

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**ВЕСТНИК АРХЕОЛОГИИ, АНТРОПОЛОГИИ
И ЭТНОГРАФИИ**

Сетевое издание

**№ 3 (70)
2025**

ISSN 2071-0437 (online)

Выходит 4 раза в год

Главный редактор:

Зах В.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

Редакционный совет:

Молодин В.И., председатель совета, акад. РАН, д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Добровольская М.В., чл.-кор. РАН, д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Бауло А.В., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Бороффка Н., PhD, Германский археологический ин-т, Берлин (Германия);
Епимахов А.В., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН;
Кокшаров С.Ф., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН; Кузнецов В.Д., д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Лахельма А., PhD, ун-т Хельсинки (Финляндия); Матвеева Н.П., д.и.н., ТюмГУ;
Медникова М.Б., д.и.н., Ин-т археологии РАН; Томилов Н.А., д.и.н., Омский ун-т;
Хлахула И., Dr. hab., ун-т им. Адама Мицкевича в Познани (Польша); Хэнкс Б., PhD, ун-т Питтсбурга (США);
Чикишева Т.А., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН

Редакционная коллегия:

Дегтярева А.Д., зам. гл. ред., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Костомарова Ю.В., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;
Пошехонова О.Е., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН; Лискевич Н.А., отв. секретарь, к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Агапов М.Г., д.и.н., ТюмГУ; Адаев В.Н., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Бейсенов А.З., к.и.н., НИЦИА Бегазы-Тасмола (Казахстан); Валь Й., PhD, О-во охраны памятников
Штутгарта (Германия); Зимина О.Ю., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Ключева В.П., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Крийска А., PhD, ун-т Тарту (Эстония); Крубези Э., PhD, проф., ун-т Тулузы (Франция);
Кузьминых С.В., к.и.н., Ин-т археологии РАН; Перерва Е.В., к.и.н., Волгоградский ун-т;
Печенкина К., PhD, ун-т Нью-Йорка (США); Пинхаси Р., PhD, ун-т Дублина (Ирландия);
Рябогина Н.Е., к.г.-м.н., ун-т Гетеборга; Слепченко С.М., к.б.н., ТюмНЦ СО РАН;
Ткачев А.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Хартанович В.И., к.и.н., МАЭ (Кунсткамера) РАН

Утвержден к печати Ученым советом ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН

Сетевое издание «Вестник археологии, антропологии и этнографии»
зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций; регистрационный номер: серия Эл № ФС77-82071 от 05 октября 2021 г.

Адрес: 625008, Червишевский тракт, д. 13, e-mail: vestnik.ipos@inbox.ru

Адрес страницы сайта: <http://www.ipdn.ru>

© ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, 2025

**FEDERAL STATE INSTITUTION
FEDERAL RESEARCH CENTRE
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE
OF SIBERIAN BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

VESTNIK ARHEOLOGII, ANTROPOLOGII I ETNOGRAFII

ONLINE MEDIA

**№ 3 (70)
2025**

ISSN 2071-0437 (online)

There are 4 numbers a year

Editor-in-Chief

Zakh V.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Editorial Council:

Molodin V.I. (Chairman of the Editorial Council), member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)
Dobrovolskaya M.V., Corresponding member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)
Baulo A.V., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)
Boroffka N., PhD, Professor, Deutsches Archäologisches Institut (German Archaeological Institute) (Berlin, Germany)
Chikisheva T.A., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)
Chlachula J., Doctor hab., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan (Poland)
Epimakhov A.V., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)
Koksharov S.F., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)
Kuznetsov V.D., Doctor of History, Institute of Archeology of the RAS (Moscow, Russia)
Hanks B., PhD, Professor, University of Pittsburgh (Pittsburgh, USA)
Lahelma A., PhD, Professor, University of Helsinki (Helsinki, Finland)
Matveeva N.P., Doctor of History, Professor, University of Tyumen (Tyumen, Russia)
Mednikova M.B., Doctor of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)
Tomilov N.A., Doctor of History, Professor, University of Omsk

Editorial Board:

Degtyareva A.D., Vice Editor-in-Chief, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Kostomarova Yu.V., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Poshekhonova O.E., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Liskevich N.A., Assistant Editor, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Agapov M.G., Doctor of History, University of Tyumen (Tyumen, Russia)
Adaev V.N., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Beisenov A.Z., Candidate of History, NITSIA Begazy-Tasmola (Almaty, Kazakhstan),
Crubezy E., PhD, Professor, University of Toulouse (Toulouse, France)
Kluyeva V.P., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Kriiska A., PhD, Professor, University of Tartu (Tartu, Estonia)
Kuzminykh S.V., Candidate of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)
Khartanovich V.I., Candidate of History, Museum of Anthropology and Ethnography RAS Kunstkamera
(Saint Petersburg, Russia)
Pechenkina K., PhD, Professor, City University of New York (New York, USA)
Pererva E.V., Candidate of History, University of Volgograd (Volgograd, Russia)
Pinhasi R., PhD, Professor, University College Dublin (Dublin, Ireland)
Ryabogina N.Ye., Candidate of Geology, Göteborgs Universitet (Göteborg, Sweden)
Slepchenko S.M., Candidate of Biology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Tkachev A.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)
Wahl J., PhD, Regierungspräsidium Stuttgart Landesamt für Denkmalpflege
(State Office for Cultural Heritage Management) (Stuttgart, Germany)
Zimina O.Yu., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Address: Chervishevskiy trakt, 13, Tyumen, 625008, Russian Federation; mail: vestnik.ipos@inbox.ru

URL: <http://www.ipdn.ru>

Горащук И.В.^а, Скочина С.Н.^{б, *}, Семин Д.В.^с, Ержанова А.Е.^д

^а ООО «Бифас», Гагарина, 86, Самара, 443045

^б ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, ул. Червишевский тракт, 13, Тюмень, 625008

^с ООО НПЦ «Универсальные технологии и разработки», ул. Самарская, 139, к. 3, Самара, 443041

^д Институт археологии им. А.Х. Маргулана, просп. Достык, 44, Алматы, 050000, Республика Казахстан

E-mail: goraschuk@mail.ru (Горащук И.В.); sveta_skochina@mail.ru (Скочина С.Н.);

seminDVArch@yandex.ru (Семин Д.В.); erjanova_a@mail.ru (Ержанова А.Е.)

ОПЫТ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕДНЫХ ОТЖИМНИКОВ НА ПОВЕРХНОСТЯХ КАМЕННЫХ НАКОНЕЧНИКОВ СТРЕЛ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТРАСОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Трасологические исследования двухсторонне обработанных каменных наконечников стрел эпохи бронзы степных районов Поволжья, Южного Урала и Центрального Казахстана показали наличие на них микроостатков — следов металлических инструментов. Целью исследования — выявить экспериментальным путем признаки использования металлических орудий расщепления в процессе изготовления каменных наконечников стрел. Для экспериментальных работ были изготовлены медные отжимники и контрольная серия двухсторонне обработанных наконечников стрел из кремня, кварцита, яшмы и халцедона. В результате установлено, что микроостатки меди фиксируются не на всех образцах, следовательно, особую важность приобретают линейные следы, образовавшиеся в результате срыва медного отжимника от кромки изделия. В местах соприкосновения поверхности камня с отжимником отмечаются имеющие разную локализацию царапины, характеризующиеся металлическим блеском. Необходимо отметить, что линейные следы в большинстве случаев относятся к числу редких явлений. На основании особенностей расположения признаков износа на экспериментальных наконечниках разработана схема вероятного расположения микроостатков меди и царапин, которая облегчит поиск признаков применения металлических инструментов на поверхности археологических двухсторонне обработанных наконечников стрел эпохи бронзы.

Ключевые слова: эпоха бронзы, бифасы, медные отжимники, анализ микроостатков металла, линейные следы, экспериментально-трасологический анализ.

Ссылка на публикацию: Горащук И.В., Скочина С.Н., Семин Д.В., Ержанова А.Е. Опыт выявления признаков использования медных отжимников на поверхностях каменных наконечников стрел (экспериментально – трасологический анализ) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2025. 3. С. 55–64. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-70-3-5>

Введение

Исследования по распознаванию следов применения металлических инструментов в каменной индустрии энеолита — бронзы разрозненны и единичны. Для раннего этапа распространения металла в период энеолита исследователями рассматривается тезис о применении медных отжимников для оформления каменных изделий с помощью пильчатой и струйчатой ретуши, однако данный вопрос относится к числу дискуссионных [Карманов, 2023, с. 28]. В отечественной археологической историографии применение медных отжимников при обработке кремневых бифасиальных наконечников стрел бронзового века Карелии убедительно доказано А.Ю. Тарасовым. Показателями служат морфология предметов, качество вторичной обработки и наличие на заготовках наконечников стрел вкраплений медных окислов [Тарасов, 2002, с. 388–389; 2023, с. 280]. Недавние исследования сейминско-турбинских кремневых изделий, происходящих из памятников севера Западной Сибири, позволили сделать вывод, что при изготовлении каменных изделий — тонких бифасов, пренуклеусов, нуклеусов и отжиге пластин применялись бронзовые орудия. Е.Ю. Гирей выделены подробные морфологические характеристики продуктов расщепления, послужившие основой для доказательной констатации наличия следов использования металлических инструментов. В процессе скрупулезного описания параметров пластин, отщепов, характеристики ударных бугорков и форм негативов фасеток ретуши на поверхности бифасов, оформленных в технике отжима, им наглядно аргументировано применение металлических ретушеров-отжимников в изучаемых контек-

* Corresponding author.

стах расщепления [Гиря, 2024, с. 508–521]. В зарубежной историографии доказательством применения металлических инструментов служат следы окислов меди, например, на наконечниках Арморики, происходящих из могил раннего бронзового века Бретани [Nicolas, Guéret, 2014, p. 111–112]. Достаточно информативны результаты экспериментальных работ по изготовлению моделей скандинавских поздненеолитических кремневых кинжалов металлическими отжимниками, показателен комплекс признаков, образовавшихся во время их изготовления и трансформации при функциональном износе [Tanner, 2015, p. 12–27]. Существует подход к выявлению возможных свидетельств использования медных инструментов, основанный на комплексном анализе технических сколов, возникающих в процессе изготовления орудий [Moiken et al., 2024].

Изучение этнографических источников являлось важным пунктом в наших исследованиях, поскольку фиксирует реальные инструменты и прямые действия по производству наконечников стрел металлическими стержнями. В работе мы использовали этнографические данные о качестве отжимников и процессе изготовления стрел с помощью бронзовых и железных стержней, зафиксированные у коренных народов Америки, Австралии, островов Океании и Новой Гвинеи [Schumacher, 1877, p. 547; Akerman, Bindon, 1995, p. 95, fig. 6E, F; Akerman et al., 2002, p. 15; Idriess, 1937, p. 60–62; Porteus, 1931, p. 111; Basedow, 1925, p. 367–370; Moore, 2015, p. 924; Maloney, 2020, p. 3]. В частности, в просмотренных источниках указывается причина использования металлических отжимников: «...инструмент должен цепляться за кромку обрабатываемого материала, поэтому кончик из рога постоянно выкрашивается, тогда как металлический — просто мнется, что требует меньшего ухода за орудием при расщеплении и только незначительной заточки его на абразиве» ([Redding, 1879, p. 670]; а также: [Pope, 1918, p. 116–117].

Подводя итог небольшому экскурсу в проблематику темы исследования, констатируем, что подтверждают обработку камня металлом обнаружение микроостатков окислов меди в виде точечных и линейных вкраплений «натиров», а также определенная морфология продуктов расщепления.

Цель нашего исследования — выявить экспериментальным путем дополнительные признаки использования металлических орудий расщепления в процессе изготовления каменных наконечников стрел. Задачей является демонстрация наглядной схемы вероятных мест расположения микроостатков меди и царапин, возникших от срыва отжимника, с тем чтобы можно было идентифицировать подобные следы на поверхности двухсторонне обработанных наконечников стрел, относящихся к эпохе бронзы.

Источники

Работа по выявлению следов применения медных отжимников на наконечниках стрел эпохи бронзы целенаправленно велась нами с начала 2000-х гг. Микроотстаки меди встречены на двухсторонне обработанных наконечниках, происходящих из могильника Каменный Амбар синташтинской культуры, на наконечниках потаповского типа из Потаповского и Утевского могильников, из могильников раннеалакульского времени Центрального Казахстана, на поселении Талдысай, отнесенном к синташтинско-петровскому кругу памятников (рис. 1) [Ержанова и др., 2025]. Следует оговорить, что поиск следов применения медных инструментов был направлен на нахождение микроостатков — окислов меди на проксимальных участках фасеток ретуши и царапин с окислами и мы не занимались изучением различий в форме продуктов расщепления при использовании металла и твердых органических орудий.

Выявленные в археологическом материале следы окислов представляют собой «натир» двух типов: первый — точечные включения меди, как правило, на площадках фасеток ретуши или внутри этих фасеток (рис. 1, 1А, 2Б, 3А, 3Б), второй — полосы окислов меди на поверхности негативов ретуши (рис. 1, 2Б). Доказательством того, что это именно следы меди, служит сканирование поверхности наконечника стрелы № 2 из Потаповского могильника (рис 1, 3). Исследование проводилось при помощи сканирующего электронного микроскопа Tescan Vega с микроанализатором Inga Energy (TES-CAN, ускоряющее напряжение 30 кВ). Анализ в точке локализации микроостатка выявил содержание меди в количестве 2,14 %¹ от общего количества элементов, что свидетельствует о том, что наблюдаемые нами следы — проявление металла, оставленного медным инструментом.

¹ Благодарим за проведенный анализ А.А. Мельникова, доцента кафедры технологии металлов и авиационного материаловедения Самарского национального исследовательского университета им. акад. С.П. Королева.

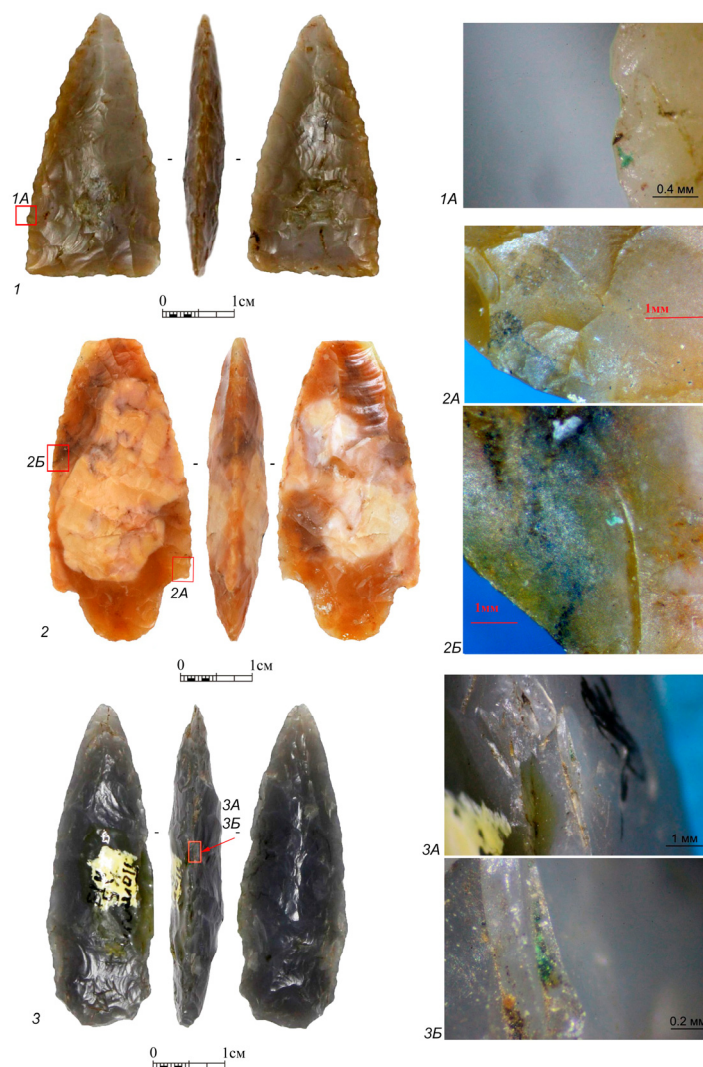


Рис. 1. Двухсторонне обработанные наконечники стрел Потаповского могильника (1, 3), поселения Талдысай (2): 1А, 2Б, 3А, 3Б — микроостатки меди; 2А — вмязанные деформации, пятна произвольной конфигурации с микроостатками меди (1, 3 — фото Д.В. Семина; 2 — фото А.Е. Ержановой).

Fig. 1. Bifacial arrowheads from the Potapovsky burial ground (1, 3), the settlement of Taldysay (2):

1A, 2B, 3A, 3B — residues of copper; 2A — smeared deformations, spots of arbitrary configuration with residues of copper.

Методика

Наши исследования строились в основном на применении экспериментально-трасологического анализа серии двухсторонне обработанных наконечников стрел, изготовленной в ходе работы Мергенской экспериментальной экспедиции в 2024 г.

Трасологический анализ проводился с помощью микроскопа Альтами СМ0745-Т, фиксация следов — на фотоаппарат Canon 700D. Полученное изображение передавалось на компьютер и обрабатывалось в программе Altami Studio версии 4.0. Также в работе использовался исследовательский микроскоп Olympus BX-51 с увеличением в 50–200 раз в темно- и светлопольном освещении с фотокамерой ProgRes C10. Изображения обрабатывались в программе Helicon Focus 7.7.5.

Процесс выявления микроостатков меди и микроследов, оставленных медным отжимником на наконечниках, состоял из двух этапов. Первый — фиксация следов изготовления до очистки, второй — деликатная чистка наконечников стрел в ультразвуковом очистителе Codyson CD-4820 при температуре воды 65 °С в течение 45 мин и последующая за ней фиксация микроследов, являющихся довольно сложными в плане их поиска и определения на археологических находках. Таким образом, нами смоделирована ситуация, при которой микроостатки меди смывались с оружия, т.е. учтено влияние на них условно постдепозиционных процессов.

Необходимо также отметить, что экспериментальная разработка и визуальная демонстрация признаков сработанности на орудиях, относящихся к металлообрабатывающему производству периода поздней бронзы [Костомарова, 2020], способствовали нашим исследованиям в процессе идентификации характера микроостатков металла и следов сработанности на поверхности каменных изделий.

Эксперимент

Обращение к корпусу этнографических источников и данным изучения цветного металла, согласно которым на твердость отливок влиялаковка изделий (напр.: [Дегтярева, 2010, с. 15]) позволили выработать схему производства экспериментальных медных наконечников отжимников. Медные наконечники отжимников были отлиты с помощью газовой печи в пенодиатомитовых формах из металла электролитической чистоты И.В. Горащуком. Один из отжимников подвергнут абразивной обработке, направленной на заострение окончания; второй — сначала холодной укрепляющей ковке, а затем абразивной обработке, так, чтобы кончики были закругленными (рис. 2). Первый вариант отжимника использовался для производства наконечников из яшмы и кремня (рис. 2, 3, 4); второй — для изготовления наконечников из кварцита (рис. 2, 2) и халцедона. В ходе изготовления наконечников стрел отмечено, что отжимники обоих типов работают практически одинаково, однако кончик только заточенного инструмента приходилось подправлять на абразиве в два раза чаще, чем орудия, подвергнутого упрочняющей ковке. Отмечено, что остатки меди от откованного отжимника фиксируются на всех наконечниках, а от заточенного — выявлены лишь в 5 случаях из 11.



Рис. 2. Этапы экспериментальных работ:

1 — ковка отлитого медного острия; 2–4 — изготовление наконечников стрел с применением медных отжимников.

Fig. 2. Stages of experimental work:

1 — forging of a cast copper tip; 2–4 — making of arrowheads using a copper pressure flaking tool.

Наконечники стрел изготовлены И.В. Горащуком. В подавляющем большинстве экспериментов использовалась схема, описанная Б. Реддингом по наблюдениям за производственным процессом [Redding, 1879]. Она предусматривала несколько операций: отделение отщепа — заготовки; выправление профиля будущего изделия; вторичная обработка его поверхности. Первоначальная операция производилась отбойниками из отростков лосиного рога весом от 250 до 980 г, последующие — отжимниками с медными наконечниками. В зависимости от производственной необходимости использовались различные движения при давлении. Изготовление площадок на торцах заготовки достигалось поворотом кисти руки. При снятии крупных чешуек, предназначенных для выправления профиля заготовки, прикладывался вес сидящего человека. При этом рука жестко фиксировала отжимник и давление производилось всем телом, с поворотом поясничного

отдела. Фасетки ретуши преимущественно отделялись поворотом предплечья. Для удержания заготовки в нужном положении использовался деревянный брусок с пазом.

Для проведения экспериментальных работ нами выбрана и апробирована одна схема изготовления наконечников стрел, она заключалась в том, что заготовка отделялась прямым ударом или через посредник, а потом оформлялась отжимным способом. Выбор именно этой схемы обусловлен конкретными задачами исследования — получение признаков воздействия металлического инструмента на поверхности каменных наконечников стрел. В ходе работ было изготовлено 22 экспериментальных двухсторонне обработанных наконечника стрел листовидной и треугольной форм с черешком и без него, имеющих аналогии в материалах эпохи бронзы на обширной территории лесостепной и степной зоны Евразии (рис. 2). Шесть экземпляров изготовлено из халцедона (рис. 2, 1), пять из кварцита (рис. 2, 2), семь из яшмы (рис. 4, 1, 2), четыре из кремня (рис. 5, 1, 2). В целом ретушь, образующаяся в ходе отжима медным стержнем, характеризуется удлинненными четко очерченными по краям негативами фасеток, иногда заканчивающимися «рифлеными язычками». Кромочная линия сильно выкрошена, она зубчатая в плане и зигзагообразная в профиле.

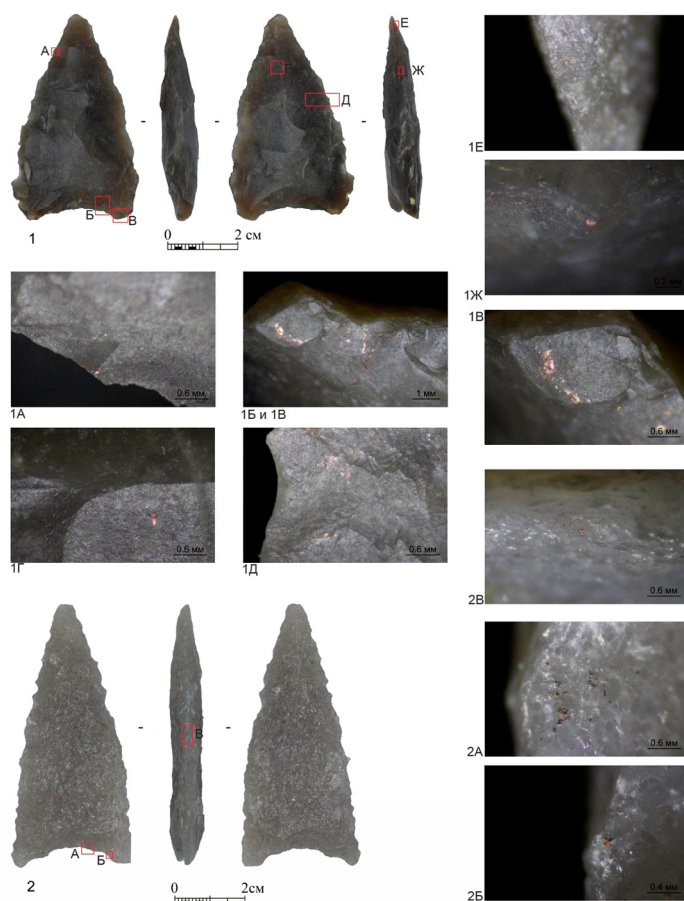


Рис. 3. Экспериментальные наконечники из халцедона (1) и кварцита (2) и микрофотографии остатков меди от применения медных отжимников (фотографии выполнены Д.В. Семиным).

Fig. 3. Experimental arrowheads made of chalcedony (1), quartzite (2) and microphotographs copper residue from the use of copper pressure flaking tool (photos by D.V. Semin).

Серию экспериментальных наконечников стрел мы разделили на две части для определения влияния опыта исследователя на успешность фиксации признаков обработки металлом. Первую — наконечники из яшмы и кремня — обрабатывала С.Н. Скочина, не имевшая опыта выявления следов обработки металлическими инструментами на наконечниках поздних эпох. Для первой серии с помощью ультразвуковой ванны было смоделировано влияние условно постдепозиционных процессов. Вторая часть контрольной серии наконечников, из пластичного

халцедона и зернистого, прочного кварцита, обработана Д.В. Семиным, принимавшим участие в обработке коллекций Потаповского и Утевского могильников. На экспериментальной серии, состоящей из 22 наконечников стрел, следы, оставленные медными отжимниками, выявлены на 15 образцах. На 11 наконечниках из кварцита и халцедона зафиксированы лишь микроостатки меди. Из 11 предметов, выполненных из кремня и яшмы, только на 6 имеются вкрапления меди на кромке и на 4 они комбинируются с линейными следами в виде царапин.

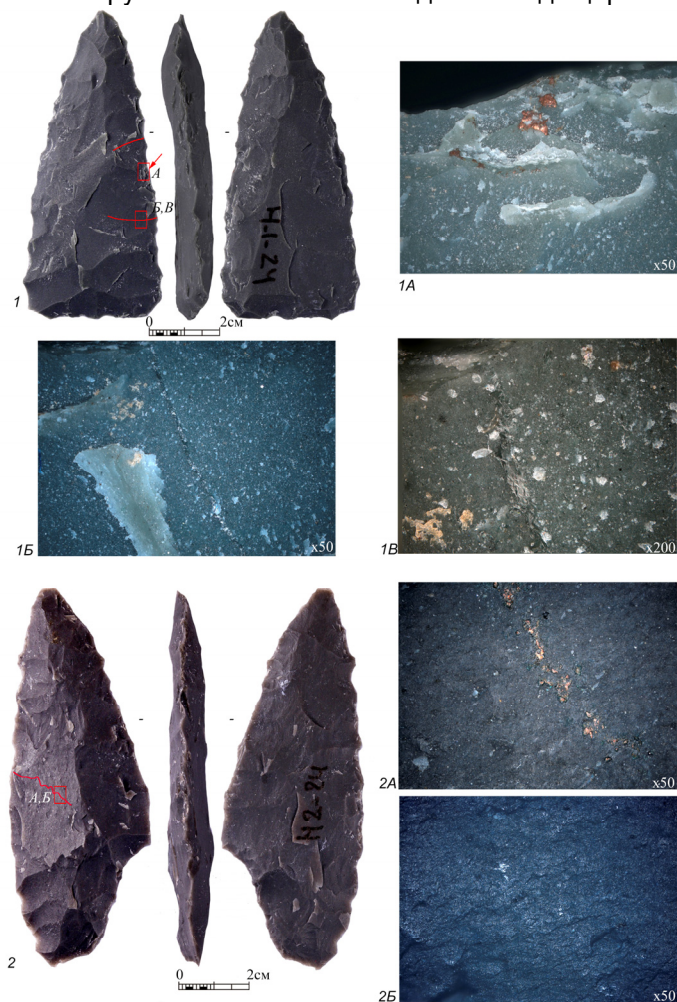


Рис. 4. Экспериментальные наконечники из яшмы:

1A, 2A — микрофотографии остатков меди; 1B, 1B — царапины от срыва отжимника; 2B — пятна металлического блеска после очистки в зоне линий окислов меди, отмеченных на фотографии 2A (фотографии С.Н. Скочины).
Условные обозначения см. на рис. 5.

Fig. 4. Experimental arrowheads made of jasper:

1A, 2A — microphotographs of copper residues; 1B, 1B — scratches from pressure flaking tool; 2B — spots of metallic shine after cleaning in the area of copper oxide lines marked in photograph 2A (photos by S.N. Skochina).

Остатки меди и царапины, зафиксированные условным «новичком», обнаружены по большей части на орудиях, имеющих технологический брак: это заломы, вызванные как ошибками приложения скалывающей нагрузки, так и неоднородностями сырья. Таким образом, вероятность обнаружения следов меди повышается на изделиях, имеющих дефекты изготовления. Это связано с тем, что на участках, обнаруживающих неоднородности, вероятность срыва отжимника повышается. Кроме того, попытки исправить положение — удалить заломы сопряжены с дополнительными действиями. Следовательно, вероятность обнаружения натиров от отжимников и вмазанных окислов металла также повышается. Из этого следует вывод, что интенсивность следов обусловлена вынужденными или невынужденными ошибками расщепления. Поэтому не имеющим соответствующего

Опыт выявления признаков использования медных отжимников на поверхностях...

опыта исследователям мы рекомендуем начинать поиск медных проявлений именно на изделиях с подобными дефектами.

Схема расположения выявленных признаков описывается следующим образом. Микроостатки меди от обработки выявляются на остатках зон расщепления — площадок снятия фасеток уплощения и линейных следах на поверхности наконечников (рис. 4, 1, 2; 5, 1, 2). Их вид двойкий: точечные участки (натиры) (рис. 3, 1А, Г, Е, Ж; 2А, Б; рис. 4, 1А; рис. 5, 1А); вмазанные в площадки фасеток расщепления окислы металла линейной направленности (рис. 3, 1Б, В; 4, 2А; 5, 1Б, 2А). Иной признак — линейный след в виде царапины от срыва отжимников (рис. 4, 1Б, В; 5, 2Б).

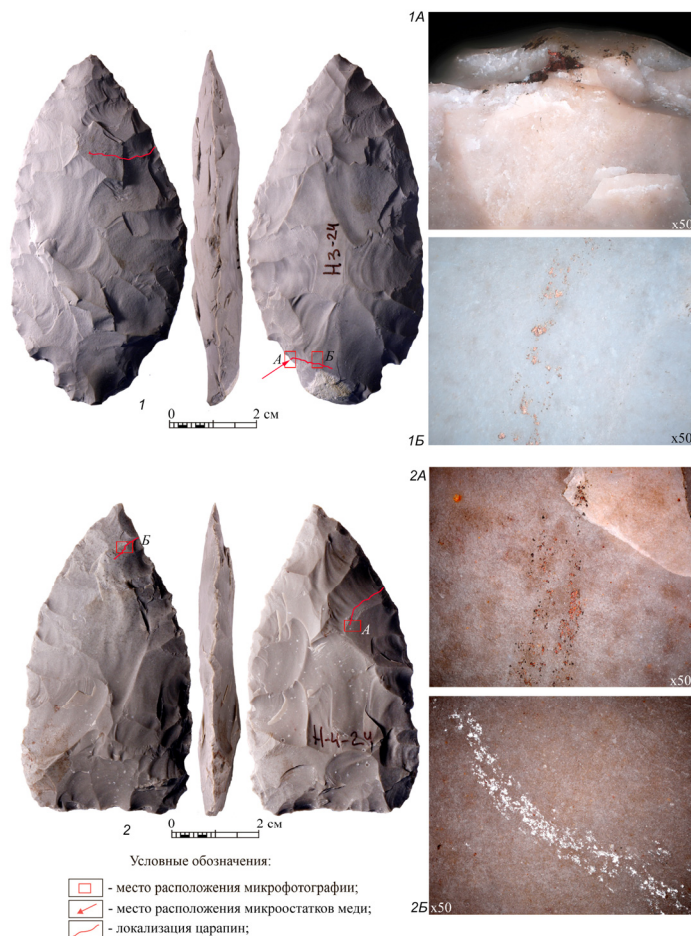


Рис. 5. Экспериментальные наконечники из кремня:

1А, 1Б, 2А — микрофотографии остатков меди; 2Б — царапина металлического блеска после очистки (фотографии С.Н. Скочиной).

Fig. 5. Experimental arrowheads made of flint:

1А, 1Б, 2А — microphotographs of copper residues; 2Б — scratch on metallic shine after cleaning (photos by S.N. Skochina).

Характеристика выявленных признаков следующая:

— микроостатки меди в точке приложения отжимника к площадке фасетки уплощения на кромке заготовки. Основные скопления меди остаются в углублениях и неровностях кромочной линии, подвергающейся ретушированию. При микроанализе остатки меди проявляются в трех цветах — рыжем, черном и иногда зеленом, как сочетающихся как в одной зоне, так и расположенных по отдельности (рис. 3, 1А–Ж, 2А–Б; 4, 1А; 5, 1А).

— микроостатки меди в виде линий, удлинённых пятен, возникающих в ходе соскакивания отжимника. Образуются от неудачного приложения медного стержня к кромке или снятия чешуйки ретуши. Линии чаще всего расположены под углом к кромочной линии, могут быть разной длины и ширины, ровными и волнистыми на конце, в их зоне расположены остатки меди — рыжего и черного цвета (рис. 4, 2А; 5, 1Б, 2А).

При моделировании постдепозиционных процессов, после очистки шести наконечников стрел в ультразвуковой ванне, на кромочной линии остатки меди в четырех случаях уменьшились в размерах, в двух — исчезли, характер линий от микроостатков меди проявился в следующих вариантах:

— в одном случае зафиксирована царапина в виде «зеркальной», четкой, строго очерченной непрерывной линии (рис. 4, 1Б, В);

— в трех случаях на месте линий с окислами металла после очистки остались разрозненные редко расположенные пятна (рис. 4, 2Б) и сгруппированные удлинённые риски (рис. 5, 2Б) металлического блеска.

Таким образом, выделенные признаки на экспериментальных наконечниках стрел (микроостатки меди и царапины) имеют определенную локализацию и характеристики и могут содействовать поиску подобных следов на археологических каменных изделиях. Важно упомянуть, что фиксация микроостатков меди иногда может являться результатом случайного соприкосновения с металлическими изделиями. Например, это отмечается при анализе каменного двусторонне обработанного кинжала из набора инструментов Этци, на поверхности которого обнаружены бессистемные царапины с остатками меди [Wierer et al., 2018, fig. 2].

Заключение

В рамках экспериментальных работ по выявлению признаков использования металлических орудий расщепления на каменные двусторонне обработанных наконечниках стрел, помимо микроостатков меди, дополнительно зафиксированы линейные следы от соскакивания отжимника. Таким образом, экспериментально получены данные, позволяющие описать конкретные признаки в дополнение к результатам предыдущих исследований [Тарасов, 2023; Гиря, 2024], которые могут быть использованы для выявления доказательств применения медных инструментов в камнеобрабатывающем производстве эпохи бронзы и на начальной стадии распространения металла в период энеолита.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (№ FWRZ-2021-0006).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гиря Е.Ю. Доказательная интерпретация кремневых артефактов эпохи средней бронзы Севера Западной Сибири: (Опыт определения культурно-производственной модели) // Погодин А.А., Труфанов А.Я. Поселения эпохи средней бронзы на реке Конде. Екатеринбург: АВ КОМ — Наследие, 2024. С. 469–557.

Деятарева А.Д. История металлопроизводства Южного Зауралья в эпоху бронзы. Новосибирск: Наука, 2010. 162 с.

Ержанова А.Е., Горащук И.В., Чотбаев А.Е. «Охота — война»: каменные наконечники стрел поселения Талдысай (Центральный Казахстан) // Археология Казахстана. 2025. № 2 (28). С. 338–358. <https://doi.org/10.52967/akz2025.2.28.338.358>

Карманов В.Н. Кремневые индустрии энеолита на крайнем северо-востоке Европы: Явление новой сложности // УИВ. 2023. № 1 (78). С. 26–37. [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2023-1\(78\)-26-37](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2023-1(78)-26-37)

Костомарова Ю.В. Орудия кузнечной обработки металла у населения позднего бронзового века лесостепного Притобья: (Опыт экспериментально-трасологического анализа) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2020. № 3. С. 48–60. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-4>

Тарасов А.Ю. Об использовании медных инструментов для обработки камня на поселениях бронзового века в Карелии // Твер. археол. сборник. Тверь, 2002. Вып. 5. С. 388–392.

Akerman K., Bindon P. Dentate and related stone biface points from Northern Australia // The Beagle: Records of the museums and art galleries of the northern territory. Darwin, 1995. № 12. P. 89–99. <https://doi.org/10.5962/p.264280>

Akerman K., Fullagar R., van Gijn A. Weapons and wunan: Production, function and exchange of Kimberley Points // Australian Aboriginal Studies Journal of the Australian Institute of Aboriginal Studies. 2002. № 1. P. 14–42.

Basedow H. The Australian Aboriginal. Adelaide: The Hassell Press, 1925. 422 p.

Idriess I. Over the Range: Sunshine and Shadow in the Kimberley. Angus & Robertson Sydney, 1937. 316 p.

Moiken H., Khurram S., Eriksen B.V., Kienle L. Copper and Flint — Exploring Technological Interfaces in South Scandinavian Early Metal Using Societies // IntechOpen. Copper Overview - From Historical Aspects to Applications / Ed. by D. Fernández González. L., 2024. P. 17–42. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.1004180>

Maloney T.R. Kimberley points of Western Australia: Pressure flaking, projections and prestige // Journal of Lithic Studies Published by the School of History, Classics and Archaeology. University of Edinburgh. 2020. Vol. 7. P. 1–27. <https://doi.org/10.2218/jls.2968>

Moore M.W. Bifacial Flintknapping in the Northwest Kimberley, Western Australia // Journal of Archaeological Method and Theory. 2015. Vol. 22. № 3. P. 913–951. <https://doi.org/10.1007/s10816-014-9212-0>

Nelson N.C. Flint Working by Ishi // William Henry Holmes Anniversary Volume / Ed. by F.W. Hodge, Washington: DC., 1916. P. 397–402.

Nicolas C., Guéret C. Armorican arrowheads biographies: Production and function of an Early Bronze Age prestige good from Brittany (France) // Journal of Lithic Studies. 2014. Vol. 1. No. 2. P. 101–128. <https://doi.org/10.2218/jls.v1i2.1126>

Pope S.T. Yahi Archery // University of California Publications in American Archaeology and Ethnology. Berkeley: University of California Press, 1918. Vol. 13. № 3. P. 103–152.

Porteus, S.D. The psychology of a primitive people: A study of the Australian Aborigine. L.: Edward Arnold and Co., 1931. 438 p.

Redding B.B. How Our Ancestors in the Stone Age made their Implements // The American Naturalist. Chicago: The University of Chicago Press, 1879. Vol. 13. № 11. P. 667–674.

Schumacher P. Methods of making stone weapons // Bull. U. S. Geol. And Geog. Surv. Terr. Washington, 1877. Vol. III. P. 547–549.

Wierer U., Arrighi S., Bertola S., Kaufmann G., Baumgarten B., Pedrotti A., Pernter P., Pelegrin J. The Ice-man's lithic toolkit: Raw material, technology, typology and use // PLoS ONE. 2018. Vol. 13 (6). P. e0198292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198292>

ИСТОЧНИКИ

Тарасов А.Ю. Материальное производство и обмен в северо-восточной Европе периода позднего неолита/энеолита (на примере индустрии орудий русско-карельского типа): Дис. ... д-ра ист. наук. Петрозаводск, 2022. 774 с.

Tanner G. When Metal Met Stone. Searching for Traces of Metal Tool Utilization During the Production of Late Neolithic Nordic Flint Daggers: Master's Thesis. Stockholm: Stockholm University, 2015. 49 p.

Gorashchuk I.V.^a, Skochina S.N.^{b,*}, Semin D.V.^c, Erzhanova A.E.^d

^a Biface Ltd., Gagarina st., 86, Samara, 443045, Russian Federation

^b Tyumen Scientific Centre SB RAS, Chervisheskiy trakt st., 13, Tyumen, 625026, Russian Federation

^c Universal Technologies and Developments LLC, Samarskaya st., 139, Samara, 443041, Russian Federation

^d Margulan Institute of Archeology, Dostyk ave., 44, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan

E-mail: gorashchuk@mail.ru (Gorashchuk I.V.); sveta_skochina@mail.ru (Skochina S.N.);

seminDVArch@yandex.ru (Semin D.V.); erjanova_a@mail.ru (Erzhanova A.E.)

Experience of identifying copper pressure flaking tools on stone bifacial arrowhead surfaces (experimental use-wear analysis)

Trace studies of stone bifacial arrowheads of the Bronze Age from the steppe areas of the Volga region, Southern Urals and Central Kazakhstan revealed the presence of micro-residues left on them by metal tools. The aim of the study is to identify experimentally the signs of using metal flaking tools in the process of manufacturing of stone arrowheads. For the experimental work, copper pressing tools and a control series of double-sided arrowheads made of flint, quartzite, jasper and chalcedony, were prepared. As a result, it has been found that copper micro-residue is not present on all samples, so linear traces formed by a chip of the copper pressing tool on the edge of the product become particularly important. At the point of contact of pressure flaking tool with the surface of the stone, scratches of various localizations with a characteristic metallic luster can be seen. Noteworthy, in most cases the linear traces are rare. Based on the location of wear traces on experimental arrowheads, a schematic pattern of the probable location of copper residue and scratches has been developed, that will allow easier determination of traces of the use of metal tools on the surface of double-sided arrowheads dated to the Bronze Age.

Keywords: Bronze Age, stone bifacial arrowheads, copper pressure flaking tool, residue analysis for metals, linear traces, use wear analysis.

Funding. The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (No. FWRZ-2021-0006).

REFERENCES

Akerman, K., Bindon, P. (1995). Dentate and related stone biface points from Northern Australia. *The Beagle: Records of the museums and art galleries of the northern territory*, (12). Darwin, 89–99. <https://doi.org/10.5962/p.264280>

Akerman, K., Fullagar, R., van Gijn, A. (2002). Weapons and wunan: Production, function and exchange of Kimberley Points. *Australian Aboriginal Studies Journal of the Australian Institute of Aboriginal Studies*, (1), 14–42.

Basedow, H. (1925). *The Australian Aboriginal*. Adelaide: The Hassell Press.

* Corresponding author.

- Girya, E.Yu. (2024). Evidence-based interpretation of flint artifacts of the Middle Bronze Age in the North of Western Siberia (an attempt to determine the cultural and production model). In: Pogodin A.A., Trufanov A.Ya. *Poseleniya epokhi sredney bronzy na reke Konde*. Yekaterinburg: AV KOM — Heritage, 469–557. (Rus.).
- Degtyareva, A.D. (2010). *History of metal industry of the south High Urals basin during the Bronze Age*. Novosibirsk: Nauka. (Rus.).
- Idriess, I. (1937). *Over the Range: Sunshine and Shadow in the Kimberley*. Angus & Robertson Sydney.
- Karmanov, V.N. (2023). Eneolithic Flint Industries in Far Northeastern Europe: An Appearance of New Complexity. *Ural'skiy istoricheskiy vestnik*, 78(1), 26–37. (Rus.). <https://doi.org/10.30759/1728-9718-2023-1>
- Kostomarova, Yu.V. (2020). Metal forging tools among the Late Bronze Age population of the forest-steppe Tobol region: (Experience of experimental traceological analysis). *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii*, (3), 48–60. (Rus.). <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-4>
- Maloney, T.R. (2020). Kimberley points of Western Australia: Pressure flaking, projections and prestige. *Journal of Lithic Studies Published by the School of History, Classics and Archaeology*. (7). University of Edinburgh, 1–27. <https://doi.org/10.2218/jls.2968>
- Moiken, H., Khurram S., Eriksen, B.V., Kienle, L. (2024). Copper and Flint — Exploring Technological Interfaces in South Scandinavian Early Metal Using Societies. In: *IntechOpen. Copper Overview — From Historical Aspects to Applications*. 17–42. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.1004180>
- Moore, M.W. (2015). Bifacial Flintknapping in the Northwest Kimberley, Western Australia. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22(3), 913–951. <https://doi.org/10.1007/s10816-014-9212-0>
- Nelson, N.C. (1916). *Flint Working by Ishi. William Henry Holmes Anniversary Volume*. Washington: DC, 397–402.
- Nicolas, C., Guéret, C. (2014). Armorican arrowheads biographies: production and function of an Early Bronze Age prestige good from Brittany (France). *Journal of Lithic Studies*, 1(2), 101–128. <https://doi.org/10.2218/jls.v1i2.1126>
- Pope, S.T. (1918). Yahi Archery. *University of California Publications in American Archeology and Ethnology*, 13(3), 103–152.
- Porteus, S.D. (1931). *The psychology of a primitive people: A study of the Australian Aboriginal*. London, Edward Arnold and Co.
- Redding, B.B. (1879). How Our Ancestors in the Stone Age made their Implements. *The American Naturalist*, 13(11), 667–674.
- Schumacher, P. (1877). Methods of making stone weapons. *Bull. U.S. Geol. and Geog. Surv. Vol. 3*. Washington, 547–549.
- Tarasov, A.Yu. (2002). On the use of copper tools for stone processing in Bronze Age settlements in Karelia. *Tverskoy arkheologicheskiy sbornik*, (5), 388–392. (Rus.).
- Wierer, U., Arrighi, S., Bertola, S., Kaufmann, G., Baumgarten, B., Pedrotti, A., Pernter, P., Pelegrin, J. (2018). The Iceman's lithic toolkit: Raw material, technology, typology and use. *PLoS ONE*, 13(6), e0198292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198292>
- Yerzhanova, A., Gorashchuk, I., Chotbaev, A. (2025). “Hunting — war”: stone arrowheads of the Taldysai settlement (Central Kazakhstan). *Arkheologiya Kazakhstana*, 28(2), 338–358. (Rus.). <https://doi.org/10.52967/akz2025.2.28.338.358>

Горащук И.В., <https://orcid.org/0000-0003-0881-4503>

Скочина С.Н., <https://orcid.org/0000-0001-8162-4779>

Семин Д.В., <https://orcid.org/0009-0002-4738-7436>

Ержанова А.Е., <https://orcid.org/0000-0002-2241-228X>

Сведения об авторах:

Горащук Игорь Владиславович, кандидат исторических наук, ведущий специалист, ООО НПЦ «Бифас», Самара.

Скочина Светлана Николаевна, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень.

Семин Дмитрий Валерьевич, научный сотрудник, ООО «Универсальные технологии и разработки», Самара.

Ержанова Альбина Ергшебаевна, PhD, ведущий научный сотрудник, Институт археологии им. А.Х. Маргулана, Алматы, Республика Казахстан.

About the authors:

Gorashchuk, I.V., Candidate of Historical Sciences, Leading Specialist, Bifas Ltd., Samara.

Skochina, S.N., Candidate of Historical Sciences, Senior Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen.

Semin, D.V., Researcher, Universal Technologies and Developments LLC, Samara.

Yerzhanova, A.Ye., PhD, Leading Researcher, Margulan Institute of Archaeology, Almaty, Republic of Kazakhstan.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Accepted: 09.06.2025

Article is published: 15.09.2025