагаемые датировки довольно широкие — от неолита до эпохи раннего металла (Савватеев 1990; Колпаков, Шумкин 2012), и вопрос о времени создания и обновления выбивок остается актуальным. В последние несколько лет применительно к петроглифам разрабатывается методика экспериментально-трассологического анализа, дополненная современными методами цифровой трехмерной (3D) фотофиксации следов обработки. Представительные и информативные серии 3D моделей и микрофотографий поверхностей наскальных изображений и экспериментальных эталонов (рис. 2) дают возможность получать более подробную информацию о материалах, из которых были изготовлены орудия для нанесения выбивок. Обобщая эти данные, мы планируем получить новые сведения о технологии выполнения и уточнить относительную периодизацию наскального искусства на Северо-Западе России.

Объектом нашего исследования на данном этапе являются Беломорские петроглифы (Республика Карелия, Беломорский район, острова реки Выг) (рис. 3) и Онежские петроглифы (Республика Карелия, Пудожский район, вос-

точное побережье Онежского озера). Выбор именно этих двух пунктов обусловлен тем, что выбивки нанесены на скальные поверхности из гранита, который минимально подвержен разрушению под воздействием факторов окружающей среды. В качестве объекта лабораторного исследования были использованы силиконовые и гипсовые отливки (соответственно — негативы и позитивы рельефа скопированного изображения), полученные с фрагментов изображений — как с археологических памятников (непосредственно самих петроглифов), так и с экспериментальных эталонов (созданных нами). Немаловажным преимуществом при работе с отливками в лаборатории, а не со скальной поверхностью в полевых условиях, является возможность более подробно — при достаточном увеличении и освещении — изучить отдельные выбоины, которые могли быть получены случайно или преднамеренно, в зависимости от конкретной ситуации. Именно изучение таких отдельных выбоин дает возможность получить информацию об орудиях, которыми были выполнены петроглифы, поскольку, находясь на периферии основного изображения, они часто остаются незатронутыми позднейшими подправками и шлифовкой.

Трассологический анализ требует сравнительной базы эталонов, и нами были проведены серии экспериментов с использова-



Рис. 3. Вид на группу Беломорских петроглифов.

Fig. 3. View of a group of the White Sea petroglyphs.

нием ударных инструментов для нанесения выбивок из тех материалов, которые с наибольшей вероятностью могли быть использованы древними людьми в данном регионе: это кварц, кремнь, гранит, железо и сталь. Далее все полученные позитивные слепки с экспериментальных поверхностей были изучены с использованием цифрового микроскопа Leica DVM 5000. Исходя из полученных данных, можно предположить, что аналогичная выбивка изображений на гранитной скальной поверхности могла быть произведена орудием из «вязкого» и твердого материала, то есть по своим физическим свойствам максимально схожим с современной сталью. Выводы из этих наблюдений могут быть следующими. Во-первых, в связи с длительным бытованием наскальных изображений, нельзя исключать, что на протяжении всего времени их существования они могли «подправляться» и «дополняться», в том числе и в недавнем прошлом. Также можно предположить, что сами выбивки были выполнены позже, чем принято считать.

Еще одно проявление сравнительно нового направления в археологической трасологии — работа с некремневыми каменными орудиями. Речь идет не только о трасологии орудий из расщепленного кварца, кварцита и т.п. (Clemente Conte, Gibaja Bao 2009; Clemente Conte et al. 2015), но и об **изучении функций ударно-абразивных инструмен-**

тов, в качестве которых использовались природные отделности зернистых пород камня. Эти артефакты не были преднамеренно созданы человеком, а приобрели свою форму в процессе использования и в редких случаях в результате подправки формы или свойств рабочей поверхности. Трасологический анализ занимает особое место при их изучении, так как в данном случае самым информативным источником будут именно следы. Отбойники, наковальни, ретушеры, абразивы, терочные камни и прочие ударно-абразивные орудия², которые иногда даже не опознаются исследователями как артефакты, применялись при выполнении самой разной работы и содержат в себе информацию об организации хозяйства древних людей всех археологических эпох от палеолита до средневековья. Для их изучения предлагалось использование макротрасологического метода (Коробкова, Щелинский 1996: 19—21). Чаще всего объектом исследования становились терочные камни и орудия металлопроизводства эпохи неолита-бронзы (Коробкова 1994; Загородня 2014; Dubreuil 2004). Более древние ударно-абразивные орудия до недавнего времени становились предметом трасологического изучения лишь в единичных случаях (например, шлифованные

² Термин предложен А. А. Синицыным и Е. Ю. Гирей.

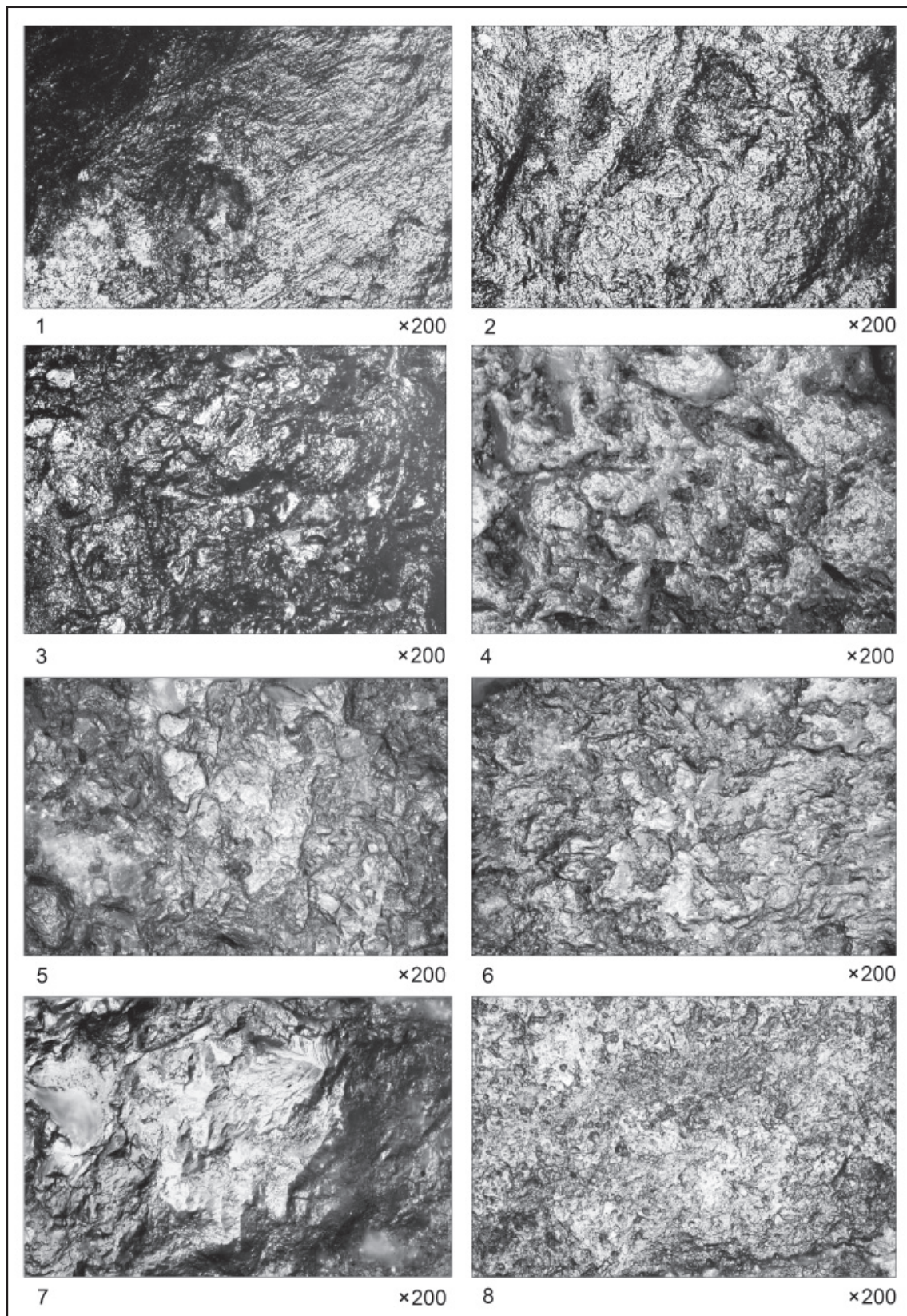


Рис. 4. Примеры исходных поверхностей на разных отдельностях сырья. 1, 2 — сильно окатанная кварцитовая галька; 3 — окатанная песчаниковая галька; 4 — окатанная галька крупнозернистого кварцита; 5, 6 — окатанная песчаниковая галька; 7 — кварцитовая плитка; 8 — известняковая плитка (микрофото К.Н. Степановой).

Fig. 4. Examples of initial surfaces on different raw materials. 1, 2 — heavily rounded quartz pebbles; 3 — rounded sandstone pebbles; 4 — rounded pebble of coarse-grained quartzite; 5, 6 — rounded sandstone pebbles; 7 — quartzite slab; 8 — limestone slab (microphoto by K.N. Stepanova).

диски-ретушеры и терочные камни Костёнок 4, см. обзор истории исследования: Степанова 2015).

Отличие микротрасологического изучения таких орудий от изучения кремневых изделий состоит в том, что зернистая структура камня накладывает определенные ограничения на применение метода: породы, состоящие из минералов с разными физико-химическими свойствами, подвержены выкрашиванию; следы использования, как правило, смешаны со следами окатанности и других природных процессов (рис. 4); обширных зон следов-заполировок на таком сырье не образуется и на расположенных рядом зернах кварца могут наблюдаться разные следы (царапины, выщерблены, скругление и т.д.). Наиболее диагностичные следы износа нужно искать на среднем уровне микрорельефа, поскольку на самых высоких участках они уничтожаются выкрашиванием или взаимным абразивным влиянием двух камней, а в понижениях не успевают сформироваться. В итоге, выраженное влияние на образование следов использования оказывают и вид горной породы, и свойства обрабатываемого материала (его твердость и абразивность), дополненные кинематикой движения и углом приложения усилия.

И все же, несмотря на все сложности, проводимые исследования орудий из зернистых пород позволяют считать эффективным для них не только макро-, но и микротрасологический анализ (Hamon, Plisson 2008; Adams et al. 2009; Dubreuil et al. 2015; Степанова 2015). Например, в случае с песчаником наблюдения при небольших увеличениях позволяют оценить только кинематику (направление) движения, а при больших увеличениях определять уже текстуру обрабатываемого вещества: волокнистую/крупно- или мелкодисперсную/твердую и тому подобное, что подтверждено слепыми тестами (Hamon, Plisson 2008). Ошибки могут возникать в случае, если одно орудие использовалось в нескольких разных операциях, или если при работе поверхность орудия активно обновлялась, как при шлифовке с подсыпкой песка. Таким образом, применение трасологического анализа ударно-абразивных орудий даёт возможность получать информацию о способе использования, текстуре обрабатываемого вещества, в особых случаях позволяет определить вид этого вещества и продолжительность использования орудия.

В наших работах были исследованы коллекции памятников каменного века с территорией от бассейна Днестра до бассейна Пе-

чоры. Изучены особенности каменных отбойников среднепалеолитической стоянки Кетросы, комплекс 1, 3 слой, для которых показаны отличия в способе использования от орудий других стоянок палеолита (Ларионова, Степанова 2018). Для «терочных» плит ряда верхнепалеолитических стоянок Костёнковско-Борщёвского района показана их многофункциональность, в частности, подтверждено использование некоторых из них как шлифовальных инструментов (Степанова 2017). Изучение ударно-абразивных орудий помогло дополнить хозяйственную характеристику стоянок позднего верхнего палеолита Дивногорье 1 и Дивногорье 9 (готовится к печати). На мезолитической стоянке Вьльс Том 2, III слой, были выделены каменные орудия для работы по кости, хотя ранее плохая сохранность фаунистических остатков не позволяла говорить о ее обработке на поселении (Волокитин, Степанова 2017).

Третьим направлением в археологической трасологии, активно развивающимся в последнее время, является **трасология орудий из органических материалов** (Хлопачев, Гиря 2010; Коробкова, Шаровская 2001; Лозовская 2011; Maigrot et al. 2014). Такое сырьё, как дерево, кость, рог или бивень отличается лёгкостью в обработке и пластичностью, что, в свою очередь, сказывается и на его сохранности. На большинстве археологических памятников инвентарь из этих материалов сохраняется плохо, в поврежденном виде или не сохраняется вовсе. С другой стороны, мягкость сырья позволяет формироваться очень выразительным следам. В случае, когда органические артефакты имеют хорошую сохранность поверхности благодаря условиям залегания (к примеру, в торфянике или мерзлоте) или сравнительно позднему времени бытования, на их поверхности можно распознать следы, связанные с изготовлением и дальнейшим использованием. Примером выразительных следов на предметах из мягких материалов может служить эффект «браширования», отмеченный на полозьях деревянных нарт с острова Жохова. Этот эффект заключается в более интенсивном истирании волокон летней части годовых колец древесины от езды по снегу.

Следы использования на изделиях из кости, рога, зубов и бивня образуются на участках поверхности, входивших в непосредственный контакт с обрабатываемым материалом, и так же, как на кремневых орудиях, имеют вид изменений формы рабочего лезвия, изменений микрорельефа поверхности, линейных следов, появлении блеска — заполировки (рис. 5).

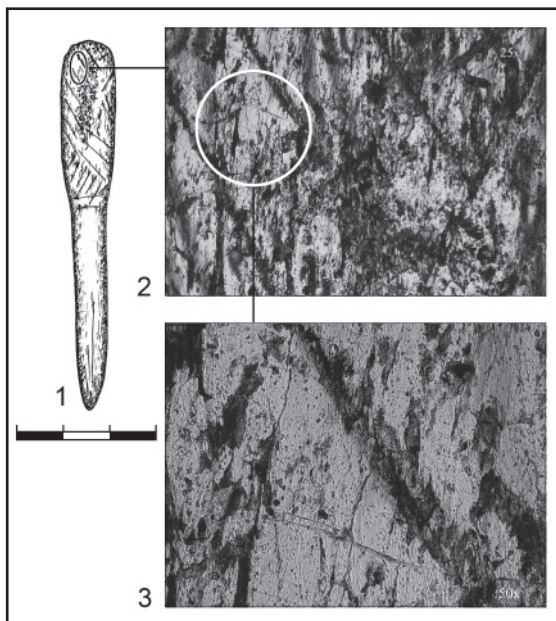


Рис. 5. 1 — шпатель, Усть-Дроздовка 3; 2, 3 — линейные микроследы (короткие и длинные царапины с рваными краями), связанные с растиранием мелкозернистых абразивных веществ (увеличение $\times 25$, $\times 50$) (рисунок и фото А.А. Малютиной).

Fig. 5. 1 — spatula, Ust-Drozdovka 3; 2, 3 — linear microtraces (short and long scratches with torn edges) associated with grinding of fine-grained abrasives (magnification $\times 25$, $\times 50$) (drawing and photo by A.A. Malyutina).

Технологические следы на изделиях из кости, рога, бивня и зубов, как правило, читаются невооружённым глазом, некоторые следы проявляются при небольшом увеличении с помощью бинокулярного микроскопа (до 10 раз). Исследователи костяного и рогового инвентаря выделяют среди технологических следов следы первичной и вторичной обработки. Первичная обработка заключается в получении заготовки изделия (Maigrot 2005; Малютина, Саблин 2014). В некоторых случаях работа с предметом заканчивается и изделие может быть использовано по назначению. В большинстве же случаев заготовка подвергается значительной обработке для получения готового изделия утилитарного или неутилитарного характера. Следы вторичной обработки, как правило, уничтожают следы получения заготовки. Поэтому важным звеном для восстановления цепочки технологических операций является наличие в материалах археологических памятников отходов производства, заготовок и отщепов. О важности фиксации технологических следов говорит, в частности, то, что с помощью трасологического анализа впервые было определено использование металлических инструментов при изготовлении изделий из кости и рога в погребаль-

ном инвентаре Кольского Оленеостровского могильника, что является не только интересной технологической особенностью, но и дополняет культурно-хронологическую атрибуцию памятника.

Поскольку в качестве примеров для иллюстрации современного состояния трасологических исследований в археологии мы приводим примеры собственных работ, нам необходимо также охарактеризовать **оборудование и методы работы текущих исследований**³.

Поверхности реплик петроглифов изучались при помощи цифровых микроскопов Leica DVM 5000 и Keyence VHX 1000. Трёхмерное изображение поверхности образцов на таком оборудовании получается в ручном (Leica DVM 5000) или в автоматическом (Keyence VHX 1000) режиме посредством расчёта глубин резкости на снимках.

Для анализа следов на каменных и органических орудиях используются стереомикроскоп Leica 205 C и петрографический микроскоп Leica DM 4500 P с механизированной подачей предметного столика, с увеличением от 50 до 200 крат (возможности микроскопа шире, но оптимальным на практике для наших задач нам кажутся именно такие увеличения), с комбинированным освещением. И бинокляр, и микроскоп укомплектованы фотографическими насадками.

Поскольку рабочее расстояние оптической системы не позволяет изучать довольно массивные орудия непосредственно под микроскопом, с поверхности артефактов снимаются слепки. Это реализуется с применением либо стоматологических слепочных масс, с помощью которых делаются отливки и с петроглифов, либо — ацетат-целлюлозной пленки, размягчаемой в химически чистом ацетоне, которая вновь твердеет на воздухе, принимая форму той поверхности, к которой приложена (Гиря, Дэвлет 2010: 109; Knutsson, Hope 1984; Plisson 1983; Malyutina, Kryvaltzevich 2017). Оттиски из ацетатной пленки являются предпочтительными не только при работе с кремневыми орудиями, но и при изучении зернистых и кристаллических пород камня и органических материалов (кость, рог), так как такие пленки точнее, чем стоматологическая слепочная масса, воспроизводят текстуру рельефной поверхности на небольших участках (Adams et al. 2009: 56). Оттиски снимаются с наиболее перспективных участков, кото-

³ Микроскопические исследования проводились на оборудовании ресурсного центра «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка (РЦ РДМИ НП) СПбГУ.



Рис. 6. Изготовление серии оттисков из ацетатной пленки с разных участков песта-тёрочника № 12226 из верхнего слоя Костёнок 4. Материалы МАЭ РАН (фото К.Н. Степановой).

Fig. 6. Production of a series of acetate casts from different surfaces of a quartzite pestle-grinder No. 12226, Kostenki 4 the site, Upper Palaeolithic. Materials of MAE RAS (photo by K.N. Stepanova).

рые определяются невооруженным глазом или при небольшом увеличении. При этом таких участков должно быть несколько (рис. 6): следы сработанности нужно сравнивать со следами на естественной поверхности кости или камня, особенно если она затронута природными процессами (от окатанности исходного сырья до постдепозиционных нарушений).

Выразительные следы необходимо зафиксировать как можно более качественно, поскольку фотографии становятся источником для подтверждения их интерпретации. С нашей точки зрения, при сегодняшнем уровне распространения цифровой техники и доступности программного обеспечения уже недопустимо использовать и публиковать снимки с низким пространственным разрешением. Контрастные изображения высокого разрешения являются важным итогом любого трасологического исследования, главным источником информации, аргументом в пользу выдвигаемых интерпретаций и доказательством проведённых наблюдений. Глубина резкости итогового сфокусированного изображения может достигаться путем сведения серии частично сфокусированных снимков одного участка поверхности как в стороннем ПО, так и в программе, которая поставляется с микроскопом, процесс сведения результирующего изображения в ней автоматизирован, хотя позволяет настроить такие параметры, как яр-

кость, контрастность, баланс белого, насыщенность цветов, компенсация экспозиции и др. Автоматическое сведение серии снимков одного участка с разной глубиной резкости в служебной программе микроскопа ощутимо экономит время, однако не заменяет полностью таких программ, как Helicon Focus, которые рассчитывают карту глубин резкости и позволяют получить более высокое пространственное разрешение итоговых снимков и как следствие — качественное информативное изображение и его трехмерную модель. Полученные итоговые изображения уже могут выступать как наглядный материал для анализа и интерпретации следов.

При лабораторном исследовании петроглифических выбивок необходимо создание не только качественных макрофотографий, но также 3D-моделей с позитивных отливок. Благодаря этому инструменту у нас появляется возможность детально рассмотреть и изучить плотность, характер расположения, общую глубину выбивки (лунок и каждого отдельного удара). Детальное изучение отдельных выбоин возможно при использовании, например, цифрового микроскопа Leica DVM 5000. За счет мобильности (легкие, и т.д.) и достаточно большого размера гипсовых отливок (около 10—15 см), появляется возможность получать информацию практически со всей перспективной площади изучаемого образца. В результате с одного образца можно получить от 5 до 10 микрофотографий, а далее с использованием 3D-модели — до 7 сечений поверхности. В свою очередь, именно измерения профиля всей поверхности выбивки в целом и особенно отдельных выбоин должны дать нам сравнительную информацию о том, каким инструментом, возможно, было нанесено изображение и какие последующие изменения оно претерпело.

Общим местом в методике изучения следов на всех видах артефактов из любого сырья является сравнение естественной исходной поверхности с поверхностью, измененной при изготовлении, использовании, транспортировке, попадании в слой и т.д. Важно вычленять из анализируемых те следы, которые могли возникнуть до того, как материал оказался в археологическом контексте. Применительно к наскальным изображениям выявление разницы между естественной поверхностью скалы со всеми ее шероховатостями и искусственным ее изменением способствует обнаружению нечетких элементов изображений, особенно на скалах, сложенных мягкими породами, например, известняком (Зоткина, Клейе-Мерль 2017), песчаником или сланцем.

Заключение

В качестве одной из основных тенденций развития археологической трасологии мы видим дальнейшее расширение источниковой базы по категориям и материалам, обращение не только к формальным орудиям, но и к «приспособлениям» из минерального и органического сырья, к произведениям монументального искусства и даже к керамической посуде (Skibo 2015). При этом значительно возрастает степень детальности, с которой исследуется каждый артефакт и следы на нём. Этому во многом способствует развитие технических средств наблюдения и фиксации следов на макро- и микроуровне.

То, к чему сейчас ведет развитие техники и вычислительных мощностей ПК даже рядовых пользователей, гипотетически позволит создавать трехмерные гигапиксельные модели артефактов с возможностью зуммирования этой модели до сотен крат. Технически это должно быть реализовано соединением микроскопии и фотограмметрии, либо — трехмерным лазерным сканированием с наложением в качестве текстур нескольких слоев макро- и микрофотографий, последовательно проявляющихся при зуммировании (о слабых местах этих способов получения 3D моделей см. Plisson 2015). Весьма вероятно, что при создании таких моделей в будущем будут использованы программы и технологии, которые уже сейчас применяют при разработке и производстве компьютерных игр, где один и тот же объект может динамически представлять перед нами в разных ракурсах и масштабах. Возможность коллективного наблюдения таких трехмерных гигапиксельных копий артефактов и следов на них позволила бы преодолеть сложности вербального описания. Изучение признаков артефактов по их цифровым моделям стало бы особенно актуальным

при изучении хрупких древностей из органических материалов.

Практически с момента своего формирования в середине XX в. советско-российская экспериментально-трасологическая школа прилагает значительные усилия к пропаганде трасологического метода и его максимально широкому внедрению в археологическую практику. Следы являются наиболее информативным и достоверным видом археологических источников благодаря их интерпретационному значению и принципиальной проверяемости. Однако, несмотря на почти уже столетнюю историю существования, археологическая трасология так и не стала общедоступным и широко используемым методом исследования. Одна из основных причин создавшегося положения кроется в природе самих следов. Кроме того, что многие их разновидности недоступны простому наблюдению невооруженным глазом, чаще всего, их весьма непросто фиксировать. И для наблюдения, и для фиксации таких следов необходимы специальные технические средства, большая часть которых не дешёвы, труднодоступны и требуют наличия специальных знаний, навыков и опыта работы.

Тем не менее, следы — это всего лишь специфический вид изменения поверхности природных объектов или артефактов. По нашему мнению, развитие современных цифровых технологий позволяет надеяться на то, что уже в недалёком будущем процесс изучения следов будет становиться всё более и более доступным. Разумеется, использование совершенной техники не подразумевает перенесение на нее исследовательских функций. Но от качественного технического оснащения напрямую зависит объективное документирование, которое служит средством для сохранения следов как археологического источника и основой для их интерпретации.

Литература

- Волокитин А. В., Степанова К. Н. 2017. Ударно-абразивные орудия для обработки кости третьего культурного горизонта археологического памятника Выльс Том 2 на р. Ижме. *Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология и культуры* 6, 201—206.
- Гиря Е. Ю. 2015. Следы как вид археологического источника (конспект неопубликованных лекций). В: Лозовская О. В., Лозовский В. М., Гиря Е. Ю. (ред.). *Следы в истории: К 75-летию В. Е. Щеллинского*. Санкт-Петербург: ИИМК РАН, 254—270.
- Гиря Е. Ю., Дэвлет Е. Г. 2010. Некоторые результаты разработки методики изучения техники выполнения петроглифов пикетажем. *Уральский исторический вестник* 1, 107—118.
- Загородня О. М. 2014. *Знаряддя металовиробництва бережнівсько-маївської зрубної культури (за матеріалами Картамиського археологічного мікрорайону)*. Автореф. дис. ... канд. іст. наук. Київ.
- Зоткина Л. В., Клейе-Мерль Ж.-Ж. 2017. Новые изображения Абри-дю-Пуассон (Дордонь, Франция). *АЭАЕ* (3), 41—47.
- Колпаков Е. М., Шумкин В. Я. 2012. *Петроглифы Канозера*. Санкт-Петербург: Искусство России.
- Коробкова Г. Ф. 1994. Экспериментально-трасологические разработки как комплексные исследования в археологии. В: Коробкова Г. Ф. (отв. ред.). *Экспериментально-трасологические исследования в археологии*. Санкт-Петербург: Наука, 3—21.

- Коробкова Г.Ф., Щелинский В.Е. 1996. *Методика микро-макроанализа древних орудий труда*. Ч. 1. Санкт-Петербург: ИИМК РАН.
- Коробкова Г.Ф., Шаровская Т.А. 2001. Экспериментальное изучение костяных орудий каменного века. В: Манушина Т.Н. (ред.). *Каменный век Европейских равнин: объекты из органических материалов и структура поселений как отражение человеческой культуры*. Материалы международной конференции. Сергиев Посад: Сергиево-Посадский государственный историко-художественный музей-заповедник, 182—191.
- Ларионова А.В., Степанова К.Н. 2018. Контекст обнаружения отбойников на среднепалеолитической стоянке Кетросы, комплекс 1, основной слой. *Записки ИИМК РАН* 17, 126—140.
- Лозовская О.В. 2011. Деревянные изделия стоянки Замостье 2. *РА* (1), 15—26.
- Малютин А.А., Саблин М.В. 2014. Выбор сырья и первичная обработка костяного и рогового материала торфяниковой неолитической стоянки Усвяты IV. *Записки ИИМК РАН* 9, 21—30.
- Савватеев Ю.А. 1990. *Каменная летопись Карелии: Петроглифы Онежского озера и Белого моря*. Петрозаводск: Карелия.
- Семенов С.А. 1957. *Первобытная техника (Опыт изучения древнейших орудий и изделий по следам работы)*. МИА 54. Москва; Ленинград: АН СССР.
- Степанова К.Н. 2015. *Немодифицированные каменные орудия верхнего палеолита Восточной Европы*. Автореф. дисс. ... канд. ист. наук. Санкт-Петербург.
- Степанова К.Н. 2017. Функциональное определение «терочных плит» стоянок Костёнки 4 (верхний слой), Костёнки 9, Борщёво 5 (I слой). В: Ковалевский В.Н. (ред.). *Естественнонаучные методы в изучении и сохранении памятников Костёнково-Борщёвского археологического района*. Материалы международной научно-практической конференции. Воронеж: ВГУ, 142—154.
- Хлопачев Г.А., Гирия Е.Ю. 2010. *Секреты древних косторезов Восточной Европы и Сибири: приёмы обработки бивня мамонта и рога северного оленя в каменном веке (по археологическим и экспериментальным данным)*. Санкт-Петербург: Наука.
- Щелинский В.Е. 1983. К изучению техники, технологии изготовления и функций орудий мустьерской эпохи. В: Рогачев А.Н. (науч. ред.). *Технология производства в эпоху палеолита*. Ленинград: Наука, 72—133.
- Adams et al. 2009: Adams J., Delgado S., Dubreuil L., Hamon C., Plisson H., Risch R. 2009. Functional analysis of Macro-Lithic Artefacts: A Focus on Working Surfaces. In: Sternke F., Eigeland L., Costa L.-J. (eds.). *Non-Flint Raw Material Use in Prehistory. Old prejudices and new directions*. Proceedings of XV World Congress of the International Union for Prehistoric and Protohistoric Sciences. London: Archaeopress, 43—66.
- Clemente Conte I., Gibaja Bao J. 2009. Formation of use-wear traces in non-flint rocks: The case of quartzite and rhyolite — differences and similarities. In: Sternke F., Eigeland L., Costa L.-J. (eds.). *Non-Flint Raw Material Use in Prehistory. Old prejudices and new directions*. Proceedings of XV World Congress of the International Union for Prehistoric and Protohistoric Sciences. London: Archaeopress, 93—98.
- Clemente Conte et al. 2015: Clemente Conte I., Lazuén Fernández T., Astruc L., Rodríguez Rodríguez A. 2015. Use-wear Analysis of Nonflint Lithic Raw Materials: The Cases of Quartz/Quartzite and Obsidian. In: Marreiros J.M., Gibaja Bao J.F., Ferreira Bicho N. (eds.). *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Cham; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 59—82.
- Dubreuil L. 2004. Long-term trends in Natufian subsistence: a use-wear analysis of ground stone tools. *Journal of Archaeological Science* 31, 1613—1629.
- Dubreuil et al. 2015: Dubreuil L., Savage D., Delgado-Raack S., Plisson H., Stephenson B., de la Torre I. 2015. Current Analytical Frameworks for Studies of Use-Wear on Ground Stone Tools. In: Marreiros J.M., Gibaja Bao J.F., Ferreira Bicho N. (eds.). *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Cham; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 105—159.
- Hamon C., Plisson H. 2008. Functional analysis of grinding stones: The blind-test contribution. In: Longo L., Skakun N. (eds.). *Prehistoric Technology «40 years later»: Functional studies and the Russian Legacy*. Proceedings of the International Congress. London: Archaeopress, 29—38.
- Maigrot Y. 2005. Ivory, Bone and Antler Tools Production Systems at Chalain 4 (Jura, France) Late Neolithic Site, 3rd Millennium. In: Luik H., Choyke A., Batey C., Lõugas L. (eds.). *From Hooves to Horns, from Mollusk to Mammoth. Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*. Proceedings of the 4th Meeting of the International Council for Archaeozoology Worked Bone Research Group. Tallinn: Tallinn Book Printers Ltd, 113—126.
- Maigrot Y., Clemente Conte I., Gyria E., Lozovskaya O., Lozovski V. 2014. From bone fishhooks to fishing techniques: the example of Zamoszje 2 (Mesolithic and Neolithic of the Central Russian plain). In: Mansur M.E., Alonso G., Lima M., Maigrot Y. (eds.). *Traceology today: Methodological issues in the Old World and the Americas*. Proceedings of the XVI World Congress of the International Union of Prehistoric and Protohistoric Sciences. Oxford: Archaeopress, 55—60.
- Malyutina A.A., Kryvaltzevich M. 2017. Technological and functional features of bone, antler and teeth items on the Neolithic settlement Kuźmičy 1 (the basin of Prypyat river). *Studia i Materiały do Badań nad Neolitem i Wczesną Epoką Brązu na Mazowszu i Podlasiu* (7), 5—21.
- Marreiros J., Mazzucco N., Gibaja J.F., Bicho N. 2015. Macro and Micro Evidences from the Past: The State of the Art of Archeological Use-Wear Studies. In: Marreiros J.M., Gibaja Bao J.F., Ferreira Bicho N. (eds.). *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Cham; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 5—26.
- Knutsson K., Hope R. 1984. The application of acetate peels in lithic use-wear analysis. *Archaeometry* 26, 49—61.
- Plisson H. 1983. An Application of Casting Techniques for Observing and Recording of Microwear. *Lithic Technology* 12, 17—20.
- Plisson H. 2015. Digital Photography and Traceology: From 2D to 3D. В: Лозовская О.В., Лозовский В.М., Гирия Е.Ю. (ред.). *Следы в истории: К 75-летию В.Е. Щелинского*. Санкт-Петербург: ИИМК РАН, 218—233.
- Skibo J.M. 2015. Pottery Use-Alteration Analysis. *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. In: Marreiros J.M., Gibaja Bao J.F., Ferreira Bicho N. (eds.). *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Cham; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 189—198.
- Fernández-Marchena J.L., Asryan L., Pedernana A.,

Ollé A. 2018a. Not only use: Application of functional methods for a better comprehension of operative chains. In: *Reflecting futures*. Abstract Book of 24th European Association of Archaeologists Annual Meeting, Vol. 1. Barcelona: Universitat de Barcelona, 382—388.

Fernández-Marchena J.L., Pedergrana A., Ollé A. 2018b. Talking to quartz. A use-wear approach through sequential experiments. In: *Beyond use-wear traces: tools and people*. Abstract Book of Archaeological Wear and Residue Analysts Conference. Monaco: Musée d'Anthropologie préhistorique, 36—37.

References

- Volokitin, A.V., Stepanova, K.N. 2017. In *Evrasiia v kainozoe. Stratigrafiia, paleoekologiya, kul'tury (Eurasia in Cenozoic: Stratigraphy, Palaeoecology, Cultures)* 6, 201—206 (in Russian).
- Girya, E. Yu. 2015. In Lozovskaia, O.V., Lozovskii, V.M., Girya, E. Yu. (ed.). *Sledy v istorii. K 75-letiiu Viacheslava Evgen'evicha Shchelinskogo (Traces in History: towards the 75th Anniversary of Vyacheslav Shchelinsky)*. Saint Petersburg: Institute for the History of Material Culture, Russian Academy of Sciences, 254—270 (in Russian).
- Girya, E. Yu., Devlet, E.G. 2010. In *Ural'skii istoricheskii vestnik (Ural Historical Herald)* 1, 107—118 (in Russian).
- Zahorodnya, O.M. 2014. *Znaryaddya metalovyrobnystva berezhnivs'ko-maivs'koi zrubnoi kul'tury (za materialamy Kartamys'koho arkeolohichnoho mikrorajonu) (Tools for Metalworking in the Berezhnovka-Maevka Subnaia Culture: with special reference to the Materials from the Kartamys Archaeological Micro-Zone)*. PhD Thesis. Kiev (in Ukrainian).
- Zotkina, L.V., Cleyet-Merle, J.-J. 2017. In *Arkheologiya, etnografiia i antropologiya Evrazii (Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia)* (3), 41—47 (in Russian).
- Kolpakov, E.M., Shumkin, V. Ya. 2012. *Petroglify Kanozera (Rock Carvings of Kanozero)*. Saint Petersburg: "Iskusstvo Rossii" Publ. (in Russian).
- Korobkova, G.F. 1994. In Korobkova, G.F. (ed.). *Eksperimental'no-trasologicheskie issledovaniia v arkeologii (Experimental Use-Wear Studies in Archaeology)*. Saint Petersburg: "Nauka" Publ., 3—21 (in Russian).
- Korobkova, G.F., Shchelinsky, V.E. 1996. *Metodika mikro-makroanaliza drevnikh orudii truda (Methodology of Micro- and Macro-Analysis of the Ancient Tools)*. 1. Series: *Arkheologicheskie izyskaniia (Archaeological Studies)* 36. Saint Petersburg: Institute for the History of Material Culture, Russian Academy of Sciences (in Russian).
- Korobkova, G.F., Sharovskaia, T.A. 2001. In Manushina, T.N. (ed.). *Kamennyi vek evropeiskikh ravnin. Ob'ekty iz organicheskikh materialov i struktura poselenii kak otrazhenie chelovecheskoi kul'tury (Stone Age of the European Plains: Items from Organic Materials and the Settlement Structure as a Manifestation of Human Culture)*. Sergiev Posad: Sergiev Posad State Historical and Artistic Museum-Reserve, 182—191 (in Russian).
- Larionova, A.V., Stepanova, K.N. 2018. In *Zapiski Instituta istorii material'noi kul'tury RAN (Transactions of the Institute for the History of Material Culture)* 17, 126—140 (in Russian).
- Lozovskaia, O.V. 2011. In *Rossiiskaia Arkheologiya (Russian Archaeology)* (1), 15—26 (in Russian).
- Maliutina, A.A., Sablin, M.V. 2014. In *Zapiski Instituta istorii material'noi kul'tury RAN (Transactions of the Institute for the History of Material Culture)* 9, 21—30 (in Russian).
- Savvateev, Yu.A. 1990. *Kamennaia letopis' Karelii: Petroglify Onegskogo ozera i Belogo moria (Stone Chronicle of Karelia: Rock Carvings of Lake Onega and the White Sea)*. Petrozavodsk: "Kareliia" Publ. (in Russian).
- Semenov, S.A. 1957. *Pervobytnaia tekhnika. Opyt izucheniia drevneishikh orudii i izdelii po sledam raboty (Prehistoric Technology (an Experimental Study of the Oldest Tools and Artifacts from Traces of Manufacture and Wear))*. Series: *Materialy i issledovaniia po arkeologii (Materials and Studies in the Archaeology of the USSR)* 54. Moscow; Leningrad: Academy of Sciences of the USSR (in Russian).
- Stepanova, K.N. 2015. *Nemodifitsirovannye kamennye orudia verkhnego paleolita Vostochnoi Evropy (Non-Modified Stone Tools of the Upper Palaeolithic of Eastern Europe)*. PhD Thesis. Saint Petersburg (in Russian).
- Stepanova, K.N. 2017. In Kovalevskii, V.N. (ed.). *Estestvennonauchnye metody v izuchenii i sokhranении pamiatnikov Kostenkovsko-Borshechevskogo arkeologicheskogo raiona (Natural Science Methods as applied to the Study and Conservation of Archaeological Sites in the Kostenki-Borshchevo Archaeological Area)*. Voronezh: Voronezh State University, 142—154 (in Russian).
- Khlopachev, G.A., Girya, E. Yu. 2010. *Sekrety drevnikh kostorozov Vostochnoi Evropy i Sibiri: priemy obrabotki bivia mamonta i roga severnogo olenia v kamennom veke (po arkeologicheskim i eksperimental'nym dannym) (Secrets of Ancient Carvers from Eastern Europe and Siberia: Processing Techniques of Mammoth Tusk and Reindeer Antler in the Stone Age (by archaeological and experimental data))*. Saint Petersburg: "Nauka" Publ. (in Russian).
- Shchelinsky, V.E. 1983. In Rogachev, A.N. (ed.). *Tekhnologiya proizvodstva v epokhu paleolita (Technology of Production in the Palaeolithic Age)*. Leningrad: "Nauka" Publ., 72—133 (in Russian).
- Adams, J., Delgado, S., Dubreuil, L., Hamon, C., Plisson, H., Risch, R. 2009. Functional analysis of Macro-Lithic Artefacts: A Focus on Working Surfaces. In: Sternke, F., Eigeland, L., Costa, L.-J. (eds.). *Non-Flint Raw Material Use in Prehistory. Old prejudices and new directions*. Proceedings of XV World Congress of the International Union for Prehistoric and Protohistoric Sciences. London: Archaeopress, 43—66.
- Clemente Conte, I., Gibaja Bao, J. 2009. Formation of use-wear traces in non-flint rocks: The case of quartzite and rhyolite — differences and similarities. In: Sternke, F., Eigeland, L., Costa, L.-J. (eds.). *Non-Flint Raw Material Use in Prehistory. Old prejudices and new directions*. Proceedings of XV World Congress of the International Union for Prehistoric and Protohistoric Sciences. London: Archaeopress, 93—98.
- Clemente Conte, I., Lazuén Fernández, T., Astruc, L., Rodríguez Rodríguez, A. 2015. Use-wear Analysis of Nonflint Lithic Raw Materials: The Cases of Quartz/Quartzite and Obsidian. In: Marreiros, J.M., Gibaja Bao, J.F., Ferreira Bicho, N. (eds.). *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Cham; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 59—82.
- Dubreuil, L. 2004. Long-term trends in Natufian subsistence: a use-wear analysis of ground stone tools. *Journal of Archaeological Science* 31, 1613—1629.
- Dubreuil, L., Savage, D., Delgado-Raack, S., Plisson, H., Stephenson, B., de la Torre, I. 2015. Current Analytical Frameworks for Studies of Use-Wear on Ground Stone Tools. In: Marreiros, J.M., Gibaja Bao, J.F., Ferreira Bicho, N. (eds.). *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Cham; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 105—159.
- Hamon, C., Plisson, H. 2008. Functional analysis of grinding stones: The blind-test contribution. In: Longo, L., Skakun, N. (eds.). *Prehistoric Technology «40 years later»: Functional studies and the Russian Legacy*. Proceedings of the International Congress. London: Archaeopress, 29—38.
- Maigrot, Y. 2005. Ivory, Bone and Antler Tools Production Systems at Chalais 4 (Jura, France) Late Neolithic Site, 3rd Millennium. In: Luik, H., Choyke, A., Batey, C., Lõugas, L. (eds.). *From Hooves to Horns, from Mollusk to Mammoth. Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present*. Proceedings of the 4th Meeting of the International Council for Archaeozoology Worked Bone Research Group. Tallinn: Tallinn Book Printers Ltd, 113—126.
- Maigrot, Y., Clemente Conte, I., Gyria, E., Lozovskaya, O., Lozovski, V. 2014. From bone fishhooks to fishing techniques: the example of Zamostje 2 (Mezolithic and Neolithic of the Central Russian plain). In: Mansur, M.E., Alonso, G., Lima, M., Maigrot, Y. (eds.). *Traceology today: Methodological issues in the Old World and the Americas*. Proceedings of the XVI World Congress of the International Union of Prehistoric and Protohistoric Sciences. Oxford: Archaeopress, 55—60.
- Malyutina, A.A., Kryvaltzevich, M. 2017. Technological and functional features of bone, antler and teeth items on the Neo-

- lithic settlement Kuźmičy 1 (the basin of Prypyat river). *Studia i Materiały do Badań nad Neolitem i Wczesną Epoką Brązu na Mazowszu i Podlasiu* (7), 5—21.
- Marreiros, J., Mazzucco, N., Gibaja, J.F., Bicho, N. 2015. Macro and Micro Evidences from the Past: The State of the Art of Archaeological Use-Wear Studies. In: Marreiros, J.M., Gibaja Bao, J.F., Ferreira Bicho, N. (eds.). *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Cham; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 5—26.
- Knutsson, K., Hope, R. 1984. The application of acetate peels in lithic use-wear analysis. *Archaeometry* 26, 49—61.
- Plisson, H. 1983. An Application of Casting Techniques for Observing and Recording of Microwear. *Lithic Technology* 12, 17—20.
- Plisson, H. 2015. Digital Photography and Traceology: From 2D to 3D. In: Lozovskaia, O.V., Lozovskii, V.M., Giryа, E. Yu. (eds.). *Sledy v istorii: K 75-letiiu V.E. Shchelinskogo (Traces in History: towards the 75th Anniversary of Vyacheslav Shchelinsky)*. Saint Petersburg: Institute for the History of Material Culture, Russian Academy of Sciences, 218—233.
- Skibo, J.M. 2015. Pottery Use-Alteration Analysis. *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. In: Marreiros, J.M., Gibaja Bao, J.F., Ferreira Bicho, N. (eds.). *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Cham; Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 189—198.
- Fernández-Marchena, J.L., Asryan, L., Pedergrana, A., Ollé, A. 2018. Not only use: Application of functional methods for a better comprehension of operative chains. In: *Reflecting futures*. Abstract Book of 24th European Association of Archaeologists Annual Meeting, Vol. 1. Barcelona: Universitat de Barcelona, 382—388.
- Fernández-Marchena, J.L., Pedergrana, A., Ollé, A. 2018. Talking to quartz. A use-wear approach through sequential experiments. In: *Beyond use-wear traces: tools and people*. Abstract Book of Archaeological Wear and Residue Analysts Conference. Monaco: Musée d'Anthropologie préhistorique, 36—37.

Статья поступила в номер 2 декабря 2018 г.

Evgeny Giryа (Saint Petersburg, Russian Federation). Candidate of Historical Sciences. Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences¹.

Evghenii Giryа (Sankt Petersburg, Rusia). Candidat în științe istorice. Institutul de istorie a culturii materiale, Academia de Științe a Rusiei.

Гиря Евгений Юрьевич (Санкт-Петербург, Россия). Кандидат исторических наук. Институт истории материальной культуры Российской Академии наук.

E-mail: kostionki@yandex.ru

Daria Fedorova (Saint Petersburg, Russian Federation). Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences².

Daria Fedorova (Sankt Petersburg, Rusia). Institutul de istorie a culturii materiale, Academia de Științe a Rusiei.

Федорова Дарья Николаевна (Санкт-Петербург, Россия). Институт истории материальной культуры Российской Академии наук.

E-mail: dariafedorova@list.ru

Kseniya Stepanova (Saint Petersburg, Russian Federation). Candidate of Historical Sciences. Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences³.

Kseniya Stepanova (Sankt Petersburg, Rusia). Candidat în științe istorice. Institutul de istorie a culturii materiale, Academia de Științe a Rusiei.

Степанова Ксения Николаевна (Санкт-Петербург, Россия). Кандидат исторических наук. Институт истории материальной культуры Российской Академии наук.

E-mail: ksstepan@gmail.com

Anna Maljutina (Saint Petersburg, Russian Federation). Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences⁴.

Anna Maljutina (Sankt Petersburg, Rusia). Institutul de istorie a culturii materiale, Academia de Științe a Rusiei.

Малютина Анна Андреевна (Санкт-Петербург, Россия). Институт истории материальной культуры Российской Академии наук.

E-mail: kostylanya@yandex.ru

Eugen Kolpakov (Saint Petersburg, Russian Federation). Candidate of Historical Sciences. Institute for the History of Material Culture of the Russian Academy of Sciences⁵.

Eugen Kolpakov (Sankt Petersburg, Rusia). Candidat în științe istorice. Institutul de istorie a culturii materiale, Academia de Științe a Rusiei.

Колпаков Евгений Михайлович (Санкт-Петербург, Россия). Кандидат исторических наук. Институт истории материальной культуры Российской Академии наук.

E-mail: eugenkolp@yandex.ru

Aleksandr Kulkov (Saint Petersburg, Russian Federation). Center of X-ray diffraction studies at the Research park of St.Petersburg State University⁶.

Aleksandr Kulkov (Sankt Petersburg, Rusia). Centrului de resurse „Metodele de cercetare X-difracționare” ale Parcului științific al Universității de stat din Sankt Petersburg.

Кульков Александр Михайлович (Санкт-Петербург, Россия). Ресурсный центр «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка Санкт-Петербургского государственного университета.

E-mail: a.kulkov@spbu.ru