Министерство науки и высшего образования РФ
Российская академия наук
Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН
Южно-Уральский государственный университет
Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет

ГЕОАРХЕОЛОГИЯ И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ-2026

Материалы XIII Всероссийской научной конференции с международным участием имени проф. В.В. Зайкова



Миасс-Челябинск 2026

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии
Уральского отделения Российской академии наук
Южно-Уральский государственный университет
Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет

ГЕОАРХЕОЛОГИЯ И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ – 2026

Материалы XIII Всероссийской научной конференции с международным участием имени профессора В.В. Зайкова

GEOARCHAEOLOGY AND ARCHAEOLOGICAL MINERALOGY – 2026

Proceedings of XIII All-Russian Scientific Conference with International Participation named after Prof. V.V. Zaykov

Миасс-Челябинск 2026

УДК 55:902/904
Геоархеология и археологическая минералогия – 2026. Научное издание. Миасс-Челябинск: Издательство ЮУрГГПУ, 2026. 230 с.

ISBN 978-5-6045298-2-9

В сборнике представлены материалы XIII Всероссийской научной конференции с международным участием им. проф. В.В. Зайкова «Геоархеология и археологическая минералогия – 2026». Издание включает расширенные тезисы, посвященные анализу свидетельств доисторического прошлого при помощи естественно-научных методов исследования. В первой части сборника рассматриваются актуальные проблемы археометрии общего характера. Вторая часть посвящена использованию горных пород древними обществами и технике обработки каменного материала. В третьей части представлены результаты изучения культурного слоя археологических памятников: истории его формирования, состава и свойств. Четвертая часть объединяет методы изотопной геохимии для реконструкции системы жизнеобеспечения древних организмов и исследования органических артефактов. В фокусе пятой части сборника – древняя керамика и стекло через призму минералого-геохимических изысканий. Шестая часть объединяет исследования металлопроизводства эпохи палеометалла, а также раннего железного века и Средневековья. В последней части рассматривается опыт применения геоинформационных систем в археологии. Издание адресовано специалистам по наукам о Земле, археологам, историкам и музейным работникам.

Илл. 51. Табл. 20.

Ответственные редакторы: к.г.-м.н. М.Н. Анкушев, к.г.-м.н. Н.Н. Анкушева
Члены редколлегии: к.и.н. П.С. Анкушева, к.г.-м.н. И.А. Блинов, д.и.н. А.В. Епимахов, Е.О. Васючков, А.О. Букачёва, О.Л. Бусловская

UDK 55:902/904
Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy – 2026. Scientific edition. Miass / Chelyabinsk: SUSHPU Publishing House. 230 p.

ISBN 978-5-6045298-2-9

The Proceedings present the extended abstracts of the XIII All-Russian Scientific Conference with International Participation in memory of Prof. V.V. Zaykov, “Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy – 2026”, devoted to the analysis of evidence of the prehistoric past employing natural science research methods. Chapter 1 addresses current problems of general archaeometry. Chapter 2 focuses on the use of rocks by ancient societies and the techniques of stone material working. Chapter 3 presents the results of studies on the cultural layer of archaeological sites, covering its formation history, composition, and properties. Chapter 4 brings together methods of isotope geochemistry for reconstructing the subsistence systems of ancient organisms and for investigating organic artefacts. Chapter 5 centres on ancient ceramics and glass through the lens of mineralogical and geochemical investigations. Chapter 6 combines studies of metal production during the Palaeometal Age, as well as the Early Iron Age and the Medieval period. The final Chapter 7 examines the application of geographic information systems in archaeology. The volume is addressed to specialists in Earth sciences, archaeologists, historians, and museum professionals.

Figures 51. Tables 20.

Editors-in-Chief: Maksim. N. Ankushev, Natalia N. Ankusheva,
Editorial board: Polina S. Ankusheva, Ivan A. Blinov, Andrey V. Epimakhov, Egor O. Vasyuchkov, Anastasia O. Bukacheva, Olga L. Buslovskaya

© ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2026

ПРЕДИСЛОВИЕ

Научная конференция «Геоархеология и археологическая минералогия» является прямым продолжением Всероссийской молодежной научной школы «Геоархеология и археологическая минералогия», которая проводилась ежегодно с 2014 года. С 2018 г. конференции было присвоено имя российского ученого, заслуженного деятеля науки, доктора геолого-минералогических наук, профессора В.В. Зайкова – основоположника геоархеологических исследований на Урале.

Организаторами конференции являются: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии Уральского отделения Российской академии наук», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» и Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет».

Актуальность конференции связана с растущей необходимостью применения естественно-научных методов в познании доисторического прошлого. Она знакомит с современными геолого-геофизическими, минералого-геохимическими методиками изучения как археологических памятников в целом, так и отдельных объектов, артефактов и иных свидетельств древней человеческой деятельности. Мероприятие способствует координации и повышению эффективности многоуровневой подготовки научных специалистов самых различных направлений.

Основной гуманитарной целью конференции является формирование творческих связей между организациями геологического и археологического профиля, а также вовлечение способных молодых людей в сферу междисциплинарных исследований. Сборник включает материалы, иллюстрирующие спектр применения методов наук о Земле и других естественных наук в археологии: анализ минерально-сырьевой базы древних обществ, реконструкция обработки каменного материала, выявление технологий керамического производства, изотопия и биоархеология, характеристика руд и технологических особенностей их добычи, исследование древних горно-металлургических комплексов и связанных с ними продуктов металлургического передела и металлопроизводства, применение ГИС в археологических исследованиях.

За годы проведения конференции в ней приняли специалисты научных и учебных организаций России, Украины, Казахстана, Азербайджана, Грузии, Болгарии, Сербии, Абхазии, Великобритании, Омана и США. В этом году география конференции расширилась за счет японских коллег. Во время работы конференции ведется прямая трансляция заседаний, что позволяет дистанционно участвовать в дискуссиях и представлять доклады. Участники конференции имеют возможность ознакомиться с лабораторной базой ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, получить консультации по вопросам выбора методики исследования, отбора проб, изготовления исследовательских препаратов, режима анализа и т.д. В программу конференции входит выездная сессия (полевая экскурсия) на археологические, горнорудные и природные объекты Челябинской области.

Материалы конференции издаются ежегодно в продолжающемся рецензируемом печатном издании «Геоархеология и археологическая минералогия» https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=58326.

С 2019 г. начаты публикации расширенных материалов конференции (Proceedings) в издательстве Springer под названием «Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy.

Proceedings of Geoarchaeological Conference, Miass, Russia» в рамках серии «Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences» (https://www.springer.com/series/16067), которая индексируется в Scopus.

Подробная информация о конференции «Геоархеология и археологическая минералогия» находится на официальном сайте ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН по адресу: https://meetings.chelscience.ru/geoarcheology/.

Организационный комитет XIII Всероссийской научной конференции с международным участием «Геоархеология и археологическая минералогия – 2026»

Анкушев Максим Николаевич, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, председатель
Алаева Ирина Павловна, к.и.н., ЮУрГГПУ, г. Челябинск
Анкушева Наталья Николаевна, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс
Анкушева Полина Сергеевна, к.и.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс
Артемьев Дмитрий Александрович, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс
Баженов Евгений Альфредович, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс
Блинов Иван Александрович, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс
Букачёва Анастасия Олеговна, Музей-заповедник «Аркаим», ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Челябинск
Бусловская Ольга Леонидовна, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс
Васючков Егор Олегович, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Челябинск
Епимахов Андрей Владимирович, д.и.н., ЮУрГУ, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Челябинск
Удачин Валерий Николаевич, д.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс
Черкасова Ольга Александровна, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс
Юминов Анатолий Михайлович, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс

ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АРХЕОМЕТРИИ

Проблемы междисциплинарного взаимодействия археологов и специалистов естественных наук на ниве интеграционных практик

Problems of interdisciplinary cooperation between archaeologists and natural scientists in the field of integration practices

А.В. Епимахов
A.V. Epimakhov
Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс, epimakhovav@susu.ru

Работа анализирует формы взаимодействия археологов и представителей естественных наук. В зависимости от степени интеграции прослеживается тенденция: чем выше ее уровень, тем чаще результаты представлены в печати совместно. Современное регулирование формата публикационной активности и отчетности по грантам и государственным заданиям создает риски сокращения масштаба крупных проектов одновременно с ростом количества «навязанного авторства» и других практик за пределами археологической этики.

Ключевые слова: междисциплинарность в археологии, публикационная активность, этика

This study analyzes the forms of interaction between archaeologists and natural scientists. A trend emerges regarding the degree of integration: the higher the level of integration, the more frequently research results are published jointly. Current regulations governing publication formats and reporting requirements for grants and state-funded projects create risks that the scale of large-scale projects will diminish, while instances of "forced authorship" and other practices outside the bounds of archaeological ethics increase.

Keywords: interdisciplinarity in archaeology, publication activity, ethics

Тезис о том, что будущее археологии связано с мультидисциплинарным подходом, обрел множество сторонников и противников. По сути, это противостояние сегодня сводится к двум принципиально разным подходам, включающим постановку цели, выбор инструментов исследования и верификации результатов (Osmanagich, 2026), а главное – характера итоговых заключений. В последней части согласование позиций возможно, но в процедуре исследования исключено. Подходы могут быть обозначены как картезианский и не-картезианский (Kristiansen, 2025). Подчеркнем, что выбор одного из них обусловлен авторскими предпочтениями и отчасти тематикой исследования. По понятным причинам мы сосредоточимся на первом подходе (рис.). Именно он дает наиболее масштабные примеры и впечатляющие результаты, невозможные без интеграции разных дисциплин.

Этот панегирик не должен заслонять имеющихся проблем взаимодействия представителей очень сильно разнящихся по подходу наук. Есть также проблемы иного рода, связанные с использованием и презентацией результатов. Формат публикации и состав авторов не в последнюю очередь обусловлены требованиями законодательства и нормативной базы, имеющей в российских реалиях свою специфику. Речь о взаимодействии организаций в рамках грантовых программ и системы государственных заданий.

Формат взаимодействия археологов и аналитиков разнится в зависимости от глубины интеграции наук в рамках проекта (Епимахов, 2025). Первый и самый простой вариант – решение поставленных археологом задач методом измерений с выдачей «сы-

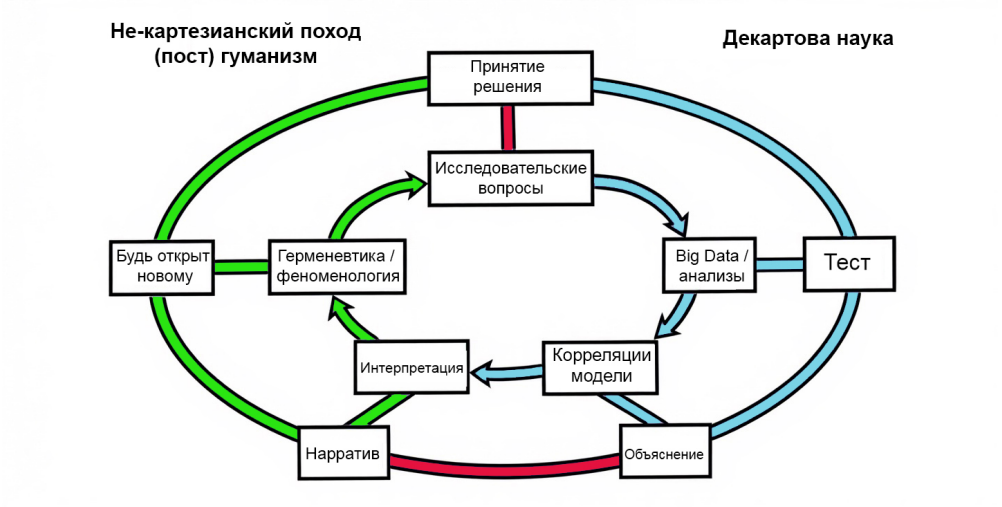


Рис. Модель исследовательского процесса, интегрирующего разные онтологии (рисунок Рика Поттера) (по Kristiansen, 2025, fig. 1).

рых» результатов. Ключевые признаки – вовлеченность небольшого числа дисциплин и отсутствие обратного влияния на естественные науки по результатам такого междисциплинарного исследования. Примером такого рода может служить радиоуглеродное датирование. Получая дату, большинство археологов либо исходят из ее полной достоверности (если она соответствует ожиданиям) или объявляют ошибочными (если результат расходится с представлениями автора). В действительности вероятные проблемы для каждого источника ^{14}C (в большинстве случаев целлюлозы или коллагена) хорошо известны, хотя и не очень просто диагностируются (ван дер Плихт, Шишлина, Зазовская, 2016; Кузьмин, 2017, с. 147–187 и др.). Не будем сбрасывать со счетов и трудности обеспечения надежного контекста при отборе образцов.

В этом варианте взаимодействия вряд ли стоит говорить о подлинной интеграции. Зачастую аналитик (если не это не оговорено специально) не включается в авторский коллектив в итоговой публикации. Мотивация в этом решении, видимо, сводится к тезису «эта работа уже оплачена, дальше мы сами разберемся». Способность вникнуть в детали аналитических процедур оценивается археологами весьма оптимистично, хотя основания для «почивания на лаврах» не вполне понятны. Фактически речь идет об усвоении базовых основ принципиально иной дисциплины, не говоря уже о процедурных и иных деталях. В идеальном мире археолог должен владеть не менее чем десятком разных специальностей. Реалистично ли это, особенно учитывая различия в стиле мышления, постановке задач и пр.? Думаю, ответ очевиден.

Второй вариант интеграции дисциплин при изучении археологических объектов (мультидисциплинарный) предполагает, что каждая из дисциплин получает не только новые исходные данные, но результаты, важные для этой конкретной науки. Так, изучение зубного камня в древности невозможно без обнаружения и анализа погребений. Специалисты по протеомике исследуют, среди прочих, вопросы, лишь косвенно касающиеся реконструкции общей картины прошлого, например, распространение микроорганизмов (например, Chen et al., 2026 и др.). Разумеется, это не отрицает иных аспектов, прежде всего, реконструкцию палеодиеты (Pecnik et al., 2026), но иллюстрирует тот факт, что археология не единственный интересант в изучении данного источника. На

этом уровне появление аналитиков в качестве соавторов является неизбежным, поскольку они зачастую являются инициаторами проектов и обеспечивают новизну результатов.

Что касается третьего, трансдисциплинароного варианта интеграции, то он является наиболее продвинутым и в идеале должен формулировать выводы, важные для всех участников. В этом случае успех обеспечивает согласование позиций уже на этапе постановке проблемы, т.к. это определяет стратегию отбора и анализа. Естественно, невозможно собрать в обсуждении *всех* участников. По опыту автора их число может составлять многие десятки и даже сотни исполнителей. Видимо, обсуждение первого этапа должно вестись более узким кругом специалистов разных дисциплин. Более широкая дискуссия (часто с неограниченным кругом участников) продолжается на этапе рукописи. Археологи в таких проектах часто выступают лишь в роли поставщиков образцов, что коренным образом противоречит идее выработки совместной стратегии исследования. Этот выбор способен существенно исказить реконструируемую картину прошлого. Многофакторность исторического процесса, особенно в случае масштабных событий, не обеспечивает надежной корреляции в анализе данных. Требуются иной подход, более близкий гуманитарному знанию.

Таким образом, степень участия представителей естественных наук в археологическом исследовании варьирует в зависимости от уровня практической интеграции: от постановки цели до представления исходных данных в открытых репозиториях, а также выводов по итогам исследования. Однако, сохраняются нерегулируемые формальными процедурами вопросы формата взаимодействия. Судя по всему, единственным регулятором являются этические нормы. Вопрос об участии или неучастии аналитиков в итоговой работе определяется группой или руководителем. Мотивация решения интуитивна и обычно остается за кадром, хотя, видимо, должна быть предметом обсуждения в коллективе. С ужесточением требований к публикациям по итогам реализации государственных заданий и грантов велик риск конкуренции и даже конфликтов в этой сфере. Сильно ограничено соавторство с коллегами из других организаций, если отсутствуют договорные отношения. Не приветствуется объединение финансовых ресурсов в рамках одной работы и т.д.

Возвращаясь к вопросу коллективных исследований, на деле часто по отечественной публикации невозможно строго определить личный вклад каждого автора тем более, что наши журналы в большинстве своем не выдвигают такого требования. Так формируются риски так называемого «принудительного соавторства», с одной стороны, и преуменьшение (по сути, размывание) вклада реальных участников, с другой. Для интеграционных проектов данная ситуация может стать угрозой реализации совместных задач и решения наиболее крупных проблем современной археологии, во всяком случае, ее картезианской части.

Литература

ван дер Плихт Й., Шишлина Н.И., Зазовская Э.П. (2016) Радиоуглеродное датирование: хронология археологических культур и резервуарный эффект. М.: «Палеограф», 112 с.

Епимахов А.В. (2025) Междисциплинарность: вызов или новые возможности для археологии? *Уфимский археологический вестник,* 25(2), 190–198 https://doi.org/10.31833/uav/2025.25.2.015.

Кузьмин Я.В. (2017) Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 396 с.

Chen, S., Yuan, Y., Wang, Y. et al. (2026). Identification of antimicrobial peptides from ancient gut microbiomes. *Nat Commun,* 17, 1788 https://doi.org/10.1038/s41467-026-68495-0.

Kristiansen K (2025). Towards a post-paradigmatic archaeology. In: G.M. Feinman and T.D. Price (eds.) *The Future of Archaeology*. NY: Eliot Werner, 77–87.

Osmanagich S. (2026) A five-stage framework for the scientific investigation of complex archaeological sites: an integrated methodological protocol. *International Journal of Information Sciences and Techniques*, 16(3/4), 1–11 https://doi.org/10.5121/ijist.2026.16401.

Pecnik J., Ventresca Miller A.R., Panse C. et al. (2026) Paleo-proteomic analysis of Iron Age dental calculus provides direct evidence of Scythian reliance on ruminant dairy. *PLOS ONE*, 21(1), e0339464. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0339464.

Концентрация и изотопный состав Sr как прокси в некоторых аспектах биоархеологических исследований

Strontium concentration and isotopic composition as a proxy at the bioarchaeological research aspects

М.В. Добровольская
M.V. Dobrovolskaya
Институт археологии РАН, г. Москва, mk_pa@mail.ru

Сведения об изотопном составе ряда биогенных элементов прочно вошли в стандарты современных археологических исследований. В настоящее время широкое использование данных об изотопном составе Sr редко сопровождается анализом его концентрации. Целью данной работы является сопоставление данных о концентрации Sr и соотношении $^{87}Sr/^{86}Sr$ для оценки сохранности образцов и перспектив использования в реконструкции прижизненных параметров. Изучены 37 образцов костной ткани и эмали зубов из памятников, различающихся по культурно-хозяйственным и природно-географическим характеристикам. Анализы выполнены в ЦКП «Геоаналитик» Института геологии и геохимии УрО РАН им А.Н. Заварицкого (г. Екатеринбург). Обсуждаются маркеры диагенетических процессов. Предлагается более широко использовать данные о концентрации Sr в эмали зубов, т.к. они расширяют интерпретационные возможности.

Ключевые слова: биогенные химические элементы, биоархеологические исследования, историография, концентрация стронция, соотношение $^{87}Sr/^{86}Sr$

Information on the isotopic ratio of biogenic elements has become a standard part of modern archaeological research. Currently, the widespread use of strontium isotopic data is rarely accompanied by an analysis of its concentration. The aim of this paper is to compare data on Sr concentration and the $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio to exam preservation and to estimate potential in reconstructing antemortem parameters. Thirty-seven bone tissue and tooth enamel samples from sites differing in cultural, economic and natural-geographic characteristics were studied at the Geoanalytics Collective Use Center of the A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry UB RAS in Ekaterinburg. Markers of diagenetic processes are discussed. We proposed to more widely use data on strontium concentration in tooth enamel, as they expand interpretatives.

Keywords: biogenic chemical elements, bioarchaeological studies, historiography, strontium concentration, $^{87}Sr/^{86}Sr$ ratio

Сведения об изотопном составе ряда биогенных элементов прочно вошли в стандарты современных археологических исследований. Первые основополагающие работы в этой области стали появляться в 70–80 гг. прошлого века. Как правило, именно со ссылок на эти работы и начинаются историографические разделы статей или диссертационных исследований (например, DeNiro, Epstein, 1979; van Der Merwe,

1982; Shoeninger, DeNiro, 1984). Между тем, в это же время интенсивно использовались и данные об элементном составе биоархеологических материалов (Lambert et al., 1982, 1985; Козловская, 1984; Parker, Toots, 1980; Sillen et al., 1995). Цели этих исследований были схожи: оценка усредненного рациона и средовых условий. Среди основных закономерностей были выявлены тенденции к более высоким концентрациям Zn в костной ткани плотоядных млекопитающих и людей с преимущественно мясной диетой. Также на статистическом уровне была показана связь между высокой концентрацией Sr и преимущественно растительным рационом человека и животных (Safont et al., 1998). Эти и другие успехи, к сожалению, не получили дальнейшего развития в связи с высокой вероятностью трансформации прижизненных концентраций в кости в результате тафономических процессов, приводящих к диагенезу (Price et al., 1992; Safont. et al., 1998).

Как известно, изотопный анализ Sr эмали зубов в сопоставлении с фоновыми значениями стал одним из наиболее широко используемых методов оценки индивидуальной мобильности (см. Stantis et al., 2026). Между тем, привлечение таких устойчивых к диагенезу структур как эмаль зубов и пирамида височной кости позволяют вернуться к использованию данных о концентрации элемента. Сам по себе тот факт, что в качестве валидного материала используется эмаль зуба, автоматически свидетельствует о возможности работать и с концентрациями. Было бы необоснованным использовать данные об изотопном составе Sr и пренебрегать сведениями о его концентрации (методику пробоподготовки пока оставим в стороне).

Высокий уровень изученности роли Sr в физиологии человека, участия его соединений в биогеохимическох биосферных процессах позволяет рассматривать этот элемент не только как маркер питания, но и ландшафтной ситуации. Так, выявлены общие геохимические закономерности увеличения концентраций водорастворимых соединений Sr в пресных водах аридных ландшафтов, известно повышение содержания этого элемента в морской воде и пр. (Ермаков, 2023).

В настоящее время широкое использование данных об изотопном составе Sr редко сопровождается анализом его содержания (например, Киселева и др., 2017; Juyal. et al., 2023; Simpson et al., 2021).

Целью данного исследования является сопоставление данных о концентрации Sr и соотношении $^{87}Sr/^{86}Sr$ для оценки сохранности образцов и перспектив использования в реконструкции их прижизненных величин. В качестве материалов рассмотрены образцы костной ткани и эмали зубов из памятников, различающихся по хронологии, культурно-хозяйственным и природно-географических характеристикам. Это древнерусские курганные и грунтовые могильники Северо-Восточной Руси (Нефедьево I, Никольское III, Минино 2) и с поселения Приморский Северо-Западное сарматского времени с территории Восточного Крыма. Так как работа носит сугубо методический характер, нет смысла останавливаться на археологической характеристике этих памятников.

Всего отобрано 37 образцов эмали зубов и костной ткани 14 индивидов. Анализ выполнен в ЦКП «Геоаналитик» Института геологии и геохимии УрО РАН им.А.Н. Заварицкого (г. Екатеринбург).

На первом этапе анализа сравним концентрации в эмали зубов и костной ткани. Ряд индивидов представлен образцами кости и эмали (табл.). Очевидно, что в большинстве случаев концентрация в кости превышает таковую в эмали. Существенные различия могут быть вызваны лишь двумя причинами: изменением геохимического окружения на протяжении жизни и диагенезом. Так как эмаль зубов консервативна, а костная ткань пластична, то вполне возможно допустить, что концентрация в кости отличается от концентрации в зубе для индивида с мобильным образом жизни. Поэтому относить

отличия только за счет диагенеза преждевременно. Часть образцов характеризуется незначительным различием между концентрацией стронция в эмали и в кости. Вероятно, мы можем рассматривать такие образцы как потенциально сохранные, то есть мы не можем привести доказательства диагенеза.

Проверим это сопоставлением с изотопными соотношениями.

Индивид из погребения 20 средневекового могильника Нефедьево (Вологодская область) представлен тремя образцами: эмалью резца, третьего моляра и фрагментом гребня подвздошной кости. Образцы эмали не отличаются друг от друга как по концентрации Sr (50 ppm), так и по изотопному соотношению, в то время как образец кости характеризуется иным соотношением и существенно более высокой концентрацией (200 ppm).

Индивид из погребения 48 того же могильника демонстрирует следующие данные: концентрации Sr в эмали первого резца и третьего моляра существенно различаются (80 и 130 ppm, соответственно), несколько различны показатели изотопного состава элемента: 0.709350 и 0.709033. Концентрация элемента в костной ткани составляет 110 ppm, а соотношение $^{87}Sr/^{86}Sr$ – 0.710278.

Индивид из погребения 47 того же могильника имеет концентрации в эмали двух зубов 100 и 80 ppm, а в кости – 110 ppm. Изотопные соотношения во всех трех случаях примерно одинаковы.

На примере только этих трех скелетов можно убедиться в том, что нет оснований выносить однозначное мнение по поводу всех образцов костной ткани. Очевидно, что диагенетические процессы протекают в костной ткани более ярко, но, с другой стороны, это не означает, что посмертное загрязнение костной ткани будет иметь место в каждом конкретном случае. Диапазон значений изотопных соотношений по образцам из кости этого могильника – от 0.710120 до 0.711593, в то время как диапазон концентраций – от 80 до 200 ppm. С образцами эмали иная картина: диапазон $^{87}Sr/^{86}Sr$ больший – от 0.709033 до 0.713631, в то время как концентрации варьируют в пределах от 80 до 130 ppm.

Насколько сопряжены изменения концентрации и изотопного соотношения в эмали зубов в масштабах индивидуальной изменчивости погребенных в одном могильнике? В могильнике Нефедьево лишь один индивид продемонстрировал высокую мобильность, выражающуюся в различиях изотопного состава Sr; концентрации элемента в эмали двух зубов также отличаются (образцом костной ткани мы не располагаем).

Еще один пример – индивид из погребения первых веков н.э. с территории Крыма (Приморский). Геохимическая среда иная, вероятно, также имели место иные традиции питания. Индивид представлен тремя образцами (два из них – эмаль зубов, а один – фрагмент трубчатой кости). Изотопный состав эмали первого резца и третьего моляров различаются. Изотопный состав фрагмента костной ткани практически совпадает с таковым резца. Для резца и для костной ткани характерны существенно более высокие концентрации Sr, чем для третьего моляра. Таким образом, сопоставление данных о концентрации и изотопном составе образцов эмали и кости дает основание считать, что мы не можем a priory судить о степени диагенетических изменений костного образца.

И, наконец, о сопоставлении изотопного соотношения и концентрации Sr в образцах эмали зубов. Концентрация элемента свидетельствует о количестве биодоступного Sr, что обусловлено не только геологической, но и ландшафтно-климатической спецификой региона. Таким образом, мы получаем расширенную информацию о среде. Например, в каких-то случаях, возможно, внутри региона с «условно сходной геологической основой» степень аридизации ландшафтов может различаться, что влияет на концентрацию биодоступного Sr.

Таблица. Изотопное соотношение $^{87}Sr/^{86}Sr$ и концентрация стронция в археологических образцах эмали и костной ткани погребенных индивидов

Образец	$^{87}Sr/^{86}Sr$	± 2s	Sr. ppm
Нефедьево, погребение 20, резец (41)	0.713631	0.000018	50
Нефедьево, погребение 20, моляр (28)	0.712951	0.000013	50
Нефедьево, погребение 20, подвздошная кость	0.711312	0.000006	200
Нефедьево, погребение 46, резец (32)	0.710400	0.000009	100
Нефедьево, погребение 46, моляр (28)	0.710154	0.000015	110
Нефедьево, погребение 46, свод черепа	0.711362	0.000011	220
Нефедьево, погребение 47, резец (31)	0.710918	0.000015	100
Нефедьево, погребение 47, (48)	0.710129	0.000011	80
Нефедьево, погребение 47, свод черепа	0.710891	0.000007	110
Нефедьево, погребение 48, резец (11)	0.709350	0.000015	80
Нефедьево, погребение 48, моляр (38)	0.709033	0.000014	130
Нефедьево, погребение 48, свод черепа	0.710278	0.000015	110
Нефедьево, погребение 41, резец (41)	0.712857	0.000014	80
Нефедьево, погребение 41, фрагмент черепа	0.711593	0.000018	170
Нефедьево, погребение 19, фрагмент черепа	0.711156	0.000012	110
Никольское-III, курган 27, погребение 2, моляр (36)	0.714580	0.000016	50
Никольское-III, курган 27, погребение 2. фрагмент черепа	0.714539	0.000020	50
Никольское-III, курган 22, погребение 6, моляр (36)	0.715722	0.000014	70
Никольское-III, курган 22, погребение 6, моляр (38)	0.714157	0.000010	50
Никольское-III, курган 22, погребение 6, отросток поясничного позвонка	0.716174	0.000011	70
Минино-II, погребение 9, резец (31)	0.709721	0.000016	80
Минино-II, погребение 9, моляр (48)	0.709900	0.000013	80
Минино-II, погребение 9, отросток позвонка	0.709945	0.000008	120
Минино-II, погребение 15, резец (32)	0.710783	0.000014	60
Минино-II, погребение 15, моляр (38)	0.710462	0.000011	60
Минино-II, погребение 15, свод черепа	0.709728	0.000012	190
Минино-II, погребение 48, резец (31)	0.709516	0.000017	90
Минино-II, погребение 48, моляр (28)	0.709584	0.000007	80
Минино-II, погребение 48, фаланга стопы	0.710073	0.000011	90
Минино-II, погребение 62, резец (42)	0.709250	0.000012	140
Минино-II, погребение 62, ребро	0.709637	0.000016	130
Минино-II, погребение 26, фрагмент черепа	0.709842	0.000015	80
Минино-II, погребение 26, резец (21)	0.709527	0.000018	110
Минино-II, погребение 26, моляр (38)	0.709670	0.000009	70
Приморский СЗ 2017, погребение 9, резец (41)	0.709836	0.000009	400
Приморский СЗ 2017, погребение 9, моляр (48)	0.709271	0.000010	140
Приморский СЗ 2017, погребение 9, трубчатая кость	0.709863	0.000011	600

Итак, результаты проведенных сопоставлений позволяют более оптимистично смотреть на перспективы использования данных о концентрации Sr. Если сведения об изотопном составе информируют, прежде всего, о характере основных геологических пород региона обитания организма, то концентрация элемента вносит информацию о ландшафтно-климатической местной специфике. Также далеко не всегда можно быть уверенным в существенном влиянии диагенетических процессов, масштаб которых требует отдельной аналитики.

Исследование выполнено за счет гранта РНФ № 24-18-00401 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

Литература

Ермаков В.В. (2023) Стронций в биосфере / Отв. ред. В.А. Сафонов. Новосибирск: Академиздат. 168 с.

Киселева Д.В., Корякова Л.Н., Шараппова С.В., Косинцев П.А., Зайцева М.В., Стрелецкая М.В., Чередниченко Н.В., Фокина А. К., Шагалов Е.С. (2017) Определение микроэлементного и изотопного состава стронция в образцах костной и зубной ткани человека и животных из археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы. *Геоархеология и археологическая минералогия,* IV, 41–46.

Козловская М.В. (1984) Опыт количественного определения микроэлементов в скелете человека (по материалам древних погребений). *Вопросы антропологии,* 74, 101–109.

De Niro M., Epstein S. (1979) Influence of diet on distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochemica Acta.* 42, 495–506.

Juyal S.K. (2024) The paleodietary reconstruction of Roopkund skeletons through trace element analysis. *Indian J Hist. Sci,* 59, 269–273 https://doi.org/10.1007/s43539-024-00131-6.

Lambert J.B., Simpson S.V., Szpunar C.B., Buikstra J.E. (1985) Bone diagenesis and dietary analysis. *Journal of Human Evolution,* 14, 477–482.

Lambert J.B., Vlasak S.M., Thometz A.C., Buikstra J.E. (1982) A comparative study if the chemical analysis of ribs and femurs in woodland populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 59, 289–294.

Parker R.B., Toots H. (1980) Trace elements in bones as paleobiological indicators. *In: Fossils in the Making.* Chicago: University of Chicago Press*,* 197–207.

Price T.D., Blitz J., Burton J. and Ezzo J.A. (1992) Diagenesis in prehistoric bone: problems and solutions. *Journal of Archaeological Science,* 19, 513–529.

Safont S., Malgosa A., Subirà M.E. and Gibert J. (1998) Can Trace Elements in Fossils Provide Information about Palaeodiet? *International Journal of Osteoarchaeology,* 8, 23–37. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199801/02)8:1<23::AID-OA403>3.0.CO;2-R

Shoeninger M., DeNiro V. (1984) Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochemica Acta,* 48, 624–639.

Sillen A., Hall G. and Armstrong R. (1995) Strontium–calcium ratios (Sr/Ca) and strontium isotopic ratios ($^{87}Sr/^{86}Sr$) of Australopithecus robustus and Homo sp. from Swartkrans. *Journal of Human Evolution,* 26, 227–285.

Simpson R., Cooper D.M.L., Swanston T., Coulthard I., Varney T.L. (2021) Historical overview and new directions in bioarchaeological trace element analysis: a review. *Archaeol Anthropol Sci,* 13(1), 24 https://doi.org/ 10.1007/s12520-020-01262-4.

Stantis C., Willmes M., Le Corre M. et al. (2026) Global compilation of bioavailable strontium isotope data. *Sci Data,* 13, 299 https://doi.org/10.1038/s41597-026-06643-3.

van Der Merwe N. (1982) Corbon isoropes photosyntheses, and archaeology. *American Scientist,* 70, 596–606.

Формы торговли оловом в Евразии

Forms of tin trade in Eurasia

С.А. Григорьев
S.A. Grigoriev
Институт истории и археологии УрО РАН, г. Челябинск, stgrig@mail.ru

Для 2 тыс. до н.э. во всей Евразии установлены масштабные поставки олова из отдаленных регионов, которые осуществлялись через цепочки посредников. Особенностью этого металла является то, что β-олово при температуре ниже +13.2°C начинает переходить в α-фазу, которая рассыпается в порошок. Замедлить этот процесс могли добавки к олову свинца или, что менее эффективно, меди. Поэтому в странах с холодным климатом эта лигатура доставлялась в трех формах: 1) олово, легированное свинцом (основной способ); 2) высокооловянные бронзы и, возможно, 3) олово, легированное медью. Это объясняет тот факт, что с внедрением сплава Cu + Sn в Евразии растет содержание в металле свинца. Данное обстоятельство делает сомнительным эффективное использование изотопии свинца при определении источника металла для данной эпохи.

Ключевые слова: поздний бронзовый век, Евразия, олово, свинец, дальнедистанционная торговля, легирование.

In the 2nd millennium BC, large-scale tin supplies from distant regions, carried out through chains of traders, were established throughout Eurasia. A characteristic feature of this metal is that β-tin, at temperatures below +13.2°C, begins to transform into the α-phase, which disintegrates into powder. This process could have been slowed by adding lead or, but less effectively, copper to tin. Therefore, in countries with cold climates, this alloy was delivered in three forms: 1) tin alloyed with lead (the main method); 2) high-tin bronzes; and, possibly, 3) tin alloyed with copper. This explains the fact that with the introduction of the Cu+Sn alloy in Eurasia, the lead content in the metal increased. This fact makes the effective use of lead isotopes in determining the source of the metal for this period questionable.

Keywords: Late Bronze Age, Eurasia, tin, lead, long-distance trade, alloying.

В балто-славянских языках слово для олова часто имеет значение «свинец». При этом оно является заимствованием из протогерманского слова **elwa-* со значением «бледно-желтый», хотя олово имеет серебристо-белый цвет (Thorsø et al., 2023, p. 117). Это позволяет предположить, что свинец тоже использовался для легирования. Первичное же значение слова можно объяснить тем, что легировали также и бронзой с высоким содержанием олова, которая имеет такой цвет. Причиной этого может быть то, что β-олово при температурах ниже +13.2°C начинает переходить в серую α-фазу, которая рассыпается в порошок. Появившись на поверхности, эта фаза постепенно преобразует остальной металл (эффект «оловянной чумы»), а при температурах -33°C это преобразование происходит быстро. Процесс можно замедлить, добавив Pb, Cd, Sb или Ag, в меньшей степени Ni или Cu (Спиваковский, 1975, с. 10, 11). В бронзовом веке доступными были лишь Pb и Cu, и необходимость этого актуальна, в первую очередь, для регионов с холодным климатом.

В слитках олова, обнаруженных в Восточном Средиземноморье (вторая половина 2 тыс. до н.э.), повышенные содержания свинца присутствуют лишь в тех, которые связаны с горными районами Тавра, а не с теми, которые имели среднеазиатское происхождение. В Алалахе в Северной Сирии медь свинца не содержала, но в оловянных бронзах его доля колеблется от 0.37 до 1.77 % (Powell et al., 2021, p. 5, 8, 9, 10, 11, 16). Соответственно, в оловянных слитках доля свинца могла составлять 3.7–17.7 %. В самом раннем слитке из Аладжа Хёйюк в Центральной Анатолии (ок. 2850–

Таблица 1. Средние содержания Sn и Pb в оловянных бронзах (Sn ≥ 0.5 %), чистой меди Cu* (Sn ≤ 0.1 %) и гипотетических оловянных слитках Европы (в %) и соотношения содержаний Pb в бронзах и меди, и Pb/Sn

Период	Pb в Cu*	Pb в Cu+Sn/Pb в Cu*	Sn	Pb	Pb/ Sn	Pb в гип. Sn-слитках
2700–2450 гг. до н. э.	0.02	28	4.6	0.56	0.12	10.89
2450–2200 гг. до н. э.	0.05	10.8	5.48	0.54	0.11	9.05
2200–1900 гг. до н. э.	0.14	3.43	5.08	0.48	0.1	8.85
РБВ I	0.03	4.67	6.21	0.14	0.02	2.22
РБВ II	0.19	1.74	7.37	0.33	0.05	4.39
СБВ	0.18	2.17	9.63	0.39	0.04	3.96
ПБВ/ФБВ	0.09	9.11	7.13	0.82	0.12	10.43
800–600 гг. до н. э.	0.29	7.48	8.61	2.17	0.25	20.69

2540 гг. до н.э.) суммарное содержание Pb, Ag и Cu составляло ок. 0.14 % (Yalçin, Yalçin, 2020, p. 234, 235), что могло замедлить развитие «оловянной чумы». Оловянные слитки Сардинии содержали от 0.05 до 0.87 % Pb, но в слитках, найденных в прибрежной зоне Юго-западной Англии, он отсутствует (Wang et al., 2016, p. 80–84, 89, tabl. 2). В более холодных районах от Центральной Европы до Южной Швеции содержание свинца в оловянных слитках ПБВ колеблется в пределах 0.77–1.52 %, и известны находки свинцовых слитков (Krüger et al., 2012, p. 29, 39, 40; Nielsen, 2014, p. 182, 183; Ling, 2014, p. 118, 119, 124).

Но эти единичные находки могут отражать случайные ситуации. Для определения общих закономерностей следует обратиться к массовому материалу. Однако металл длительное время циркулировал. Он переплавлялся и сплавлялся с металлом иного происхождения и химического состава. Поэтому оценить историю каждого отдельного образца не представляется возможным. Для оценки общей ситуации в каждую эпоху можно обратиться к усредненным показателям по металлу в целом. Если из базы данных SAM по европейскому металлу, которая включает 35491 анализ (Krause, 2003), выбрать чистую медь с содержанием Sn 0.1 % и менее, и бронзы с содержанием Sn от 0.5 %, и рассчитать средние содержания Sn и Pb, то получим следующую картину (табл. 1).

Во все периоды наблюдается резкий рост (в 2–28 раз) содержания свинца в бронзах, по сравнению с медью (Pb в Cu+Sn/Pb в Cu*), что можно объяснить лишь легированием оловом с высоким содержанием свинца, добавленным преднамеренно, поскольку эти металлы не связаны друг с другом. Вычтя от среднего значения свинца в бронзах таковое в меди, можно рассчитать среднее содержание свинца в гипотетическом усредненном слитке олова каждой эпохи. Как правило, это около 10 %, кроме периода РБВ–СБВ, времени доминирования блеклых руд, сплавов Cu+As+Sb и начала эксплуатации местных оловянных рудников, когда содержание свинца в гипотетических слитках олова колеблется в пределах 2–4 %. Вероятно, реальное содержание было ниже, поскольку в статистику могло попасть некоторое количество бронз из руды с примесью свинца. Высокое содержание свинца в 1 тыс. до н.э. объясняется, возможно, также намеренным легированием свинцом сложных литых изделий.

Более детальный подход можно применить к Урало-Иртышским материалам на основе имеющихся анализов металла начала ПБВ (Черных, Кузьминых, 1989; Дегтярева и др., 2010, 2015, 2025; Дегтярева, Кузьминых, 2022). Существует слабая корреляция

Таблица 2. Усредненные содержания Sn и Pb в металле петровской, алакульской и елунинской культур, сейминско-турбинских бронзах и меди (Cu*) и гипотетических оловянных слитках (в %) и их соотношения

Петровские изделия				Петровские слитки			Алакульские изделия				Алакульские слитки		
Sn	Pb	Pb/Sn	Pb в гип. Sn слитке	Sn	Pb	Pb/Sn	Sn	Pb	Pb/Sn	Pb в гип. Sn слитке	Sn	Pb	Pb/Sn
2.95	0.14	0.05	4.5	5.53	0.21	0.04	5.18	0.5	0.1	8.73	5.27	0.28	0.05

Сейминско-турбинские бронзы					Елунинские тигли**			Елунинские изделия				Елунинский шлак		
Pb в Cu*	Sn	Pb	Pb/Sn	Pb в гип. Sn слитке	Sn	Pb	Pb/Sn	Sn	Pb	Pb/Sn	Pb в гит. Sn слитке	Sn	Pb	Pb/Sn
0.01	7.43	0.28	0.04	3.68	38.11	1.66	0.04	7.45	0.6	0.08	7.45	0.02	0.21	9.44

Примечание: * Среднее содержание свинца в изделиях с 0.1 % Sn и меньше.

** Для ошлаковки тиглей пос. Павловка-I произведен пересчет долей только в системе Cu+Sn+Pb, без учета шлаковых компонентов.

(0.47) между Sn и Pb в металле петровской культуры Южного Зауралья, а также снижение содержания олова в изделиях по сравнению со слитками, что объясняется легированием местной меди слитками бронзы (Дегтярева, 2015, с. 43–46; Дегтярева, 2024, с. 13). Обращает на себя внимание, что эти слитки по соотношению Pb/Sn соответствуют сейминско-турбинскому (СТ) металлу (табл. 2), что подтверждает вывод о получении оловянных бронз с Алтая через СТ среду (Дегтярева, 2015, с. 45). Однако степень легированности снижается за счет переплавки с местной медью. Гипотетические усредненные слитки олова петровских и СТ комплексов содержат ок. 4 % Pb, что близко ситуации в РБВ–СБВ Европы. Но интересно то, что в ошлаковке елунинских тиглей с пос. Павловка-I присутствует много меди (Кирюшин и др., 2013), и в них получали бронзу с содержанием Sn до 30–40 % (см. табл. 2). При этом соотношение Pb/Sn в них идентично таковому в СТ и петровском металле, который частично привозился из елунинского ареала. Параллельно привозились и слитки олова, чем объясняется рост в СТ изделиях содержания свинца в бронзах по сравнению с медью в 28 раз.

Считается, что повышенное содержание свинца связано с особенностями меднорудных месторождений Алтая (Дегтярева и др., 2025, с. 45). Это так лишь отчасти. В елунинском меднорудном шлаке (Григорьев, 2013, табл. 11–10) доля свинца ниже его доли в елунинских изделиях, но сопоставима с долей в СТ и петровском металле (см. табл. 2). Однако в последнем использовалось и местное сырье, и для сохранения этой пропорции свинца необходим его дополнительный источник, что подразумевает доставку и оловянных слитков, легированных свинцом. При этом заметного содержания олова в елунинском шлаке нет, что указывает на легирование в металл. Таким образом, в этот период можно предполагать два типа поставок легирующих компонентов: 1) бронза с высоким содержанием олова; 2) оловянные слитки,

легированные свинцом. Поставки слитков бронзы давали конкурентное преимущество алтайским металлургам, которые попутно продавали свою медь в очень отдаленных регионах.

Необходимо иметь в виду и то, что в ряде случаев могли легировать и чистым оловом, если его транспортировка не предполагалась, или олово транспортировалось в летнее время года. Было возможно и легирование олова небольшими примесями меди. Суммарно это создает ситуацию, когда мы видим связь между оловом и свинцом, но не видим их отчетливой статистической корреляции.

В алакульское время ситуация меняется, и метал становится похож на елунинский, как по степени легированности, так и по соотношению Pb/Sn (см. табл. 2). Доля свинца в гипотетическом оловянном слитке теперь достигает 8 %, т.е., наблюдается его рост в два раза по сравнению с сейминско-турбинским и петровским металлом. Это соответствует характеру гипотетических слитков Европы, начиная с ПБВ, а также более ранним 3 тыс. до н.э. Мы не видим и заметной разницы между металлическими изделиями и слитками, количество которых уменьшается. Это означает рост доли оловянных слитков в торговле относительно доли высокооловянных бронз, что соответствует заметному росту местного медного производства в алакульском ареале. Данный процесс можно объяснить также освоением центральноказахстанских месторождений олова и продвижением на юг, что делало доступными его поставки из среднеазиатских месторождений. Эти факторы ликвидировали прежнюю алтайскую монополию на олово и возможность поставлять бронзы с его высоким содержанием, которые использовались для легирования.

В Китае оловянные бронзы бурно распространяются с шанского времени, и содержание в них свинца часто превышает 1 %. Этому предшествует проникновение в бассейн Хуанхэ сейминско-турбинской традиции. В эпоху Чжоу большинство бронз содержит более 0.1 % свинца, но сохраняются и сплавы Cu+Sn+Pb (Liu et al., 2025, p. 2–5, 8), что показывает универсальность описанного явления.

Таким образом, повсеместно от Европы до Китая с внедрением оловянных бронз резко растет содержание свинца в металле, что невозможно связать с особенностями медных месторождений. Этот феномен объясняется тем, что олово при температуре ниже +13.2°C начинает переходить в α-фазу и рассыпается. Поэтому его хранение и транспортировка в виде слитков была возможна в двух видах: 1) слитков олова, легированного свинцом, и 2) бронз с высоким содержанием олова, которые использовались для легирования меди местного происхождения.

В течение 3 тыс. до н.э. на Балканы и отчасти в Центральную Европу поступали, возможно, слитки олова из Малой Азии, но в РБВ и СБВ с началом эксплуатации европейских оловянных месторождений, вероятно, доминировали поставки бронзовых слитков. Однако, об этом можно судить лишь на основании параллелей в Северной Евразии, и это предположение необходимо проверять. Начиная с ПБВ широко распространяется торговля оловянными слитками, как с примесью свинца, так и без нее. Это зависело от сезона и путей поставок.

В Северной Евразии олово распространялось, главным образом, с Алтая. В условиях низких температур региона, в СТ и петровское время поставки осуществлялись, преимущественно, в виде слитков бронзы, но поставлялись и слитки олова с примесью свинца. В алакульское время можно предполагать рост значения слитков олова в этой торговле. Последнее было обусловлено более активной эксплуатацией местной меднорудной базы и возникшей конкуренцией центральноказахстанских и среднеазиатских горнорудных районов.

Приведенные данные, указывающие на обильное легирование олова свинцом из иного источника, ставят под вопрос корректность метода свинцовой изотопии для определения ареалов добычи руды в эпоху распространения оловянных бронз. Это также лимитирует возможность использования с той же целью свинца и связанных с ним элементов при статистическом анализе элементов-примесей.

Литература

Григорьев С.А. (2013) Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск, Цицеро, 660 с.

Дегтярева А.Д., Грушин С.П., Шайхутдинов В.М. (2010) Металлообработка населения елунинской культуры Верхней Оби (предварительные результаты металлографического исследования). *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 2(13), 27–35.

Дегтярева А.Д. (2015) Слитки цветного металла петровской культуры (состав и технология получения). *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 2(29), 38–50.

Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В., Орловская Л.Б., Блинов И.А., Чемякин Ю.П., Пилькина А.А. (2025) Металл алакульской культуры Южного Зауралья: морфологическая и химико-металлургическая характеристика. *Вестник археологии,* антропологии и этнографии, 4(71), 35–50.

Кирюшин Ю.Ф., Тишкин А.А., Грушин С.П., Кирюшин К.Ю., Шайхутдинов В.М. (2013) Особенности металлургического производства елунинской культуры (по материалам изучения ошлакованной керамики с поселения Павловка-I). *Теория и практика археологических исследований*, 1(7), 103–111.

Спиваковский В.Б. (1975) Аналитическая химия олова. М., Наука, 252 с.

Черных Е.Н., Кузьминых С.В. (1989) Древняя металлургия Северной Евразии (сейминско-турбинский феномен). М., Наука. 320 с.

Krause R. (2003) Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee. Rahden/Westf., Marie Leidorf Verlag.

Krüger J., Nagel F. Nagel, S., Jantzen D., Lampe R., Dräger J., Lidke G., Mecking O., Schüler T., Terberger T. (2012) Bronze Age tin rings from the Tollense valley in northeastern Germany. *Praehistorische Zeitschrift*, 87/1, 29–43.

Ling J., Stos-Gale Z., Grandin L., Billström K., Hjärthner-Holdar E., Persson P.-O. (2014) Moving metals II: provenancing Scandinavian Bronze Age artefacts by lead isotope and elemental analyses. *Journal of Archaeological Science*, 41, 106–132.

Liu S., Sun Zh., Zhang J., Lin J., Chen K., Chen J., Cui J., Mei J. (2025) 50 years of bronze provenance studies: A perspective from China. *Journal of Archaeological Science*, 180, 106272.

Powell W., Johnson M., Pulak C., Yener K. A., Mathur R., Bankoff H. A., Godfrey L., Price M., Galili E. (2021) From peaks to ports: Insights into tin provenance, production, and distribution from adapted applications of lead isotopic analysis of the Uluburun tin ingots. *Journal of Archaeological Science*, 134, 105455.

Yalçin Ü., Yalçin H.G. (2020) An ingot fragment of tin from EBA royal tombs at Alacahöyük, Anatolia. *SDU faculty of arts and sciences journal of social sciences*, 50, 233–239.

ЧАСТЬ 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ДРЕВНИМИ ОБЩЕСТВАМИ

Сырьевая база населения северных районов Зауралья в каменном веке (палеолит–неолит) (по материалам памятников рек Сосьва, Лозьва и Тавда)

Raw material base of the population of the Northern Trans-Urals in the Stone Age (Paleolithic–Neolithic) based on materials from sites along the Sosva, Lozva, and Tavda Rivers)

Ю.Б. Сериков
Yu.B. Serikov
Уральский государственный педагогический университет (филиал в Нижнем Тагиле), г. Нижний Тагил, u.b.serikov@mail.ru

В эпоху палеолита основным видом минерального сырья служили гальки. Использовались гальки разноцветных яшм (зеленые, сургучные и красно-зеленые). Обрабатывались гальки как качественного кремня (черного и коричневого), так и некачественного темно-серых оттенков. Производство пластин происходило при помощи каменного отбойника. Такая техника затрудняла получение пластин правильной формы. В эпоху мезолита произошел резкий переход от галечного сырья к сырью в виде плиток: 72 % изделий выполнено из кремнистых сланцев, 24 % – из черного и темно-серого кремня. Единично использовалась сургучная и красно-зеленая яшма. Прямоугольная форма плиток позволяла получить готовую ударную площадку и подготовленный фронт скалывания. Гладкий фронт скалывания на плитке давал возможность изготавливать стандартизированные и более правильные пластинки. Применение новой отжимной техники позволяло получить гораздо больше пластин-вкладышей. В неолите получали пластины широкого диапазона, но для орудий использовались пластины шириной 1.2–2.0 см. Меняется и минеральное сырье пластин: впервые появляются и преобладают пластины из светло-серой слабоокремнелой породы. На втором месте присутствуют пластины из плиток полосчатого кремнистого сланца.

Ключевые слова: палеолит, неолит, Зауралье, сырьевая база

In the Paleolithic era, pebbles were the main type of mineral raw material. Pebbles of multicolored jasper (green, sealing wax, and red-green) were mainly used. Both high-quality flint (black and brown) and low-quality dark gray flint were processed. The production of the plates was done using a stone chisel. This technique made it difficult to obtain plates of the correct shape. During the Mesolithic period, there was a sharp transition from pebble raw materials to raw materials in the form of tiles. 72 % of the artifacts were made from flint shale, while 24 % were made from black and dark gray flint. Sealing wax and red-green jasper were used single. The rectangular shape of the tiles allowed for a ready-made impact area and a prepared chipping front. The smooth chipping front on the tile made it possible to produce standardized and more regular plates. The use of new pressing techniques allowed for the production of many more insert plates. In the Neolithic period, a wide range of plates was produced, but only 1.2–2.0 cm wide plates were used for tools. The mineral raw materials of the plates are also changing. For the first time, plates made of light gray, slightly silicified rock appear and predominate. In second place are plates made of striped siliceous slate tiles.

Keywords: Paleolithic, Neolithic, Trans-Urals, raw material base

Реки Сосьва и Лозьва берут свое начало в горах на восточном склоне Северного Урала, протекают на севере Свердловской области. Длина Сосьвы – 635 км, Лозьвы – 637 км. Слияние этих рек образуют р. Тавда длиной 719 км, которая является левым притоком р. Тобол и протекает по территории Свердловской и Тюменской областей. На Сосьве находятся два поселка городского типа – Сосьва и Гари. В нижнем течении р. Тавда расположен самый восточный город Свердловской области – Тавда. Берега нижнего течения рр. Сосьвы и Лозьвы, а также верховьев р. Тавды мало заселены, большинство деревень в настоящее время заброшены и пустуют. Из-за своей труднодоступности данный регион редко посещался археологами.

Самым известным и хорошо исследованным палеолитическим памятником является Гаринская стоянка, расположенная в пос. Гари на берегу р. Сосьвы. Коллекция находок составляет 702 каменных изделия и 239 костей животных со следами обработки. На памятнике собрано около 7000 костей плейстоценовых животных, в основном, мамонта (98.5 %). В настоящее время Гаринскую стоянку можно классифицировать если не как поселение, то как жилую стоянку. По костям мамонта получено 5 радиоуглеродных дат диапазоном от 15 до 18 тыс. лет. В 7 км ниже по реке в дер. Рычкова обнаружен галечник с кремнистыми породами. Кроме галек кварца (преобладают), на галечнике встречаются гальки кремня разного качества и яшмы. Следует подчеркнуть, что на 75 км в обе стороны от стоянки это единственный галечник (Сериков, 2007).

Анализ каменных изделий показал, что основным типом минерального сырья являлись гальки. Из 23 нуклеусов 21 (91.3 %) изготовлено из галек (рис. 1, *1–8*). Только один нуклеус выполнен из плитки кремнистого сланца. Исходная форма еще одного нуклеуса не установлена. Галечная корка присутствует на 55.6 % всех изделий (Сериков, 2007, с. 53).

Если бы памятник не подвергался ежегодным размывам, его характеристика могла быть более полной. Учитывая индивидуальность галечного сырья, была сделана попытка подсчитать количество нуклеусов на памятнике по сколотым пластинам. Проведенный анализ показал, что все пластины и орудия на пластинах сколоты минимум со 162 нуклеусов.

Представляет интерес и сырьевая характеристика Гаринской стоянки. Свыше половины каменных изделий – 55.2 % – изготовлено из разного вида яшм: зеленой – 23.8 %, темно-серой – 20.2 %, сургучной – 5.2 % и полосчатой (красно-зеленой) – 2.1 %. Кроме яшмы, использовался некачественный кремень – 24.8 %. Изделия из хорошего кремня составляют 15.4 %: черного – 14.7 % и коричневого – 0.7 %. Единично представлены изделия из кварцита, роговика, алевропелита, халцедона и молочного кварца.

Преобладание изделий из яшмы свидетельствует о целенаправленном отборе данного сырья. На стоянке найдено только 2 нуклеуса из сургучной яшмы. Но изучение 21 пластины из сургучной яшмы показало, что сколоты они с 18 нуклеусов. Следовательно, обитатели стоянки хорошо знали качество яшмового сырья. Поэтому вполне естественно предполагать, что познакомиться с яшмами они могли только на Южном Урале. По каким причинам произошло такое дальнее перемещение населения, остается неясным.

Замеры нуклеусов показали большой разброс по высоте – от 2.1 до 6 см (рис. 1, *1–8*). Для галечного сырья это вполне естественная картина. На галечнике трудно подобрать гальки хорошего качества и одного диаметра. Приходилось брать то, что удавалось найти. Именно поэтому сколотые пластины имеют такой же большой разброс по длине (от 1 до 5 см) и ширине (от 0.5 до 3 см). Почти все они имеют извилистую форму, кривые, изогнутые границы (рис. 2, *1–8*). Пластины правильного гранения очень редки.

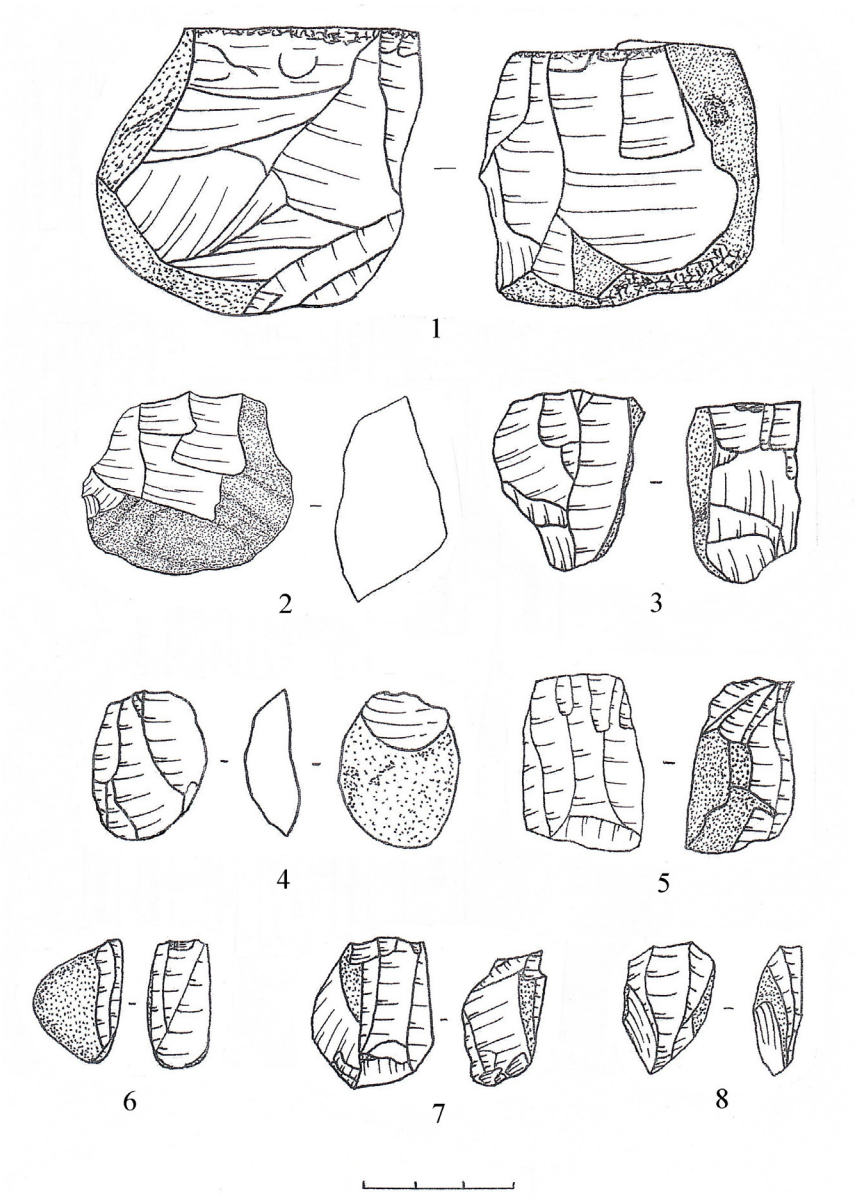


Рис. 1. Галечные нуклеусы с Гаринской палеолитической стоянки (1–8).

Часто галечные нуклеусы имеют скошенные по отношению к плоскости скалывания ударные площадки (рис. 1, *2, 4–8*). Замеры показали скошенность от 37 до 52°. Для обработки таких нуклеусов применялись плоскостные отбойники, а не обычные торцовые. При скалывании пластины прямым ударом у сколотой пластины практически полностью отсутствовала ударная площадка, вместо нее оставалась узкая полоска (рис. 2, *2, 6, 7*). При сильном ударе от ударного бугорка на брюшке пластины откалывалась чешуйка – так называемый изъянец, паразитический скол. На отсеченных проксимальных

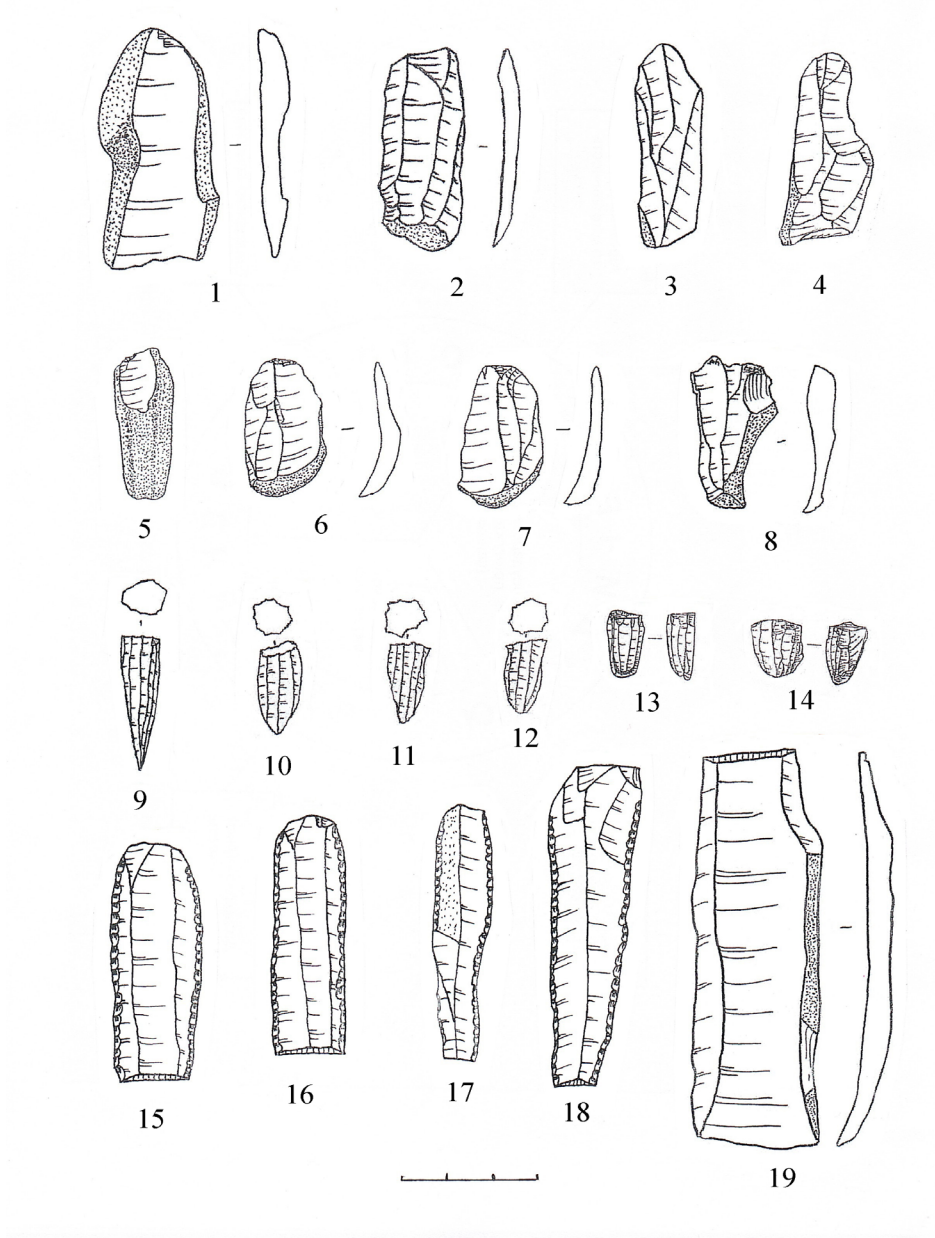


Рис. 2. Пластины (1–8, 15–19) и нуклеусы (9–14) со стоянок Сосьвы (1–9, 19), Лозьвы (15–18) и Тавды (10–14) (1–8 – палеолит; 9–14 – мезолит; 15–19 – неолит) (1–8 – Гаринская стоянка; 9 – Нефтебаза III; 10–14 – Линты; 15–18 – Шабурово; 19 – Махтыльский холм).

концах пластин изъянец присутствует на трети изделий. Этот факт позволяет легко отличить палеолитическую пластину от более поздних изделий (Сериков, 2007, с. 47–50).

Следует учесть, что до скалывания пластин на нуклеусе из гальки требовалось сначала удалить галечную корку, потом создать ударную площадку и подготовить фронт

скалывания. В результате подготовительных работ масса галечного нуклеуса уменьшалась еще до получения пластин. Хорошее качество гальки позволяло скалывать пластины до ее полного истощения. Это приводило к уплощению нуклеуса. Уплощенные нуклеусы имеются и на Гаринской стоянке (рис. 1, *4, 8*).

В 2025 г. на правом берегу р. Тавды удалось обнаружить крупный галечник, что явилось знаковым событием. Как и в Рычково, на галечнике преобладает кварцевая галька длиной 3–5 см. Но среди галек кварца находятся и гальки кремнистых пород: черного и темно-серого кремня, сургучной и полосчатой (красно-зеленой) яшмы. Встречаются и валуны разных пород диаметром до 20 см.

В эпоху мезолита происходят значительные изменения. Мезолитические стоянки имеют ярко выраженный кратковременный характер. Площадь мезолитических стоянок не превышает 100 м^2. Жилища отсутствуют. По всей видимости, стоянки оставлены небольшими охотничьими группами. Обнаружить мезолитические стоянки очень сложно. Чаще всего это происходит случайно. Площадь сбора артефактов небольшая, изделия имеют микролитический характер. Причем памятники быстро смываются рекой. Найденная стоянка через 1–2 года может полностью исчезнуть.

Кроме незначительных местонахождений с единичными находками, на р. Сосьве выявлено 3 мезолитических стоянки (ОЛП, Нефтебаза I и Балакина). На стоянке ОЛП собрано 35 каменных изделий, на Нефтебазе – 135, на Балакина – 101. На р. Тавде найдена одна стоянка (Линты), но количество находок на ней доходит до 215 экз. Незначительный мезолитический комплекс (107 экз.) присутствует и на святилище Усть-Вагильский холм (р. Тавда).

Из 23 нуклеусов 22 изготовлено из плиток и только один – из гальки (Линты). Высота нуклеусов колеблется от 1.3 до 3.0 см (рис. 2, *9–14*). Только нуклеус с ОЛП имеет высоту 3.7 см. Использование плиточного сырья в мезолите объясняется необходимостью получения большого количества пластин для изготовлений вкладышевых орудий. Если сравнивать две заготовки нуклеусов из гальки и плитки, то при помощи отжимной техники, которая пришла на смены ударной, можно получить гораздо больше пластин, чем при помощи отбойника. Прямоугольная форма плиток позволяла получить готовую ударную площадку и подготовленный фронт скалывания. Ровный фронт скалывания на плитке давал возможность получать стандартизированные и более правильные пластинки.

Берега рр. Сосьвы, Лозьвы и Тавды исследованы автором на протяжении свыше 200 км. Но выходов плиточного сырья не обнаружено, найдено только два галечника. Тем не менее, на Нефтебазе III 34.8 % изделий имеют плиточную корку, и только 3 % – галечную. Следовательно, выходы кремнистых плиток находились где-то поблизости, но не связаны с магистральными реками. Возможно, запас кремнистых плиток или подготовленных к обработке нуклеусов входил в «ранцевый» набор мезолитических охотников. Но в случае необходимости им приходилось использовать и найденные гальки.

В эпоху мезолита изменилась и сырьевая характеристика памятников. На мезолитических стоянках р. Сосьвы 72 % изделий выполнено из кремнистых сланцев, 24 % – из черного и темно-серого кремня (Сериков, 2011, с. 12–16). Единично использовалась сургучная яшма. Такая же картина присутствует и на р. Тавде. На стоянке Линты преобладают изделия из темно-серого кремня и кремнистого сланца. Единично встречены орудия из сургучной и красно-зеленой яшмы (Сериков, 2026, с. 45–52).

В эпоху неолита население активно осваивало берега всех трех рек – Сосьвы, Лозьвы и Тавды. На р. Сосьве неолитические памятники выявлены в районе урочищ (заброшенных деревень) Махтыли и Балакина (около 1 тыс. экз.). На р. Лозьве на окраине дер. Шабурово найдена однослойная неолитическая стоянка с крупным комплексом на-

ходок (свыше 1000). На р. Тавде стоянки неолита зафиксированы около урочищ Запань, Болтышево и Линты (1300 экз.). Кроме того, значительные неолитические комплексы присутствуют на культовых холмах – Махтыльском (р. Сосьва) и Усть-Вагильском (р. Тавда).

С увеличением населения увеличились и знания об окружающем мире. Были найдены новые виды минерального сырья, изменилась и техника их обработки. На памятниках явственно ощущается дефицит минерального сырья. На всех стоянках целых нуклеусов не обнаружено. Целые нуклеусы присутствуют только на святилищах. На Махтыльском холме найдено два нуклеуса из светло-серой слабоокремнелой породы высотой 5.7 и 5.9 см. На Усть-Вагильском холме выявлено три нуклеуса из кремнистого сланца высотой 5.7, 6.5 и 6.9 см, соответственно. Количество пластин в неолитических комплексах заметно уменьшилось. Получали пластины очень широкого диапазона от 0.9 до 5.9 см шириной. Но преобладают пластины шириной 1.2–2.0 см. Длина пластин доходит до 10 см; толщина – от 0.3–0.8 см до 1.4 см (рис. 2, *15–19*). Меняется и минеральное сырье пластин. Впервые появляются и преобладают пластины из светло-серой слабоокремнелой породы. На втором месте пластины из полосчатого кремнистого сланца. Суммарно их число составляет 68.7 %. Все изделия выполнены из плиточного сырья. Использование галечного сырья не превышает 0.2 % от всего комплекса каменных изделий.

Таким образом, в палеолите основным видом минерального сырья служили гальки. С приходом мезолитического населения произошел резкий переход к плиточному сырью. В неолите сырьевая база заметно расширилась, чему немало способствовало появление и широкое распространения абразивной техники.

Литература

Сериков Ю.Б. (2007) Гаринская палеолитическая стоянка и некоторые проблемы уральского палеолитоведения. Н. Тагил: НТГСПА, 138 с.

Сериков Ю.Б. (2011) Первые мезолитические памятники на р. Сосьва (Среднее Зауралье). *Вестник Пермского университета*. Сер. История, 1(15), 12–16.

Сериков Ю.Б. (2026) Первый мезолитический памятник в верховьях р. Тавды (Северное Зауралье). *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 1(72), 45–52.

Тепловая обработка кремнистых пород крайнего северо-востока Европы: дизайн экспериментов и их первые результаты

Heat treatment of siliceous rocks of the extreme Northeast of Europe: design of experiments and first results

В.Н. Карманов[1], А.С. Макаров[1], Л.А. Вахрушев[1,2], Э.С. Шитова[1]
V.N. Karmanov, A.S. Makarov, L.A. Vakhrushev, E.S. Shitova
[1]Институт языка, литературы и истории ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, vkarman@bk.ru
[2]Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Планируется обсудить дизайн экспериментов по тепловой обработке кремнистых пород и первые результаты исследований в этом направлении. Эксперименты нацелены на определение оптимальных режимов намеренного нагрева региональных разновидностей кремнистых пород, моделирование конструкций теплотехнических сооружений и распознавание их признаков в археологических контекстах. На этом этапе исследований результатом работ должно стать создание базы эталонов – фоновых геологических и почвенных образцов, предметов и грунтов, обработанных теплом, для их дальнейшего инструментального изучения и сравнительного анализа. Кроме того, результаты экспериментов будут использованы для доказательной интерпретации следов тепловой обработки и неконтролируемого термического воздействия, выявляемых на археологических предметах.

Ключевые слова: археология, петрография, почвоведение, каменные индустрии, намеренный нагрев, трасология

In the paper we plan to discuss the design of experiments on the heat treatment of siliceous rocks and the first results of research conducted in this area. The experiments aim to determine optimal modes for intentional heating of regional varieties of siliceous rocks, model the designs of thermal engineering structures, and identify their characteristics in archaeological contexts. At this stage of the research, the result should be the creation of a database of reference geological and soil samples, objects, and soils treated with heat, for further instrumental study and comparative analysis. Furthermore, the experimental results will be used to provide trustworthy interpretation of traces of heat treatment and thermal alteration found on archaeological objects.

Keywords: archaeology, petrography, soil science, lithic industries, intentional heating, traceology

Возможность и преимущества тепловой обработки (далее – ТО) кремнистых пород для подготовки к дальнейшему расщеплению была доказана в 1960-х гг. Д. Кребтри (Crabtree, Butler, 1964). В результате последующих исследований и экспериментов флинтнепперов определено, что для улучшения свойств разных пород, форм и размеров отдельностей требуются различные режимы нагрева. Кроме того, в зависимости от обрабатываемого сырья могут различаться и признаки применения ТО, выраженные на предметах. Поэтому в связи с региональными особенностями сырьевых баз для каменных индустрий значимы экспериментальные исследования ТО пород конкретных территорий.

Доступных публикаций результатов специального изучения намеренного нагрева кремнистых пород в настоящее время насчитывается более 200, и в них освещены такие сюжеты, как распознавание и доказательная интерпретация ТО, преимущества намеренного нагретого сырья, изменения породы после ТО, технология ТО, технологический контекст ТО, включая отбор сырья для нее, место ТО в последовательности расщепления, хронология и география явления. Многие исследования основаны на эксперимен-

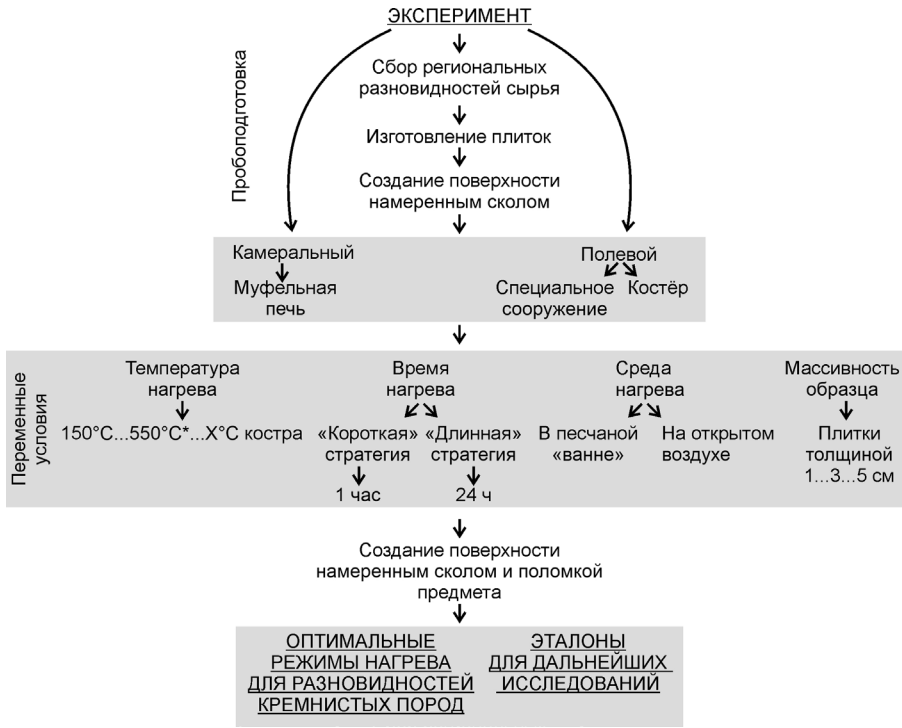


Рис. 1. Дизайн эксперимента по изучению кремнистых пород.

тах по нагреву регионального сырья и его сравнения с археологическими образцами (см.: Карманов, Макаров, 2026).

В отечественной археологии успешные эксперименты проводил в 1980-х гг. Е.Ю. Гиря, который в полевых условиях нагревал «донбасский меловой, крымский, волынский, волжский валунный, днестровский, прутский, костенковский цветной, туркменский кремень, уральские яшмы и халцедоны, разнообразные кварциты (включая шокшнинский), кремнистые известняки и сланцы» (Гиря, 2024, с. 500, 501). В 1996–2000 гг. Н.Б. Васильева с целью получения эталонов регионального сырья нагревала кремень, собранный по берегам рр. Колпи, Кубены и Сухоны (Вологодская область), закладывая его под костер полевой кухни (Васильева, Суворов, 2005, с. 37).

На крайнем северо-востоке Европы кремневые предметы с признаками намеренного нагрева были выявлены впервые в коллекциях неолитических и энеолитических жилищ (Карманов, 2018; 2019). Затем было определено, что ТО применялась и позднее – в эпоху бронзы и начале раннего железного века (напр.: Майстренко, Карманов, 2022). Однако экспериментальные исследования регионального сырья не проводились. Такие работы были начаты лишь в 2024 г. в камеральных условиях в муфельной печи с использованием образцов четырех разновидностей кремнистых пород, собранных на р. Печоре вблизи с. Усть-Цильма Республики Коми. Они были изучены также инструментально с помощью методов петрографии, сканирующего электронного микроскопа и рентгеновской дифракции. Уже первые эксперименты показали, что разные виды кремнистых пород по-разному реагируют на тепловое воздействие (Макаров, 2024).

В 2026 г. авторы приступили к реализации долгосрочной программы экспериментальных исследований ТО региональных разновидностей кремнистых пород крайнего северо-востока Европы. Эксперименты нацелены на определение оптимальных режи-

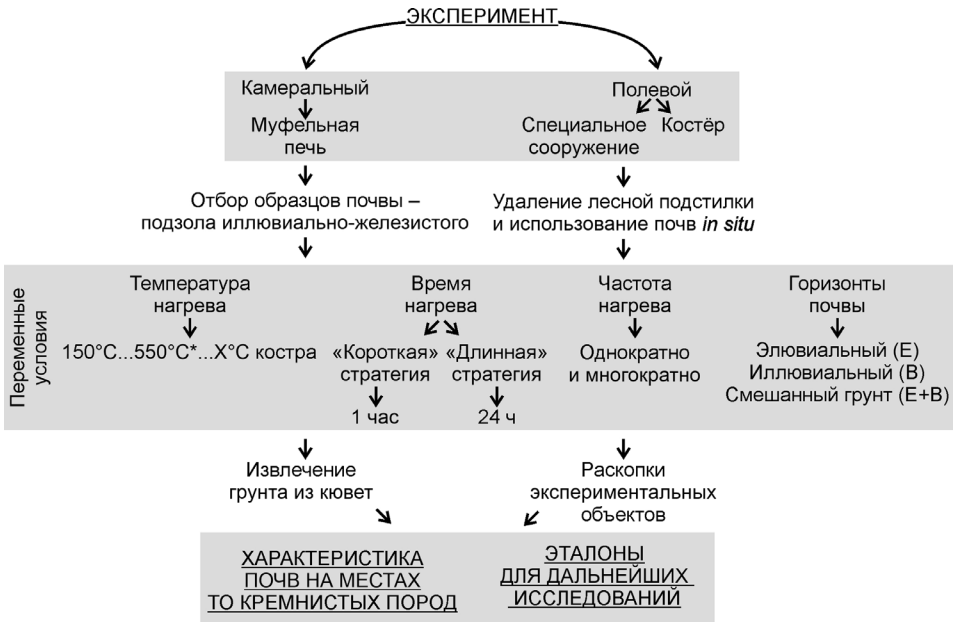


Рис. 2. Дизайн эксперимента по изучению характеристик почв на местах ТО кремня.

мов намеренного неконтролируемого нагрева, выявление его признаков, а также неконтролируемого термического воздействия на артефакты; моделирование возможных конструкций теплотехнических сооружений для ТО и распознавание их признаков в археологических коллекциях. Дизайн эксперимента по изучению кремнистых пород наглядно представлен на рисунке 1. Планируется проведение экспериментов в муфельной печи и в полевых условиях, а ТО будут подвергаться нарезанные плитки сырья толщиной 1, 3, 5 см, на которых до и после разных условий нагрева экспериментальным расщеплением будут создаваться новые участки поверхности. Результатом этих работ должно стать создание базы эталонов для дальнейших аналитических исследований – фоновых геологических образцов и предметов, подвергнутых ТО. Применение специальных инструментальных методов в ближайшее время не планируется, за исключением необходимой петрографической характеристики пород.

Ранее экспериментально доказано, что успешная ТО камня возможна в безвоздушной среде в песчаном грунте. Поэтому дополнительно планируется изучить характеристики почв на местах ТО кремня для возможности распознавания таких мест в археологических контекстах (рис. 2). В качестве образцов будут использованы почвы, в которых заключены культуровмещающие отложения большинства памятников крайнего северо-востока Европы – подзолы иллювиально-железистые. Эксперименты будут также проводиться в муфельной печи и в поле. В полевых условиях предполагается применение раскопок экспериментальных теплотехнических сооружений, как оставленных *in situ*, так и разобранных (тех, из которых уже извлечен «запеченный» кремень). Аналитические исследования будут основаны на сравнении фоновых образцов элювиального и иллювиального горизонта с грунтами, подвергнутыми нагреву без кремня, одно- и многократно с кремнем и в различных температурных режимах. Результатом также должно стать получение эталонов для дальнейшего анализа и сравнения с археологическими данными.

В настоящее время идет сбор образцов кремнистых пород на участках речных долин – местах концентрации наиболее изученных археологических микрорайонов, на памятниках которых найдены предметы с признаками ТО.

Результаты наших исследований, надеемся, будут способствовать разработке фундаментальных проблем археологии и прикладных задач археологического источниковедения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-02713, https://rscf.ru/project/25-28-02713/.

Литература

Васильева Н.Б., Суворов А.В. (2005) Применение тепловой подготовки кремня к расщеплению (по материалам энеолитического поселения Павшино 2 на реке Юг). *Археоминералогия и ранняя история минералогии*: *мат-лы междунар. семинара, г. Сыктывкар 30.05-4.06 2005*. Сыктывкар: Геопринт, 2005, 37–39.

Гиря Е.Ю. (2024) Доказательная интерпретация кремневых артефактов эпохи средней бронзы Севера Западной Сибири (опыт определения культурно-производственной модели). *Поселения эпохи средней бронзы на реке Конде*. Екатеринбург: АВ КОМ – Наследие, 469–556.

Карманов В.Н. (2018) Тепловая обработка кремня в неолите Крайнего северо-востока Европы. *Известия лаборатории древних технологий*, 3, 22–42. https://doi.org/10.21285/2415-8739-2018-3-22-42.

Карманов В.Н. (2019) Тепловая обработка кремня на Крайнем Северо-Востоке Европы в энеолите. *Известия лаборатории древних технологий*, 3, 28–45. https://doi.org/10.21285/2415-8739-2019-3-28-46.

Карманов В.Н., Макаров А.С. (2026) Экспериментальные и инструментальные исследования тепловой обработки кремнистых пород: современное состояние. *Поволжская археология,* в печати.

Майстренко Д.А., Карманов В.Н. (2022) Каменная индустрия рубежа эпох бронзы и железа (по материалам поселения Ораловское озеро II на реке Вишере). *Поволжская археология,* 3(41), 170–187. https://doi.org/10.24852/pa2022.3.41.170.187

Макаров А.С. (2024) Диагностика признаков тепловой обработки кремнистых пород в древности. *Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Мат. 33-й науч. конф.. Сыктывкар: КНЦ УрО РАН, 74–77.*

Crabtree D.E., Butler B.R. (1964) Notes on experiment in flint knapping: 1. Heat treatment of silica minerals. *Tebiwa,* 7(1), 1–6.

Кремневые изделия с признаками термического воздействия и их сравнение с экспериментальными образцами (по материалам энеолитических комплексов Шиховского микрорайона на р. Печоре)

Flint artefacts with traces of thermal alteration and their comparison with experimental samples (case study of the Chalcolithic complexes of the Shikhovskoy microregion at the Pechora River)

Э.С. Шитова
E.S. Shitova
Институт языка литературы истории ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
evelinashitowa@yandex.ru

Исследование нацелено на определение роли тепловой обработки сырья для изготовления каменных орудий и ее места в последовательности расщепления в индустрии, представленной в жилищах поселений Шиховское II, IV (первая четверть III тыс. до н.э.). Для этого планируется визуально изучить все кремневые предметы и определить на них признаки намеренной тепловой обработки и неконтролируемого термического воздействия в результате пребывания в огне или вблизи очага. В результате будут определены изделия, которые подвергались нагреву и целевые формы, которые изготавливались из них, а также количественное соотношение орудий, которые были изготовлены с помощью тепловой обработки и без таковой. Для доказательной интерпретации полученных данных планируется сравнение с экспериментальными образцами нагретого и обожженного кремня из источников сырья, залегающего на бечевнике противоположного берега реки.

Ключевые слова: археология, северо-восток Европы, каменный инвентарь, тепловая обработка кремня

The study aims to determine the role of heat treatment ща the raw material in the stone tools production and its place in the knapping sequence of the industry represented in the dwellings of the Shikhovskoye II, IV settlements (first quarter of the 3rd millennium BC). To achieve this, it is planned to visually examine all flint artefacts and identify traces of intentional heat treatment and uncontrolled thermal alteration as a result of being in or near a fireplace. This will determine the objects that were heated and the intended forms they were made from, as well as the proportion of tools produced with and without heat treatment. To provide a trustworthy interpretation of the obtained data, it is planned to compare them with experimental samples of heated and burnt flint from raw material sources located on the towpath on the opposite river bank.

Keywords: archaeology, northeastern Europe, lithic assemblage, heat treatment of flint

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-02713, https://rscf.ru/project/25-28-02713/

Характеристика почв на местах тепловой обработки кремня: предварительные результаты аналитических исследований (по материалам крайнего северо-востока Европы)

Soil characteristics at sites of heat treatment of flint: preliminary results of analytical studies (case study of the extreme northeast of Europe)

Л.А. Вахрушев[1, 2]
L.A. Vakhrushev l_vakhrushev@inbox.ru
[1]*Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*
[2]*Институт языка, литературы и истории ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

В докладе будут представлены результаты изучения свойств почв, подвергнутых термическому воздействию в процессе тепловой обработки кремнистых пород. Экспериментами разных лет и этнографическими данными доказано, что намеренный нагрев камня для его подготовки к расщеплению производился в ямах или углублениях, заполненных нагретым песчаным грунтом. Остатки подобных теплотехнических сооружений выявлены, например, в жилищах энеолита крайнего северо-востока Европы. Культурные слои большинства памятников археологии этого региона включены в подзолы иллювиально-железистые, что обосновывает выбор естественных фоновых образцов из почв именно этого комплекса.

С целью моделирования конструкций теплотехнических сооружений для тепловой обработки кремня, возможности распознавания и доказательной интерпретации их признаков в почвах запланирована серия экспериментов в муфельной печи и в полевых условиях (детали см. в статье Карманов и др. в настоящем сборнике). В рамках почвоведения планируется изучение свойств почв, подвергнутых термическому воздействию. В эксперименте участвуют отложения, отобранные из элювиального (E) и иллювиального (B) горизонтов подзолов. Арсенал почвоведческих методов будет включать изучение морфологических признаков, анализ химического и гранулометрического состава, измерение магнитной восприимчивости.

Ключевые слова: археология, почвоведение, термическое воздействие, культурный слой

The report will present the results of studying the properties of soils that have been subjected to thermal alteration during the heat treatment of siliceous rocks. Experiments conducted over the years and ethnographic data have shown that deliberate heating of stone for preparation to knapping was carried out in pits or depressions filled with heated sandy soil. Remnants of such thermal engineering structures have been identified, for example, in the Chalcolithic dwellings of the extreme northeast of Europe. The cultural layers of most archaeological sites in this region are included in the Albic podzols, which justifies the choice of natural background samples from the soils of this particular complex.

In order to model the structures of thermal engineering facilities for heat treatment of flint, the possibility of recognizing and proving the interpretation of their features in soils, a series of experiments in a muffle furnace and in the field is planned (for details, see the article by Karmanov et al. in this collection). Within the framework of soil science, it is planned to study the properties of soils subjected to thermal effects. The experiment involves deposits selected from the eluvial (E) and illuvial (B) horizons of podzols. The soil science methods will include the study of morphological features, analysis of chemical and granulometric composition, and measurement of magnetic susceptibility.

Keywords: archaeology, soil science, thermal alteration, cultural layer

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-02713, https://rscf.ru/project/25-28-02713/

Особенности сырьевой базы каменных индустрий крайнего северо-востока Европы

Characteristics of the raw material base of the stone industries of the extreme northeast of Europe

А.С. Макаров
A.S. Makarov
ИЯЛИ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, makarov_as@bk.ru

Работа посвящена характеристике сырьевой базы каменных индустрий памятников таёжной зоны в границах современной Республики Коми (бассейны рр. Вычегды и Печоры). Ранее такие исследования проводились в связи с поиском возможных источников минерального сырья для индустрий конкретных памятников мезолита и периода раннего металла. Определено, что источниками кремня халцедон-кварцевого типа для населения бассейна р. Вычегды служил грубообломочный материал из обнажений по берегам рек (Майорова, Волокитин, 2005). В полевом сезоне 2026 г. планируется возобновить археолого-минералогические исследования сырьевой базы каменных индустрий региона в связи с изучением намеренного нагрева кремнистых пород. Как показали предыдущие исследования, для использования регионального сырья в экспериментальных работах необходимо решение двух сложностей: разнообразие кремнистых пород по цвету, структуре и непостоянство доступа к источникам сырья в связи с активностью русловых процессов. Для этого будет осуществлен поиск, картографирование и сбор широкого спектра кремнистых пород, залегающих вблизи хорошо изученных памятников долины рр. Вычегды, Выми, Печоры и Ижмы. В результате будут созданы два фонда с фоновыми геологическими образцами и экспериментальными предметами, обработанных теплом в разных режимах (детали см. материалы Карманова и др. в настоящем сборнике) и представлена их визуальная и петрографическая характеристика.

Ключевые слова: археология, петрография, каменная индустрия, тепловая обработка

The study characterizes the lithic raw material base of stone industries at archaeological sites within the taiga zone of the modern Komi Republic (the Vychegda and Pechora river basins).

Previously, such studies were conducted to locate potential mineral sources for the industries of specific Mesolithic and Early Metal Age sites. It was established that the populations of the Vychegda basin utilized coarse-clastic material from riverbank outcrops as a source of chalcedony-quartz type flint (Mayorova, Volokitin, 2005). During the 2026 field season, geoarchaeological research into the region's lithic raw material base is scheduled to resume, focusing on the heat treatment of siliceous rocks. Previous studies indicate that utilizing regional raw materials for experimental research requires addressing two challenges: the diversity of siliceous rocks in color and structure, and the inconsistent access to sources due to active channel processes. To resolve this, a wide range of siliceous rocks located near well-studied sites in the Vychegda, Vym, Pechora, and Izhma river valleys will be located, mapped, and sampled. As a result, two reference collections will be established: one containing baseline geological samples and another consisting of experimental items heat-treated under various regimes (for details, Karmanov et al. in this volume). Their visual and petrographic characteristics will also be presented.

Keywords: archaeology, petrography, stone industry, heat treatment

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-02713, https://rscf.ru/project/25-28-02713/.

Литература

Майорова Т.П., Волокитин А.В. (2005) Геохимические особенности кремня древних индустрий и выявление источников сырья. *Археоминералогия и ранняя история минералогии: мат. междунар. семинара (г. Сыктывкар, 30 мая – 4 июня)*. Сыктывкар: Геопринт, 118–119.

Петрографическая характеристика и предполагаемые источники каменного сырья неолитических поселений лесостепного Приишимья

Petrographic characteristics and inferred sources of stone raw materials for the Neolithic settlements of the forest-steppe Ishim area

Д.А. Ипполитова[1], **А.А. Новосёлов**[1], **С.Н. Скочина**[2]
D.A. Ippolitova, A.A. Novosyolov, S.N. Skochina
[1]*Тюменский государственный университет, г. Тюмень, ippolitova.da@mail.ru*
[2]*Институт проблем освоения Севера ТюмНЦ СО РАН, г. Тюмень*

В работе представлены результаты исследований петрографических особенностей коллекции отщепов изготовления каменного инвентаря с неолитических поселений Ишимского района Тюменской области. Применён комплекс макро- и микроскопических методов, а также ГИС-анализ для оценки удалённости потенциальных источников сырья. Установлено, что основу сырьевой базы составляли яшмы и яшмокварциты (более 50 %), кварцевые песчаники (около 30 %), кремень (порядка 8 %) и полевошпатовые песчаники (порядка 7 %). Выявлены две главные сырьевые провинции: Восточно-Уральский массив (удалённость 505–820 км) и Северный Казахстан (310–430 км). Диагностическими критериями различения служат микроструктурные особенности: для уральских пород – следы метаморфизма и тектонических деформаций, для казахстанских – пятнистые текстуры и отсутствие интенсивного метаморфизма. Зафиксирован характерный и обоснованный избирательный подход к выбору сырья в зависимости от функционального назначения орудий. Полученные данные свидетельствуют о включении лесостепного Приишимья в систему устойчивых межрегиональных связей эпохи неолита.

Ключевые слова: Неолит, каменные орудия труда, петрографический анализ, Ишимская равнина, палеопетрография

The paper presents the results of a petrographic study of a collection of stone tool flakes from Neolithic settlements in the Ishim district of the Tyumen region. A combination of macro- and microscopic methods, along with GIS-based distance analysis, was applied to assess the proximity of potential raw material sources. It was established that the lithic assemblage is dominated by jaspers and jasper-quartzites (over 50 %), quartz sandstones (about 30 %), flint (approximately 8 %), and feldspathic sandstones (approximately 7 %). Two major source provinces have been identified: the Eastern Ural belt (distance 505–820 km) and Northern Kazakhstan (310–430 km). Diagnostic microstructural features allow distinction between the two sources: Uralian rocks show evidence of metamorphism and tectonic deformation, while Kazakhstani varieties exhibit spotted textures and lack of intense metamorphism. A characteristic and well-founded selective approach to raw material choice depending on tool function is documented. The obtained data indicate the inclusion of the forest-steppe Ishym area in a system of stable interregional networks during the Neolithic.

Keywords: Neolithic, lithic tools, petrographic analysis, Ishim Plain, paleopetrography

Материалом послужили 11 образцов камня из археологической коллекции поселений Мергень 6 и 3, расположенных в лесостепном Приишимье (северо-восточный берег оз. Мергень). Памятники датируются эпохой неолита (атлантический оптимум голоцена, 7 тыс. до н.э.) и соотносятся с боборыкинской (ранний этап) и кошкинской традициями (Еньшин, Скочина, 2024).

Петрографический анализ выполнен на макро- и микроуровне. Макроописание (невооружённым глазом и под бинокуляром MC-5-ZOOM LED) включало фиксацию цвета, структуры, текстуры, типа излома и включений. Микроанализ шлифов проводился на поляризационном микроскопе Olympus BX53MTRF. Предполагаемые источники сырья определялись сопоставлением петрографических характеристик с литературны-

ми данными и геологическими картами Урала и Северного Казахстана; расстояния рассчитаны по прямой в QGIS.

Установлено, что орудия изготовлены преимущественно из яшм (тёмно-бурые, серые, зелёные; 38.5 %), кварцевых песчаников (30.8 %), яшмокварцитов (15.4 %), кремней (7.7 %) и песчаников с полевошпатовым составом (7.7 %).

Петрографический анализ показал, что яшмы и яшмокварциты (суммарно >50 % коллекции) имеют скрытокристаллическую структуру с преобладанием халцедоновой матрицы (60–90 %) и угловатых зёрен кварца (10–45 %); коррозионные контакты указывают на гидротермально-метасоматический генезис (Дружинина, 1998). Реликты радиолярий, спикул губок и пепловые частицы связывают их с глубоководными кремнисто-вулканогенными отложениями палеозоя (рис., Г, Д). Различие источников (Урал vs. Казахстан) фиксируется по микротекстурным признакам, детализированным в таблице.

Кварцевые песчаники (~30 %) – зрелые терригенные породы (кварц в обломочной части 90–95 %), для которых характерны гранобластовая структура, регенерационные каёмки и полоски Бёма, свидетельствующие о переотложении в условиях тектонической активности. Региональные различия (цемент, характер погасания) приведены в таблице и на рис., А.

Кремень (~8 %) отличается пламеневидной текстурой, обусловленной микротрещинами с оксидами Fe, что типично для уральского сырья (Магнитогорская зона) (Мосин, Никольский, 2010) (рис., В).

Песчаники с полевошпатовым составом (единичные находки) содержат до 50–55 % соссюритизированного плагиоклаза, характеризуются пониженной прочностью и связываются с терригенными комплексами Северного Казахстана (Ужкенов и др. 2007) (рис.: Б).

Поскольку лесостепное Приишимье лишено коренных выходов камня, всё качественное сырьё, кроме русловых галечников, является привозным (Скочина 2017). Таким образом, по петрографическим данным выделено два магистральных направления поступления сырья: западное (Южный Урал) и южное (Северный Казахстан), с характерными для каждого типами пород и диагностическими признаками, обобщёнными в сводной таблице.

Кроме того, на поселениях Мергень 6 и Мергень 8 зафиксирован осознанный выбор каменного сырья в зависимости от функционального назначения орудий (Скочина, 2017; 2022). Для режущих и скоблящих инструментов (ножи, скребки, наконечники) преимущественно использовались кремень и яшма. Эти породы дают раковистый излом и при скалывании образуют тонкие, острые и самовосстанавливающиеся в процессе работы режущие кромки. Для абразивных орудий (шлифовальные плитки, оселки) применялись зернистые песчаники. Они не дают острого скола, но обладают необходимой шероховатостью и пористостью для эффективной абразивной обработки. Это разделение чётко прослеживается в типологическом составе коллекции и свидетельствует о глубоком знании свойств разных пород.

Считается, что основным местным источником сырья служили галечники: из русловых отложений р. Ишим и его притоков добывались кварцевые песчаники.

Однако качественные инструменты требовали привозного сырья – яшм, яшмокварцитов и кремня, которое поступало, судя по всему, по двум магистральным направлениям. Западный канал связывал Приишимье с Южно-Уральской яшмовой провинцией (яшмы, яшмокварциты, кремень выносились рр. Исеть, Уй и Миасс в р. Тобол, а затем через обмен с населением Притоболья попадали в долину р. Ишим) (Скочина, 2017). Южное направление шло из Северного Казахстана (верховья рр. Тобол и Ишим), откуда

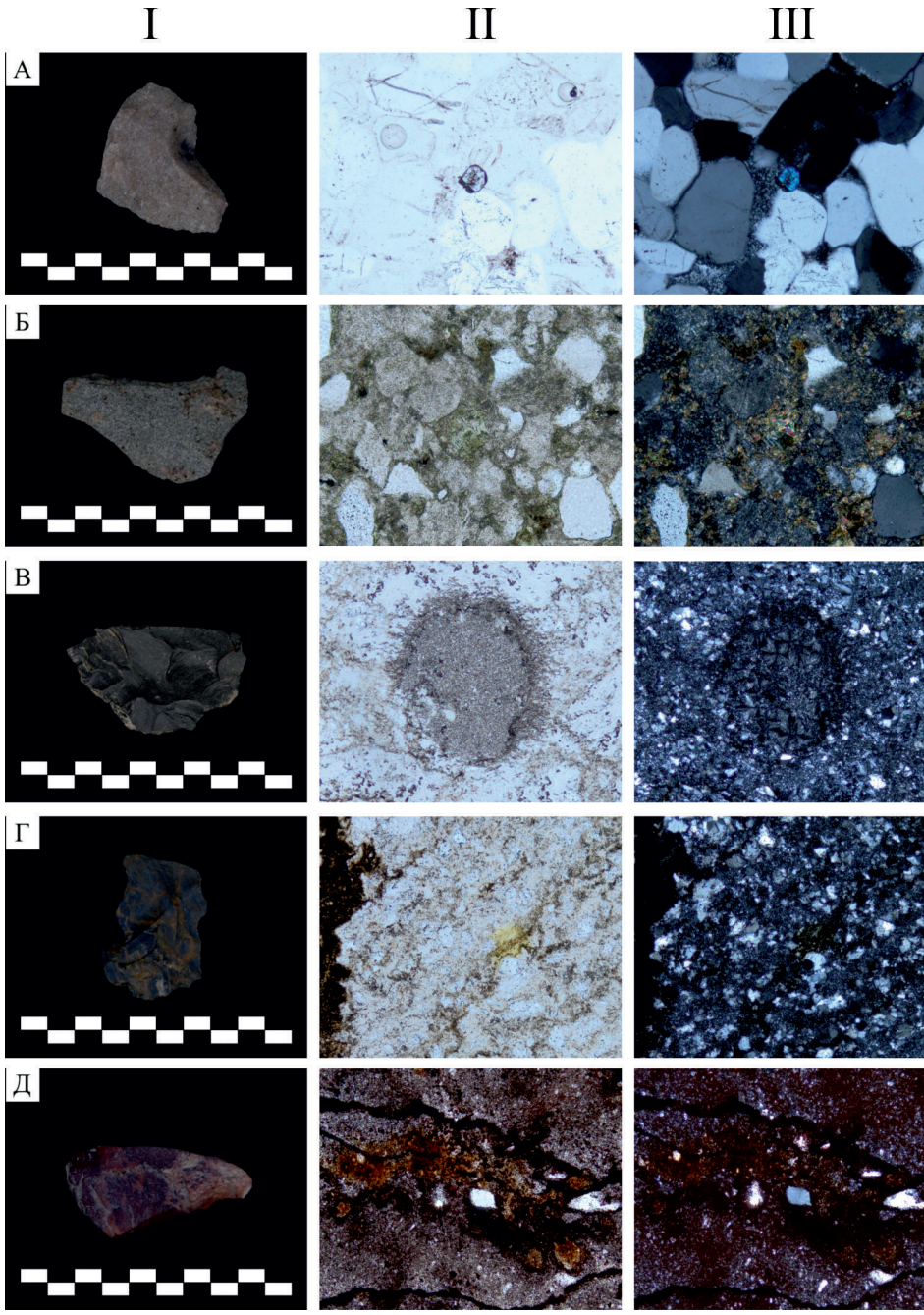


Рис. Некоторые представительные образцы отщепов. I – общий вид образца; II – фрагмент шлифа без анализатора; III – фрагмент шлифа с анализатором. А – кварцевый песчаник; Б – песчаник; В – кремень; Г – яшма; Д – яшмокварцит.

Таблица. Основные источники каменного сырья неолитических поселений Приишимья

Регион / структура	Типы пород в коллекции	Литературные данные о распространении	Диагностические признаки (по литературе и нашим данным)	Расстояние до Ишимского р-на (км)
Северный Казахстан				
Калмаккольская синформа, Восточно-Кокшетауский прогиб, склоны сопок Чиндауляй	Яшмы, яшмокварциты, кварцевые песчаники, полевошпатовые песчаники	Яшмы залегают у подножий и на склонах Чиндауляй; в гаршинской серии (кембрий) – мощные яшмовые горизонты; в курской серии (ордовик) – яшмы и туфопесчаники (Ужкенов и др. 2007; Спиридонов 2005). Песчаники – в лидиевской и майлисорской свитах (ордовик) (Жимулев и др. 2011)	Пятнистая (сгустковая) микротекстура; гематит-халцедоновые агрегаты; отсутствие интенсивного метаморфизма; для песчаников – поровый силикатный цемент, хорошая сортировка	310–430
Южный Урал				
Магнитогорский прогиб (Магнитогорско-Тагильский синклинорий)	Яшмы (сургучные, серые, зелёные), кремни	Яшмы – в вулканогенно-осадочных толщах палеозоя; кремни – в эвгеосинклинальной зоне, продукты денудации выносятся рр. Исеть, Уй, Миасс (Матюшин, 1977; Брусницын, 2013; Мосин, Никольский, 2010)	Микрослоистость, прожилково-сетчатая текстура, вторичные кварцевые прожилки, следы метаморфизма (бластез, грануляция); для кремня – пламеневидная текстура с Fe-микротрещинами	820
Сысертско-Ильменогорский антиклинорий (Миасский район)	Яшмокварциты	Кварциты и яшмокварциты в метаморфических комплексах архея-протерозоя; вторичные изменения (окварцевание, ожелезнение) (Матюшин, 1977)	Высокая степень перекристаллизации, гранобластовая структура, регенерационные каёмки кварца	660
Центрально-Уральское поднятие (Алапаевско-Каменское и др.)	Кварциты, кремни	Кварциты – в ядрах антиклинориев, сложенных древними метаморфитами; кремни – в Алапаевско-Каменской зоне (Матюшин, 1977)	Кварциты: чисто кварцевый состав, высокая твёрдость, массивная текстура. Кремни: криптокристаллическая структура, раковистый излом	505–770

доставлялись кварцевые и полевошпатовые песчаники, причём промежуточным звеном нередко служили русловые галечники самого Ишима. Если на ранних этапах, безусловно, доминировало местное сырьё, то с течением времени, по мере укрепления межрегиональных связей, всё большую роль играл уральский импорт, что свидетельствует о включении Приишимья в широкую и устойчивую систему культурно-хозяйственных взаимодействий от Южного Урала до Северного Казахстана (Зах, 2021).

Таким образом, комплексный петрографический анализ 11 образцов с поселений Мергень 6 и Мергень 8 позволил установить сырьевые предпочтения древнего населения. Анализ выявил преобладание яшм и яшмокварцитов (более 50 %) при значимой доле кварцевых песчаников (31 %), кремня (8 %) и полевошпатовых песчаников (7 %). Это сырьё поступало из двух удалённых центров: Южного Урала (505–820 км) и Северного Казахстана (310–430 км), причём их породы надёжно различаются по микроструктуре: уральские отличаются следами метаморфизма и деформациями, а казахстанские – характеризуются пятнистыми текстурами без интенсивных преобразований. Выбор материала был строго функциональным: для режущих орудий отбирали кремень и яшму с раковистым изломом, для абразивных – зернистые песчаники из местных галечников, что говорит о высокой технологической компетенции древних мастеров. Эти факты убедительно свидетельствуют о сложившихся в неолите устойчивых межрегиональных связях лесостепного Приишимья с Уралом и Казахстаном, которые обеспечивали регулярный приток качественного камня в условиях отсутствия местных коренных скальных выходов.

Литература

Брусницын А.И. (2013) Минералогия марганцевоносных метаосадков Южного Урала. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 169 с.

Дружинина Н.М. (1998) Микроструктурные особенности Южноуральских яшм. *Генезис южноуральских яшм*. Екатеринбург: УГГУ, 69−74.

Еньшин Д.Н., Скочина С.Н., Илюшина В.В. (2024) Ранний неолит Нижнего Приишимья в контексте проблематики неолитизации горно-лесной и лесостепной зон Зауралья и Западной Сибири. *Уральский исторический вестник,* 3(84), 21−33. https://doi.org/: 10.30759/1728-9718-2024-3 (84)-21-33.

Жимулев Ф.И., Буслов М.М., Травин А.В., Дмитриева Н.В., де Граве Й. (2011) Раннесреднеордовикская покровно-чешуйчатая структура зоны сочленения кокчетавского метаморфического пояса и Степнякской палеоостроводужной зоны (Северный Казахстан). *Геология и геофизика*, 138−157.

Зах В.А. (2021) Природа и человек эпохи раннего неолита Тоболо-Ишимья. *Поволжская археология*, 3(37), 85–98 https://doi.org/10.24852/pa2021.3.37.85.98

Зах В.А., Скочина С.Н. (2010) Каменное сырье комплексов Тоболо-Ишимья. *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 2(13). 4−11.

Матюшин Г.Н. (1977) Яшмовый пояс Урала. М.: Искусство, 180 с.

Мосин В.С., Никольский В.Ю. (2010) Кремнистые породы Южного Урала: распространение и использование в каменном веке. *Археология, этнография и антропология Евразии,* 1(41). https://doi.org/:10.1016/j.aeae.2010.05.001.

Недоливко Н.М., Ежова А.В. (2012) Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов. Томск: ТПУ, 172 с.

Скочина С.Н. (2017) Каменная и костяная индустрия в эпоху неолита лесостепного Приишимья. Тюмень: ТюмНЦ СО РАН, 10−159.

Скочина С.Н. (2022) Каменный инвентарь неолитического поселения Мергень 8. *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 4(59). 5–13 https://doi.org/10.20874/2071-0437-2022-59-4-1.

Спиридонов Э.М. (2005) Степнякские гипергенные яшмы северного Казахстана. *Природа*, 7(1079), 46−48.

Ужкенов Б.С., Любецкий В.Н., Беспаев Х.А., Любецкая Л.Д., Сельтманн Р. (2007) Золоторудные пояса Казахстана (глубинное строение, геодинамика развития, глубинные факторы локализации оруденения). Алматы: Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева, Комитет геологии и недропользования МЭ и МР РК, 344 с.

Экспериментально-трасологическое изучение каменных украшений Приуралья

Experimental trace evidence analysis of stone ornaments of the Pre-Urals

А.Ю. Смертина[1], А.Р. Смертин[1,2]
A.Yu. Smertina, A.R. Smertin
[1]*Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь*
nnazarowa@mail.ru
[2]*Институт гуманитарных исследований УрО РАН, г. Пермь*

Работа посвящена археологическому эксперименту по созданию каменных украшений. За оригинал взяты артефакты с памятников периода неолита-энеолита Приуралья. В качестве сырья использовался серпентинит. Раскалывание выполнялось галечниковым отбойником, шлифование на песчаниковой плитке, сверление кремневым сверлом. Ношение образцов длилось четыре месяца. Производство каменных украшений не являлось трудозатратным, занимало не более 2 ч, после грубой шлифовки древние мастера выскабливали материал из отверстия и полировали поверхность, следы от ношения фиксируются в районе отверстия и на боковых гранях, подвески подвержены изломам. Высказывается сомнение в первоначальной атрибуции т.н. песчаниковых шлифовальных плит, т.к. в ходе эксперимента они получили выработку. Результаты эксперимента дополняют проведенное ранее исследование.

Ключевые слова: каменные украшения, серпентинит, эксперимент, трасологическое исследование, Приуралье

The paper is devoted to an archaeological experiment on the creation of stone ornaments. Artifacts from the monuments of the Neolithic-Eneolithic period of the Urals were taken as the original. Serpentinite was used as a raw material. Splitting was performed with a pebble chopper, grinding on sandstone tiles, and drilling with a flint drill. Wearing the samples lasted four months. The creation of stone ornaments was not labor-intensive, it took no more than 2 hours. After rough grinding, ancient craftsmen scraped the material out of the hole and polished the surface, traces of wear are fixed in the area of the hole and on the side faces, the pendants are prone to fractures. There is doubt about the initial attribution of the so-called sandstone grinding plates, as they were developed during the experiment. The results of the experiment complement the previous research.

Keywords: stone ornaments, serpentinite, experiment, use-wear analysis, the Pre-Urals

Каменные украшения принадлежат к предметам неутилитарного назначения и являются реальными следами духовной культуры. Они широко распространены на территории Волго-Уралья и за его пределами в период неолита-энеолита.

В работе представлены результаты экспериментально-трасологического изучения образцов каменных украшений, подобных изделиям, выявленным на памятниках периода неолита-энеолита Приуралья. Артефакты имеют преимущественно овальную и каплевидную формой. Средние размеры каменных украшений составляют 15–30 мм. Значительная часть выявленных предметов имеет одно отверстие в верхней или средней части изделия (Лычагина и др., 2023).

В работе использован трасологический метод изучения каменных украшений (Гиря и др., 2019) в совокупности с археологическим экспериментом (Семенов, 1957, с. 6). Настоящее исследование было выполнено при помощи стереоскопического микроскопа Микромед МС-2 Zoom 2A с увеличением 10–40× и камерой ToupCam 3МП, а также на портативном микроскопе Levenhuk DTX 700.

Предметы неутилитарного назначения реже подвергаются трасологическому анализу, чем орудия труда, однако существуют работы по Северо-Восточной Азии (Федорченко, 2014), Среднему Поволжью (Голубева и др., 2022) и Болгарии (Gurova, Bonsal, 2017), освещающие эту тему.

На основании предыдущих экспериментально-трасологических исследований коллег и анализа каменных украшений Приуралья авторами предпринята попытка дополнить имеющиеся наработки при помощи эксперимента.

Эксперимент был направлен на воссоздание технологии производства каменных украшений и реконструкцию способов их использования. Важными задачами были выявление разного типа следов, которые возникают на каждом этапе изготовления; оценка трудозатрат; сравнение разного вида сырья; сопоставление разных техник сверления и шлифования.

В рамках эксперимента в качестве сырья использовались две разновидности серпентинита, которые обозначены как образцы 1 и 2.

Образец № 1

Сырьем для производства украшения выступал серпентинит. Данный материал происходит из Новолялинского района Свердловской области. Это одно из ближайших месторождений серпентинита к Сарановскому массиву (Пермский край).

Раскалывание серпентинита производилось галечниковым отбойником, который происходит из подъемного материала, обнаруженного в районе памятника Чашкинское озеро II. Размер – 86 ×70 мм.

Для проделывания отверстия подобрано экспериментальное кремневое сверло размером 41×10 мм с длиной лезвия 5 мм. Рабочий конец имеет диаметр 3 мм. Сверло было вставлено в деревянную основу, образовав тем самым Т-образную рукоять.

В качестве абразива для грубой шлифовки отобраны экземпляры песчаниковых плит из подъемного материала стоянок Верхнего Прикамья размером, в среднем, 120×70 мм.

Создание каменного украшения началось с процесса раскалывания керна серпентинита. Раскол произошел по линии слоев, один из сколов был разбит до размера, потенциально подходящего для дальнейшего создания украшения.

Следующим этапом являлось шлифование полученного скола для удаления лишнего материала и придания необходимой формы. Материал является слоистым и крошится, что усложняет более точное раскалывание, в виду этого заготовка доводилась до нужных размеров именно путем шлифования, а не раскалывания. Это также позволяет сделать предположение, что естественная форма некоторых украшений обусловлена особенностями обработки материала.

Песчаниковая плита оказалась мягче серпентинита, т.к. на ней остался глубокий след от процесса придания формы украшению. Важно отметить, что подобные плиты традиционно интерпретируются археологами как шлифовальные (Лычагина, Брюхова, 2022). Если бы эти плиты действительно использовались древним населением для шлифования изделий, на них также были бы выявлены глубокие следы выработки. Это позволяет сделать вывод о том, что они были предназначены для иных задач, предположительно, финальной полировки. На всем протяжении эксперимента шлифование

проводилось с использованием песка и добавлением воды. Итоговая форма украшения каплевидная. Размер полученного экземпляра – 24 × 13 × 4 мм. Эта форма и размеры являются одними из наиболее распространенных для подвесок, обнаруженных на поселенческих памятниках Приуралья. Далее в верхней части каплевидного украшения было создано отверстие диаметром 2 мм способом двустороннего сверления с добавлением песка и воды. Общее время, затраченное на создание украшения – около 2 ч.

После изготовления изделия было произведено микроскопическое изучение полученного экземпляра.

Следы изготовления. На поверхности и боковых гранях украшения фиксируются грубые царапины от пришлифовки абразивом – шлифовальной плитой.

Сверление. Отверстие характеризуется концентрическими бороздами от выкрашивания серпентинита в ходе сверления. Внутренняя часть отверстия является не ровной (шершавой), т.к. лишний материал не выскабливался.

Следы от утилизации. Для изучения следов утилизации каменное украшение было надето на шею и использовалось в качестве подвески в течение 4 мес. Подвязывание производилось на шпагат. Украшение находилось в свободном положении. В результате носки были выявлены следы: заполировка от крепления в районе отверстия в виде мягкого блеска (рис.: а, б); слабые следы заполировки на боковой грани изделия (рис.: в). В целом, на поверхности украшения отчетливо видны следы изначальной пришлифовки (рис.: б).

Образец № 2

Для данного образца использовано сырье, отобранное на Южном Урале. Раскалывание, шлифование и сверление образца производилось теми же инструментами, которые были ранее использованы для образца № 1. Раскалывание исходного сырья произошло после одного точечного удара, т.к. изначально серпентинит был обработан на отрезном станке. Этот материал более хрупкий, при шлифовании сильно крошился и скалывался. Однако придание необходимых размеров украшению произошло быстрее, чем первому экземпляру. Форма полученного удачного образца – естественная. Размер украшения – 17 × 12 × 2 мм. Заготовка была просверлена в центральной части с двух сторон. Диаметр отверстия – 2 мм. Стоит отметить, что это сырье является менее пригодным для создания подобного рода изделий, т.к. ещё более мягкое и податливое крошению.

Трасологическое исследование полученного каменного украшения позволило выделить следующие типы следов.

Следы изготовления. Одна сторона изделия и боковые грани имеют регулярные параллельные царапины от абразивной обработки песчаником. Обратная сторона не была подвергнута шлифованию ввиду хрупкости сырья и характеризуется естественной структурой серпентинита.

Сверление. Полученное отверстие имеет концентрические борозды от сверления кремневым сверлом. Лишний материал из отверстия не выскабливался.

Следы от утилизации. Для изучения следов утилизации каменное украшение было прочно пришито к плотной ткани. Нитью для шитья выступил шпагат. Украшение использовалось в качестве нашивки. Эксперимент проходил на протяжении 4 мес. Через 3 мес. часть украшения надломилась. С «обратной» стороны изделия фиксируется мягкий блеск от заполировки в районе отверстия. На боковых гранях также отмечены участки заполировки от контакта украшения с тканью.

Дальнейшим этапом работы является анализ и сравнение следов, зафиксированных на экспериментальных украшениях и обнаруженных на реальных артефактах. Ра-

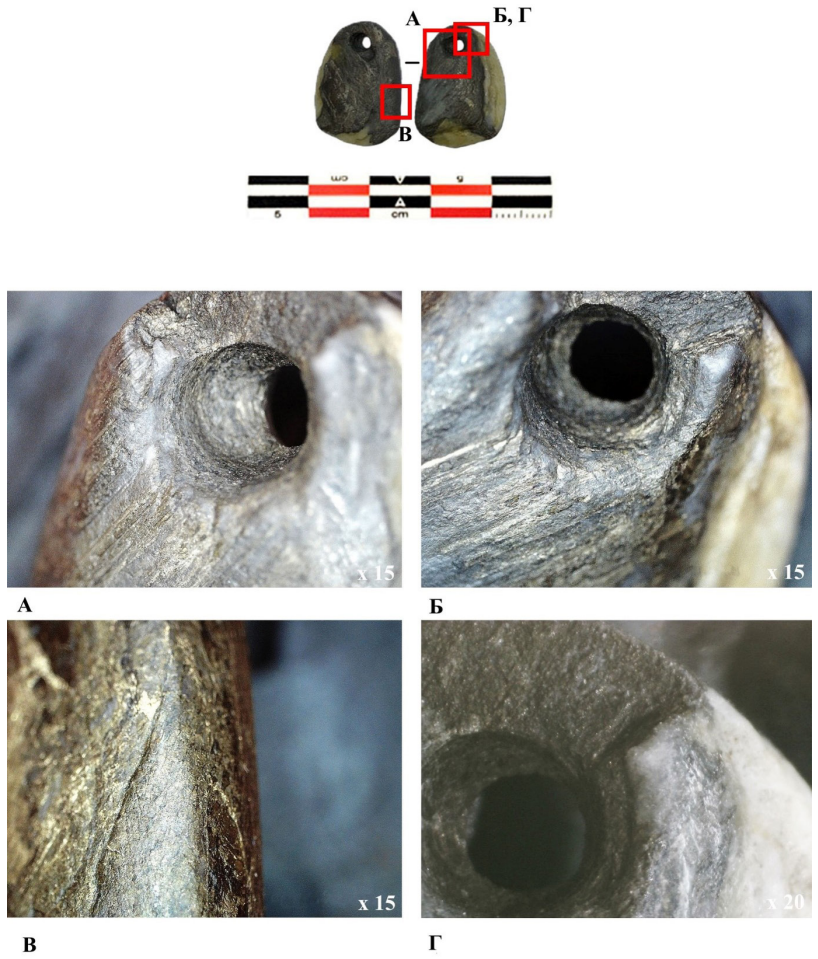


Рис. Образец № 1. Микрофотографии следов износа на подвеске: а, б, г – заполировка от крепления в районе отверстия; в – следы заполировки на боковой грани изделия.

нее было проведено трасологическое изучение находок каменных украшений из серпентинита с памятников Приуралья (Смертина и др., 2025).

На основании полученных следов на экспериментальных образцах каменных украшений и реальных артефактах с памятников Приуралья можно сделать некоторые выводы.

Производство каменных украшений не являлось трудозатратным. В результате эксперимента выявлено, что создание одного изделия требовало не более 2 ч.

Вероятно, древние мастера выскабливали из отверстия лишний материал, чтобы довести его до более округлой формы. Для экспериментальной модели выскабливание не производилось, спустя 4 месяца ношения отверстие осталось шершавым и не заполировалось от шнура.

Изделие полировалось перед использованием. Все украшения, обнаруженные на памятниках Приуралья, имеют гладкую поверхность с блеском от отделочной полировки. Экспериментальные предметы не полировались. В результате ношения образцов были зафиксированы грубые царапины от абразивной обработки и придания формы.

Следы от ношения каменных украшений чаще всего фиксируются в районе отверстия и на боковых гранях изделий.

Вероятно, каменные подвески могли служить частью костюма на протяжении достаточно длительного периода, т.к. на многих изделиях с памятников Приуралья фиксируются сломы в районе отверстия. Эксперимент показал, что серпентинит (серпентинитовый сланец) является в меру прочным для использования украшений в повседневной жизни, но имели место быть и случаи повреждений предметов.

Эксперимент позволил сделать вывод о трудозатратах необходимых для создания каменных украшений. На основании полученных результатов можно говорить об относительной простоте производства данных предметов. Это подтверждает предположение М. Гуровой о том, что создание украшений могло быть частью домашнего ремесла и не требовало работы специального «мастера». Об этом может свидетельствовать также отсутствие скоплений заготовок и целых орудий на поселениях. Кроме того, высказывается сомнение в первоначальной атрибуции т.н. песчаниковых шлифовальных плит. В данном случае, результаты эксперимента лишь дополняют проведенное ранее основное исследование (Смертина и др., 2025).

Работа подготовлена за счет гранта Российского научного фонда № 23-68-10023, https://rscf.ru/project/23-68-10023/.

Литература

Гиря Е.Ю., Федорова Д.Н., Степанова К.Н., Малютина А.А., Колпаков Е.М., Кульков А.М. (2019) Технические средства и исследовательские возможности археологической трасологии. *Stratum Plus. Археология и культурная антропология*, 1, 131–143.

Голубева Е.Н., Галимова М.Ш., Бахматова В.Н. (2022) Экспериментально-трасологическое исследование каменных подвесок из энеолитических погребений в устье Камы. *Поволжская Археология,* 3(41), 107–119. https://doi.org/10.24852/pa2022.3.41.107.119

Лычагина Е.Л., Брюхова Н.Г. (2022) Комплекс по изготовлению шлифованных орудий со стоянки Чашкинское Озеро II. *Труды КАЭЭ*, 21, 34–41. https://doi.org/10.24412/2658-7637-2022-21-34-41

Лычагина Е.Л., Смертина А.Ю., Томилина Е.М. (2023) Каменные украшения с энеолитических памятников Верхнего и Среднего Прикамья (попытка комплексного анализа. *Поволжская Археология*, 3(45), 191–203. https://doi.org/10.24852/pa2023.3.45.191.203

Семенов С.А. (1957) Первобытная техника (опыт изучения древнейших орудий и изделий по следам работы). *Материалы и исследования по археологии СССР,* 54, 240 с.

Смертина А.Ю., Скочина С.Н., Лычагина Е.Л. (2025) Трасологический анализ каменных украшений периода энеолита с территории верхнего и среднего Прикамья. *Вестник Пермского университета. История,* 1(68), 5–17. https://doi.org/10.17072/2219-3111-2025-1-5-17

Федорченко А.Ю. (2014) Трасологическое исследование каменных украшений из палеолитического погребения VII культурного слоя стоянки Ушки-I (Центральная Камчатка): новые данные. *Гуманитарные исследования в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке*, 4(30), 45–53.

Gurova M. Bonsal C. (2017) Experimental Replication of Stone, Bone and Shell Beads from Early Neolithic Sites in Southeast Europe. *The Archaeology of Beads, Beadwork and Personal Ornament,* 159–167. https://doi.org/10.2307/j.ctv13pk763.15

Случайные находки неординарных каменных изделий на территории Верхнесалдинского муниципального округа Свердловской области

Accidental finds of the extraordinary stone artifacts in the territory of Verkhnesaldinsky municipal district of Sverdlovsk region

Ю.Б. Сериков[1], С.А. Иванов[2]
Yu.B. Serikov, S.A. Ivanov
[1]Уральский государственный педагогический университет (филиал в Нижнем Тагиле), г. Нижний Тагил, u.b.serikov@mail.ru
[2]Городской Дворец культуры, г. Нижняя Салда

Случайные находки хорошо известны в археологической науке. Они представляют заметную и выразительную часть археологического фонда. На Урале, как и на других территориях, зафиксировано множество случайных находок. Значительную их часть составляют произведения искусства и сакральные предметы. Очень часто они показывают направление будущих научных поисков. К сожалению, далеко не всегда они являются предметом полноценного исследования и публикации. Еще реже рассматриваются случайные находки неординарных каменных изделий из числа обычных орудий. В работе представлен небольшой комплекс редко встречаемых орудий каменного и бронзового веков. Среди них уникальный бифас раннепалеолитического времени, двусторонне обработанный нож, навершие булавы, якорь, тальковый «блок». Отдельной категорией представлены изделия из использованных шлифовальных плит – мотыга и скребла.

Ключевые слова: каменный инвентарь, Урал, случайные находки артефактов

Accidental finds are well known in archaeological science. They represent a significant and expressive part of the archaeological fund. In the Urals, as well as in other territories, many accidental finds have been recorded. A significant part of them are works of art and sacred objects. Very often they show the direction of future scientific research. Unfortunately, they are not always the subject of full-fledged research and publication. Even less frequently, accidental finds of unusual stone products from among ordinary tools are considered. The paper presents a small set of rarely seen tools from the Stone and Bronze Ages. Among them are a unique Early Paleolithic biface, a double-edged knife, a mace head, an anchor, and a talc “block”. A separate category includes products made from used grinding plates, such as hoe and scrapers.

Keywords: stone tools, the Urals, random finds of artifacts

Публикуемые находки собраны с разрушаемых археологических памятников в окрестностях городов Верхняя и Нижняя Салда и пос. Басьяновский. В окрестностях городов после сильного падения уровня воды в городских прудах обнажились размытые культурные слои с большим количеством вымытых артефактов. В окрестностях поселка при разработке нового песчаного карьера было полностью уничтожено поселение Юрьино IV. В результате на песчаном береговом валу Юрьинского озера оказались тысячи фрагментов керамики и каменных изделий.

Уникальное изделие – раннепалеолитический бифас – случайно обнаружен местным жителем г. Нижняя Салда при ремонте обвалившегося подвала. Место находки было обследовано одним из авторов. Следов культурного слоя не обнаружено. Бифас находился на глубине около 0.7 м от современной поверхности. В процессе ремонта стенки подвала он был поврежден. Длина сохранившейся части бифаса 26.5 см. Судя по свежести слома, от бифаса была отколота нижняя часть длиной около 7 см. Первоначальная длина бифаса с учетом его очертаний могла достигать 33–34 см. Таких крупных каменных изделий на территории Урала не было известно. Бифас изготовлен из серо-зеленоватого алевролита. На одной из плоскостей сохранился небольшой участок галеч-

ной корки красного цвета. Бифас имеет вытянутую листовидную форму, полученную путем оббивки. Его боковые плоскости покрыты хорошо выраженными раковистыми сколами. После оббивки выступающие части бифаса были дополнительно подработаны мелкой оттеской. Лезвия орудия в профиль слегка извилисты, что характерно для бифасов позднего ашеля и мустье (рис. 1, *1*). Поверхность орудия покрывает глубокая патина толщиной около 1 мм. Следует подчеркнуть, что глубокая патина на территории Среднего Зауралья характерна только для раннепалеолитических изделий. Предположительно, данный бифас можно отнести ко времени позднего ашеля или раннего мустье (Сериков, 2011). С момента находки прошло уже 50 лет, но ничего подобного на Урале больше не найдено. Бифас хранился в Нижнесалдинском краеведческом музее, а после его закрытия был передан в Нижнетагильский музей-заповедник.

Еще одно бифасиальное изделие найдено в окрестностях дер. Нелоба на берегу Нижнесалдинского пруда. Оно представляет двусторонне обработанное орудие копьевидной формы длиной 21.7 см, шириной 7.5 см и толщиной до 2.8 см. Изделие имеет асимметричную иволистную форму. На выпуклом боковом краю изделия оформлена выемка шириной 3 см и глубиной до 0.45 см. (рис. 1, *2*). Изготовлено оно из углистого сланца. Аналогий данному орудию пока не известно. Вряд ли такое массивное, но хрупкое орудие могло использоваться в качестве наконечника копья. Скорее всего, оно служило ножом для разделки туш животных. По технике обработки и минеральному сырью его можно отнести к эпохе энеолита.

Неординарной находкой является и навершие булавы – беспаспортная находка из г. Верхняя Салда. Его диаметр – 10.5 см, толщина – 4.3 см, вес – 750 г. В отличие от других наверший булав, которые обычно изготовлены из твердых пород камня, оно выполнено из талька. Одна плоскость булавы обработана шлифовкой, а противоположная – пикетажем. В центре навершия полой костью просверлено отверстие диаметром 3–3.2 см. Поскольку сверление производилось с двух сторон, внутри отверстия образовался соединительный поясок. Его пытались убрать с помощью узкого абразива. Но работа не была завершена – диаметр отверстия в месте соединения сверлин удалось увеличить только до 2.3 см.

На территории Урала известно всего 17 сверленых наверший каменных булав. Почти все навершия булав выявлены в культовых памятниках. Три навершия найдены в погребениях, семь – на святилищах, остальные являются случайными находками. Для изготовления булав использовались разнообразное минеральное сырье: горный хрусталь, гранодиорит, кварцитопесчаник, серпентинит, сланец и бурый железняк (Сериков, Канаука 2021, с. 248–250, рис. 3, *1–6*). Из талька изготовлено только публикуемое навершие.

Еще одно неординарное изделие со стоянки Юрьино 4 выполнено из талька. Оно изготовлено в виде овального блока размером 8.2 × 4.6 × 2.2 см. Склеено из двух фрагментов. Тщательно отшлифовано со всех сторон. По боковым ребрам по всему периметру проточена канавка шириной 0.7–0.9 см и глубиной до 0.4 см (рис. 1, *3*). Аналогий данному изделию нет. Тщательность обработки и необычная форма не позволяют отнести его к рыболовным грузилам.

Одна оригинальная находка происходит с Нижнесалдинского пруда. Она представляет необычно большой оселок из мелкозернистого песчаника. Он изготовлен в виде пластины длиной 21.3 см, шириной 4.4 см и толщиной до 1.8 см (рис. 1, *4*). Оселок тщательно отшлифован со всех сторон. У верхнего конца металлическим ножом прорезаны две противолежащих выемки для привязывания глубиной до 0.4 см. Оселок активно использовался для заточки плоских и узких металлических орудий (видимо,

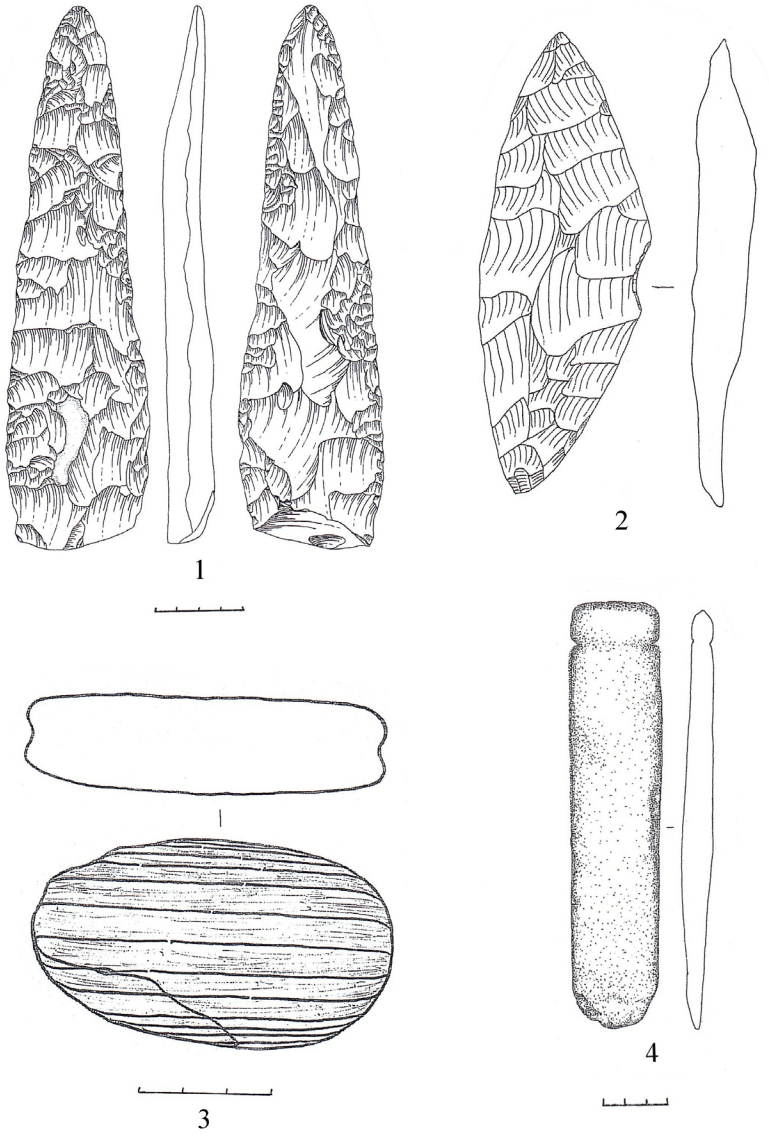


Рис. 1. Случайные находки неординарных каменных изделий (1 – раннепалеолитический бифас; 2 – копьевидное орудие; 3 – каменный блок; 4 – оселок; 1 – алевротуф; 2 – углистый сланец; 3 – тальк; 4 – песчаник; 1 – Нижняя Салда; 2, 4 – Нижнесалдинский пруд; 3 – Юрьино 4).

ножей). Об этом свидетельствует разная толщина орудия на разных участках рабочих плоскостей (1.7–1.3–0.7 см). Оселки хорошо известны на археологических памятниках от энеолита до средневековья. Но оселки такого крупного размера авторам неизвестны.

Также с берегов Нижнесалдинского пруда происходит еще одна необычная находка. Это кусок железной руды (магнетита?) извилистых очертаний весом 1052 г. Его длина 13.6 см, ширина – 6.7 см и толщина – 5.2 см. На противолежащих боковых краях односторонней обивкой образованы две выемки. Их ширина составляет 2.8 и 3.2 см,

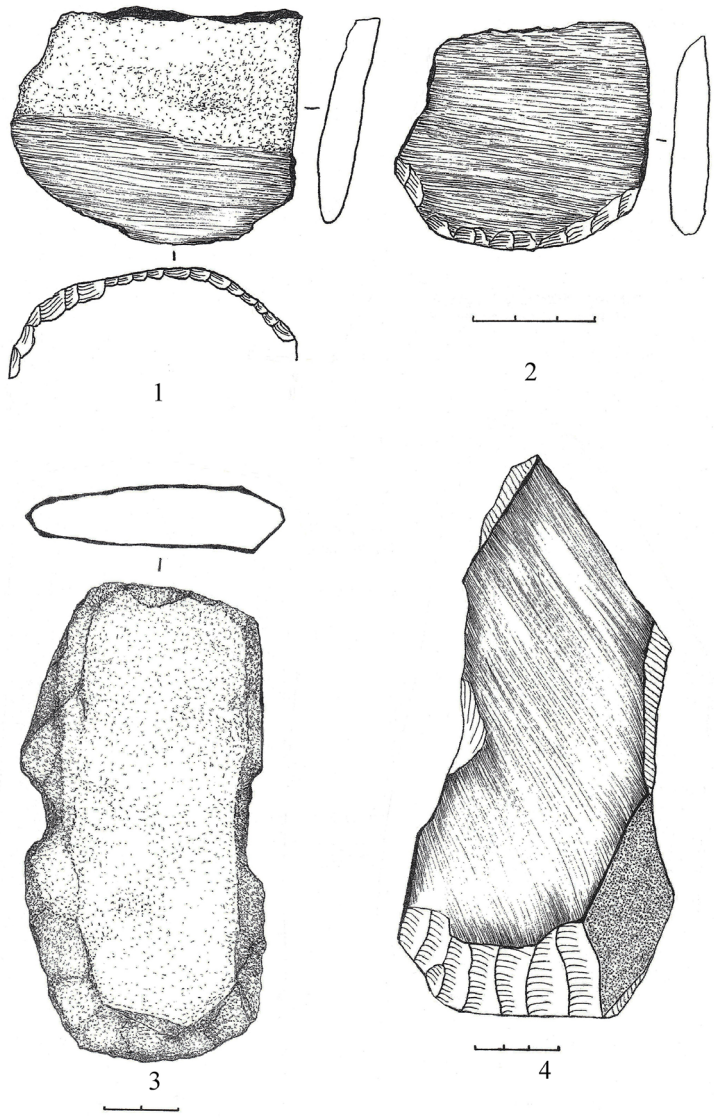


Рис. 2. Случайные находки со стоянки Юрьино 4 (1, 2 – скребла из шлифовальных плит; 3 – якорь; 4 – мотыга из шлифовальной плиты; 1, 2, 4 – гранодиорит; 3 – сланец).

соответственно, а глубина – 0.8 см у каждой. Назначение такого необычного предмета определить очень трудно. Следы работы в качестве молота на нем отсутствуют. Для рыболовного грузила он слишком тяжел. Возможно, кусок использовался в качестве якоря для небольшой и легкой лодки (Сериков, 2022а, с. 12).

Еще одно изделие, которое можно определить как якорь для небольшой лодки, происходит со стоянки Юрьино IV. Оно выполнено из плоской плитки сланца размером 24.5 × 12.3 × 3.6 см. Одно боковое ребро плитки гладкое, остальные – оббиты по всему периметру. На длинных сторонам плитки оформлены две противолежащие выемки шириной 4.5 и 6 см, глубиной до 0.9 см (рис. 2, *3*).

Представляет интерес несколько изделий, выполненных из сработанных шлифовальных плит гранодиорита. Обычно использованные шлифовальные плиты служили заготовками для абразивных пил. На территории Среднего Зауралья 23.3 % абразивных пил выполнено из сработанных и расколотых шлифовальных плит (Сериков, 2022б, с. 65). Но на стоянке Юрьино IV из односторонней шлифовальной плиты из гранодиорита изготовлено массивное мотыгообразное орудие. Его длина 18.8 см, ширина рубящей части – 9.7 см, ширина в перехвате – 6.6 см, ширина обуха – 6.4 см. Нижний рабочий конец прямой, со следами сколов. Верхний конец заострен в виде треугольника. Посередине орудия оббивкой образованы две выемки для крепления в рукояти (рис. 2, *4*). Также из обломков односторонних шлифовальных плит из гранодиорита изготовлено два крупных скребла. Их размеры 6.6 × 5.4 см и 5.8 × 5.1 см. Дугообразные рабочие лезвия скребел оформлены оббивкой. Но следы использования на них отсутствуют (рис. 2, *1, 2*).

К сожалению, случайные находки (в том числе неординарного характера) редко являются предметом исследования и публикации. Авторам известно только два сборника, полностью посвященных изучению случайных находок. В 2007 г. Новосибирским университетом был издан сборник «Nota Bene – Случайная находка» (2007). Через год в Санкт-Петербургском университете состоялась тематическая конференция «Случайные находки: хронология, атрибуция, историко-культурный контекст» (2008). Данная публикация частично восполняет этот пробел.

Литература

Сериков Ю.Б. (2011) Раннепалеолитический бифас из окрестностей Нижнего Тагила. *Уфимский археологический вестник*, 11, 5–7.

Сериков Ю.Б. (2022) Использование рудных минералов в сакральной сфере древнего населения. *Геоархеология и археологическая минералогия.* Миасс-Челябинск: ЮУрГГПУ, 7–13.

Сериков Ю.Б. (2022) Каменные пилы и техника пиления на территории Среднего Зауралья в древности. *Геоархеология и археологическая минералогия*. Миасс-Челябинск: ЮУрГГПУ, 63–71.

Сериков Ю.Б., Канаука, Н.В. (2021) К вопросу о технике изготовления отверстий большого диаметра (по данным экспериментов). *Тверской археологический сборник*, 12. Тверь: «Триада», 244–258.

Случайные находки: хронология, атрибуция, историко-культурный контекст. Мат. тематической науч. конф. С.-Пб.: СПбГУ, 2008. 285 с.

Nota Bene. Вып. 1. Случайная находка. Новосибирск: НГУ, 2007. 141 с.

Миниатюрный каменный предмет из культурного слоя поселения Синташта эпохи бронзы, Южный Урал

The miniature stone object from the cultural layer of the Sintashta Bronze Age settlement, Southern Urals

Д.Г. Зданович[1], Д.В. Сёмин[2]
D.G. Zdanovich, D.V. Siomin
[1]Челябинский государственный университет, г. Челябинск, dgz74@yandex.ru
[2]ООО НПЦ «УТР», г. Самара

В публикации представлен предмет из талькового сланца, обнаруженный в размыве переотложенного культурного поселения Синташта на юге Челябинской области. Предмет относится к бронзовому веку, с наибольшей вероятностью он связан с синташтинской культурой. Описан контекст находки, представлены результаты исследования артефакта методами трасологии. Выявлены признаки достаточно высокого уровня обработки камня с использованием металлических орудий. Представлены версии использования артефакта первоначально как учебно-игровой заготовки, а затем как функционального предмета. Публикация произведена в рамках возобновления работ на историко-археологическом комплексе Синташта (2022–2026 гг.), поддержанных Фондом президентских грантов РФ.

Ключевые слова: бронзовый век, древности Южного Урала, синташтинская культура, поселение Синташта, предмет из талькового камня, трасология

The paper presents an object of talc slate found in the erosion of the redeveloped cultural settlement of Sintashta in the south of the Chelyabinsk region. The subject belongs to the Bronze Age, with the greatest probability it is associated with the Sintashta culture. The context of the find is described; the results of the study of the artifact by methods of trasology are presented. Signs of a sufficiently high level of stone processing using metal tools have been identified. Versions of the use of the artifact are presented initially as an educational and game blank, and then as a functional subject. The publication was made as part of the resumption of work at the Sintashta historical and archaeological complex (2022–2026), supported by the Presidential Grants Fund of the Russian Federation.

Keywords: Bronze Age, antiquities of the Southern Urals, Sintashta culture, Sintashta settlement, talc stone object, trassology

Историко-археологический комплекс Синташта в Брединском районе Челябинской области (Генинг и др., 1992) является одним из наиболее значимых и известных объектов древнего наследия Южного Зауралья. Научный и общественный интерес к нему тем более вырос после проведения на комплексе и в его округе в 2022–2026 гг. цикла археологических, музейных, экологических и публичных проектов, поддержанных Фондом президентских грантов (Макуров и др., 2026).

В состав комплекса входит поселение эпохи бронзы Синташта, которое исследовалось в 1970-х и в 1980-х гг. в рамках проекта сооружения на р. Синташта Брединского водохранилища. После окончания археологических работ (1987 г.) территория раскопов была засыпана грунтом из отвалов. В настоящее время это ровная слабозадернованная площадка, с западной стороны подмываемая приподнятыми водами реки.

Публикуемый артефакт был обнаружен в 2016 г. при осмотре размыва участка переотложенного культурного слоя поселения. В составе подъемных сборов также были зафиксированы мелкие (1×1 см) фрагменты керамики эпохи бронзы, не имевшие дополнительных диагностических признаков. Нужно подчеркнуть, что Синташта – многослойное поселение. Его основа заложена укреплением синташтинской культуры (XXI–XVIII вв. до н.э.), далее мы имеем слои позднего бронзового века и финальной бронзы.

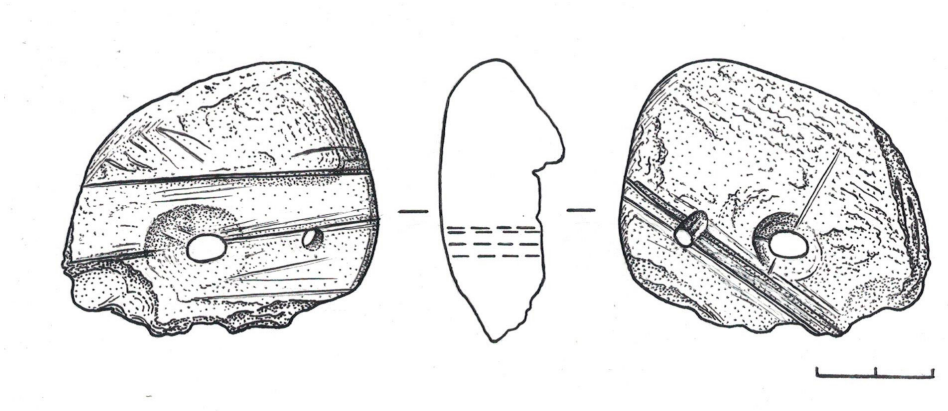


Рис. 1. Предмет из талькового сланца (прорисовка О.М. Лариной, ЧелГУ).

Таким образом, есть все основания отнести публикуемый предмет к аутентичным артефактам бронзового века региона, но его более конкретная культурно-хронологическая принадлежность остается под вопросом.

Исследования проводились с помощью микроскопа Альтами СМ0745-Т, фиксация следов проводилась на фотоаппарат Canon 700D, подключенный к микроскопу посредством специального адаптера. Изображение с фотоаппарата передавалось на компьютер и обрабатывалось в программе Altami Studio 4.0. Перед началом фиксации следов на артефактах, в программе была выполнена калибровка изображений по снимку объекта микрометра, что позволило масштабировать полученные снимки (рис. 2).

Артефакт овальной формы в плане и профиле (рис. 1; 2). Размеры изделия 56.7 × 46.0 мм, толщина – до 20 мм, вес – 57 г. На изделии есть повреждения, на которых видно слоистость породы. Артефакт изготовлен из мягкой породы, вероятно, это тальковый сланец. На артефакте множество царапин, пропилов, проделаны два отверстия. Отверстия имеют овальные очертания и идут под углом к короткой оси изделия. Отверстия могли первоначально высверливаться, а затем прорезаться небольшим инструментом с узкой рабочей кромкой. Таким инструментом могла послужить небольшая металлическая стамеска или сходное с ней орудие. Толщина следа орудия от прорезания в малом отверстии – 3.4 мм. На кромке большого отверстия располагаются следы от привязывания. От контакта с руками пользователей поверхность изделия приобрела залощенность.

Размеры большого отверстия с условной лицевой стороны составляют 15.7 × 12.3 мм, с обратной стороны – 12 × 12.8 мм; размеры малого отверстия с лицевой стороны – 4.5 × 5.4 мм, с обратной стороны – 5.4 × 6.3 мм.

На лицевой стороне есть два крупных пропила. Первый глубокий и длинный, с одной отвесной стенкой, на которой образовалась ступенька от пиления. Ширина пропила сбоку (широкая часть) – 1.1 мм, глубина – 0.6 мм от низкого борта, и 5.4 мм – сверху. Второй пропил идет через два отверстия, его ширина 2 мм, глубина – 2.1–2.3 мм. Пропил с обратной стороны: с одной стороны – 5.7 мм, с противоположной – 4.1 мм.

Коллекция каменных предметов из пос. Синташта достаточно представительна и включает в себя порядка 200 определимых изделий, среди которых преобладают орудия из класса горно-металлургических (Генинг и др., 1992, с. 100–106). Предметов, сходных с публикуемым, не обнаружено. При этом касающаяся темы находка была сделана при исследовании Большого синташтинского кургана (БСК), также входящего в комплекс Синташта. При размыве в воде в лабораторных условиях образцов строительных блоков БСК был обнаружен обломок некрупного каменного сосуда. Он имел чашевидную фор-

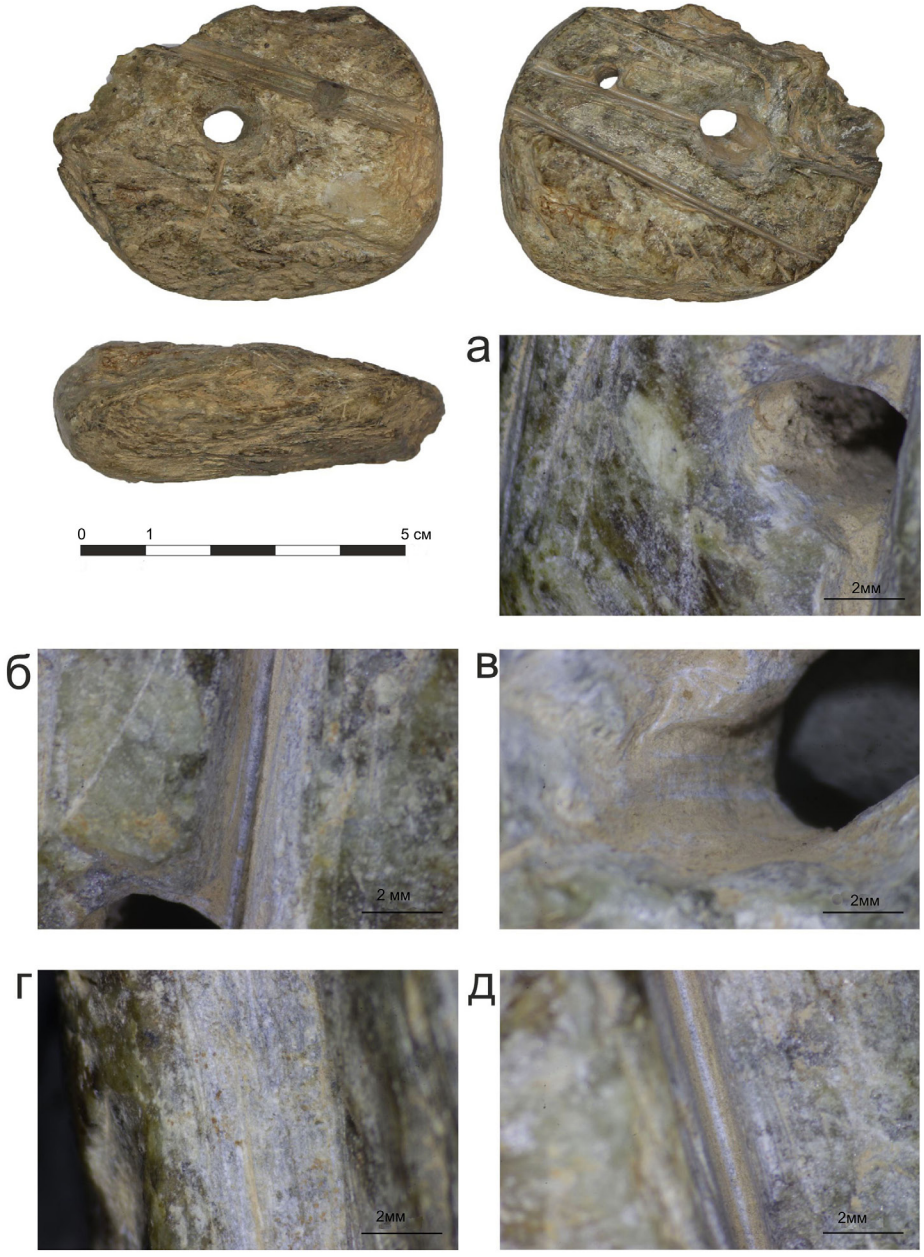


Рис. 2. Предмет из талькового сланца, общий вид и микрофотографии: а – малое отверстие; б – большое отверстие, следы работы стамесками; в–д – следы пиления (фото Д.В. Сёмина).

му и был орнаментирован линиями прорезанных желобков-канавок. Материал – тальковый камень с содержанием талька 85–90 %. Ближайшие коренные выходы подобных пород известны в 40 км северо-западнее Синташты в зоне окисления Амурского свинцово-цинкового месторождения (Юминов и др., 2017, с. 91). Интересно то, что моделируемый древний маршрут «хождения в гости» между Синташтой и Аркаимом (Зданович и др., 2002, с. 205, рис. 6.1.6) проходит как раз через территорию месторождения.

Проблема в том, что БСК относится к типу так называемых «больших» курганов; такие погребально-культовые сооружения подновлялись, подсыпались и перестраивались на протяжении столетий и целых исторических эпох (Зданович, 2017). Слои БСК содержат археологические артефакты в широком диапазоне – от начала позднего бронзового века (синташтинская культура) до раннего железного, что исключает возможность датирования указанного фрагмента каменного сосуда. Авторы цитированного текста все же предположительно отнесли находку к синташтинскому периоду (Юминов и др., 2017, с. 91–92).

Даже в отсутствии аналогов публикуемому предмету допустимо высказать некоторые предположения о его существе и функционировании. На наш взгляд, история данного артефакта как «вещи» имела две фазы. В пределах первой из них мы имеем как бы вещь-заготовку для малопонятного нам изделия. Странно, но при первом взгляде возникает ассоциация с таким предметом степной эпохи бронзы как «псалий» (мнение Д.Г. Здановича). Имеются в виду общий контур изделия, его размеры, наличие условного центрального отверстия, пропил – как бы с идеей обозначить выделенную планку псалия, малое отверстие (крепление для вставного шипа). Однако, говоря в целом, мы имеем здесь некоторую учебно-методическую наработку, направленную на умение «делать вещи». Не исключено, что присутствовал и «игровой момент».

Вторая фаза «жизни» предмета из Синташты определяется тем, что он имел реальное вторичное функционирование. Следы износа центрального отверстия показывают, что предмет использовался в состоянии подвеса на какой-то базе (ремешок, веревка и т.д.). Наиболее логично предположить, что он использовался как грузик/грузило/утяжелитель для использования в каком-то устройстве/агрегате. Но, возможно, было и не так. У Ю.Б. Серикова отмечено, что «в этнографии известны факты, что диски с отверстием в центре, вырезанные из мягкого камня, шаманы народов Севера носили на груди» (2023, с. 111). Такие предметы как бы усиливали магическую силу их обладателей.

В заключение, уместно сказать о ценности «периферийных» археологических находок, пребывающих вне традиционной категоризации. Такие вещи расширяют наше восприятие мира прошлых эпох. Древность по-прежнему суть пространство, *«где есть места для чуда и игры» (Д. Зданович).*

Литература

Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В. (1992) Синташта: археологические памятники арийских племен Урало-Казахстанских степей. Ч. 1. Челябинск: Юж.-Ур. кн. изд-во, 408 с.

Зданович Г.Б., Малютина Т.С., Зданович Д.Г. (2022) Аркаим. Археология укрепленных поселений: в 2 кн. Кн. 2. Фортификации и общественное пространство. Челябинск: ЧелГУ, 383 с.

Зданович Д.Г. (2017) Синташта: территория места. *Горизонты цивилизации.* 8. 53–67.

Макуров Ю.С., Малютина Т.С., Грицук В.А., Колодиева А.А. (2026) Синташта: древнее наследие Южного Урала. От археологического открытия к современным достижениям. Челябинск: «Аркаим», 76 с.

Сериков Ю.Б. (2023) Использование талька древним населением лесного Зауралья. *Геоархеология и археологическая минералогия.* Миасс-Челябинск: ЮУрГГПУ, 106–114.

Юминов А.М., Зданович Г.Б., Зданович Д.Г. (2017) Минералогия и физические свойства грунтовых блоков Большого синташтинского кургана (Южный Урал). *Геоархеология и археологическая минералогия.* Миасс, ИМин УрО РАН, 87–92.

Сапожковидные песты-терочники с территории Среднего Предуралья

Boot-shaped pestles-grinders from the Middle Cis-Urals

А.А. Можаева
A.A. Mozhaeva
Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, aleksakokr@mail.ru

В работе на основе двух новых находок с поселений Боровое Озеро II и Бор I (Среднее Предуралье) проведён технологический и сравнительный анализ сапожковидных пестов-терочников. Установлены приёмы обработки (пикетаж, шлифование) и особенности сырья (осадочные породы – кварцитопесчаник и песчаник). На рабочих поверхностях зафиксированы следы сработанности (сглаживание, выкрашивание, линейные царапины), характерные для растирания твердых материалов. Сопоставление с материалами Среднего Зауралья и Западной Сибири выявило региональные различия: для Предуралья характерно использование осадочных пород, отсутствие декора и стандартизированный набор приёмов, тогда как в Зауралье и Западной Сибири преобладают магматические породы и разнообразные варианты декора. Сделан вывод о том, что прикамские экземпляры расширяют ареал распространения данной категории и свидетельствуют о культурных контактах между Западной Сибирью и Уралом в эпоху энеолита-бронзы, при этом локальная адаптация выразилась в выборе доступного сырья и упрощении декора.

Ключевые слова: сапожковидный пест-терочник, Среднее Предуралье, технология изготовления, культурные контакты, энеолит, эпоха бронзы

Based on two new finds from the settlements of Borovoe Lake II and Bor I (the Middle Cis-Urals), a technological and comparative analysis of the boot-shaped pestles was carried out. Processing techniques (picketing, grinding) and the characteristics of the raw materials (sedimentary rocks – quartzite sandstone and sandstone) have been established. Use-wear traces (smoothing, abrasive crushing, linear striations) typical for grinding of hard materials were recorded on working surfaces. Comparison with materials from the Middle Trans-Urals and Western Siberia revealed regional differences: the Cis-Urals are characterized by the use of sedimentary rocks, lack of decoration and a standardized set of techniques, whereas in the Trans-Urals and Western Siberia igneous rocks and diverse ornaments predominate. It is concluded that the Kama specimens expand the range of distribution of this category and indicate cultural contacts between Western Siberia and the Urals in the Eneolithic-Bronze Age, while local adaptation was expressed in the choice of available raw materials and simplification of decoration.

Keywords: boot-shaped pestle-grinder, Middle Cis-Urals, manufacturing technology, cultural contacts, Eneolithic, Bronze Age

Сапожковидные песты-терочники – одна из наиболее дискуссионных категорий каменного инвентаря эпохи энеолита и бронзы на обширной территории от Урала до Монголии. Многообразие терминов (лощила, утюжки, зернотерки в форме сапога и др.) отражает не только неясность функции, но и разницу в подходах к их изучению (Есин, Ожередов, 2008, с. 100). Каждый такой предмет состоит из двух частей, образующих угол: основания, полукруглого или подтреугольного в сечении, и стержня – округлого

или овального в сечении. Стержень отходит от одного из краев основания в противоположную от его плоской грани сторону, по отношению к которой он расположен перпендикулярно или наклонно. С изучением таких предметов связан целый ряд нерешенных вопросов: культурно-хронологической атрибуции, функции, типологии, семантики и особенности декора. В настоящей работе на основе двух новых находок из Прикамья предпринята попытка восполнить эти пробелы, уделив особое внимание технологическим аспектам и сопоставлению с синхронными материалами соседних регионов.

Поселение Боровое Озеро II было расположено на краю песчаной боровой террасы правого берега р. Чусовой. Памятник находился на мысу, возвышающемся на 7.5 м над Боровым озером, и отделен небольшой ложбинкой от поселения Боровое Озеро I. Он был открыт в 1947 г. О.Н. Бадером. В дальнейшем изучался им же в период 1948–1954 гг. (с перерывами) в ходе раскопок КАЭ ПГУ в зоне затопления Камским водохранилищем. Материальная культура поселения имеет энеолитический облик, раскопками изучено не менее 12 жилищ (Бадер, 1953).

Пест-терочник (рис. 1), обнаруженный в ходе раскопок поселения, изготовлен из коричневого кварцитопесчаника. Выбор сырья, вероятно, был обусловлен близостью к естественной гальке сапожковидной формы, что минимизировало первичную обработку. Основной приём – пикетаж, которым была сформирована общая форма; затем последовала тщательная шлифовка, особенно интенсивная на рабочей поверхности (основании) и стержне. Обушковая часть сбита тремя продольными сколами, что могло быть связано с подгонкой под крепление или с удалением дефектов. Рабочая поверхность имеет каплевидную форму, на ней фиксируются участки сглаживания и выкрашивания, а также линейные царапины, что указывает на растирание твердых материалов (Коробкова, 1969). В зоне носика обнаружено отверстие, интерпретируемое как результат дробления твёрдых материалов или как следствие специфики рабочих движений (возвратно-поступательных). Его размер – 100 × 88 × 54 мм.

Поселение Бор I располагалось вдоль края песчаной боровой террасы, возвышающейся на 4–5 м над поймой р. Чусовой, в 150 м к югу от д. Верхние Гари. Памятник был открыт в 1934 г. Н.А. Прокошевым. Далее изучался в 1935 г. М.В. Талицким, а первые раскопки были произведены в 1942 г. М.П. Грязновым и А.А. Иессен. Дальнейшее изучение памятника раскопками проводилось в 1947–1949, 1950–1951, 1953 и 1958 гг. под руководством О.Н. Бадера. Исследованная площадь памятника составляет 3559 м^2, было изучено 23 жилища энеолитической эпохи. В настоящее время территория памятника затоплена водами Камского водохранилища. Материальная культура поселения представлена, в основном, предметами двух эпох – неолита и энеолита, энеолитический комплекс преобладает (Бадер, 1961, с. 25).

Пест-тёрочник с поселения Бор 1 (рис. 2) выполнен из коричневого песчаника – также осадочной породы, но менее метаморфизованной. Технологическая последовательность та же: пикетаж и шлифование. Обушковая часть сбита поперечным скалыванием. На одной из боковых граней («рукоять»), не подвергнутой шлифовке, видны следы естественной поверхности сырья. Рабочая зона имеет каплевидную форму, она тщательно пришлифована. На ее поверхности наблюдаются аналогичные следы сработанности – сглаженные участки, параллельные царапины, что также согласуется с растиранием твердых материалов. По периметру рабочей поверхности фиксируются следы сработанности. Его размер составил 70 × 70 × 38 мм.

Оба изделия характеризуются упрощённой морфологией – отсутствует применение каких-либо декоративных способов обработки (резьба, насечки, углубления). Это принципиально отличает их от многих зауральских и западносибирских находок, кото-



Рис. 1. Сапожковидный пест-терочник с поселения Боровое Озеро II.

рые часто несут орнамент в виде желобков, валиков, изображений голов животных или людей.

Ранее исследователями отмечалось, что распространение подобных пестов-терочников, имевших хождение, в том числе, и на восточной окраине сейминско-турбинского ареала, с запада ограничено Зауральем (Корочкова, 2018, с. 25). В настоящий момент можно говорить о том, что такие предметы встречаются и в Среднем Предуралье.

Сопоставление этих орудий с сериями из Среднего Зауралья (Коптяки IX, Шайтанское озеро II, Шигирский Исток III) и Западной Сибири (Самусь IV, пос. Дзержинский) (Ченченкова, 2004) выявило устойчивые различия по ряду признаков. Для Среднего Предуралья характерно: 1) использование осадочных пород (кварцитопесчаников и песчаников); 2) отсутствие декора; 3) стандартный набор приёмов обработки (пикетаж + шлифование). В Зауралье и Западной Сибири преобладают магматические породы (гранодиориты и др.), широко применяются резьба, пиление, сверление, а также наносится орнамент в виде фаллических утолщений, голов животных или антропоморфных изображений.

Все известные аналогии сапожковидным пестам-терочникам на Урале и в Западной Сибири укладываются в рамки сейминско-турбинского горизонта (конец III – начало II тыс. до н.э.) (Корочкова, 2018, с. 25). На Урале эти предметы не имеют местных предшественников, что указывает на пришлый характер традиции. Вероятно, их появление на памятниках Прикамья (позднегаринских) и Зауралья (коптяковских) связано с миграцией групп населения из Западной Сибири, носителей сейминско-турбинских традиций металлообработки, камнеобработки и, возможно, керамического производства.



Рис. 2. Сапожковидный пест-терочник с поселения Бор I.

Наши материалы подтверждают это предположение, поскольку прикамские экземпляры по общей морфологии и пропорциям сходны с зауральскими, хотя и отличаются сырьём и отсутствием декора, что можно объяснить локальной адаптацией технологии к имеющимся ресурсам (осадочные породы вместо магматических) и упрощением ритуальной составляющей.

Пришлифовка плоской грани основания обоих изделий, а также наличие сколов и отверстий согласуются с гипотезой об использовании их для растирания твердых материалов (например, охры, зерна или руды) (Косарев, 1981). Однако следует рассмотреть и альтернативные функциональные интерпретации. Сходная морфология и следы использования позволяют предполагать применение этих орудий для обработки шкур (лощение), растирания минеральных красителей или руды (Семенов, 1957; Волков, 1999). Отсутствие декора и находки аналогичных предметов в погребальных контекстах (Шигирский Исток III) свидетельствуют также о ритуальной составляющей. Возможно, эти орудия были полифункциональны: в быту – для растирания или иных хозяйственных операций, а в обрядах – как символы плодородия, о чём говорит фаллическая форма стержня у многих экземпляров (Ченченкова, 2004). Окончательное решение вопроса требует дальнейших экспериментально-трасологических и минералогических исследований.

Изученные сапожковидные песты-терочники с территории Среднего Предуралья расширяют географию распространения этой категории и позволяют конкретизировать региональные технологические особенности: использование местного сырья, упрощённая форма без декора, стандартизированный набор приёмов обработки. Описанные следы использования указывают на растирание твердых материалов, хотя и не исклю-

чают иных функций. Они органично вписываются в культурно-хронологический горизонт от энеолита (поздне-гаринские комплексы) к эпохе бронзы (сейминско-турбинские комплексы) и являются маркерами культурных контактов между Западной Сибирью и Уралом. Дальнейшие минералого-геохимические исследования источников сырья могут уточнить направления миграций и степень взаимодействия разных групп населения.

Литература

Бадер О.Н. (1953) Отчет об археологических раскопках, произведенных в 1952 г. Молотов. Архив Кабинета археологии Пермского государственного национального исследовательского университета.

Бадер О.Н. (1961) Поселения турбинского типа в Среднем Прикамье. М., Наука, 200 с. (Материалы и исследования в археологии, № 99).

Волков П.В. (1999) Трасологические исследования в археологии Северной Азии. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 192 с.

Есин Ю.Н., Ожередов Ю.И. (2008) Проблемы изучения Г-образных предметов с Урала, из Западной и Южной Сибири, Казахстана и Монголии. *Археология, этнография и антропология Евразии*, 2(34), 100–112.

Коробкова Г.Ф. (1969) Орудия труда и хозяйство неолитических племен Средней Азии. Л.: Наука, 216 с. (Материалы и исследования в археологии, № 158).

Корочкова О.Н. (2018) Средний Урал в начале бронзового века: коптяковская культура. *Российская археология*, 4, 17–35. https://doi.org/10.31857/S086960630003386-3.

Косарев М.Ф. (1981) Бронзовый век Западной Сибири. М.: Наука, 278 с.

Семенов С.А. (1957) Первобытная техника. М.-Л.: АН СССР. (Материалы и исследования в археологии, № 54), 416 с.

Ченченкова О.П. (2004) Каменная скульптура лесостепной Азии эпохи палеометалла III–I тыс. до н.э. Екатеринбург: Тезис, 336 с.

Результаты комплексного изучения резного навершия алакульской культуры поселения Чебаркуль III в Южном Зауралье

Results of a comprehensive study of a carved pommel of the Alakul culture from the Chebarkul III settlement in the Southern Trans-Urals

Ю.В. Костомарова[1], И.П. Алаева[2], А.О. Букачёва[3], Л.Я. Кабанова[4], М.Н. Анкушев[4]
Yu.V. Kostomarova, I.P. Alaeva, A.O. Bukacheva, L.Ya. Kabanova, M.N. Ankushev

[1]ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, г. Тюмень, jvkostomarova@yandex.ru
[2]Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск
[3]Государственный историко-археологический музей-заповедник «Аркаим», г. Челябинск
[4]Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс

Работа направлена на комплексное изучение уникальной находки – заготовки резного навершия алакульской культуры, обнаруженного в культурном слое поселения бронзового века Чебаркуль III, датированного XVII в. до н.э. Предмет изготовлен из хлоритолита. Он представляет собой незаконченное изделие, отражающее определенную стадию изготовления, что позволяет

более детально реконструировать приемы и последовательность обработки сырья, а также возможные инструменты. Проведен петрографический и экспериментально-трасологический анализ находки. Предполагается, что предмет изготовлен из местного сырья, выходы которого расположены в 1 км к западу и 3–4 км к востоку от поселения. Придание нужных очертаний изделию производилось с помощью обтески, послойное снятие небольших фрагментов сырья осуществлялось в разных направлениях, при этом использовались металлические инструменты с узким прямым или чуть выпуклым в плане лезвием. Это могли быть тесла или долота, для усиления воздействия использовался отбойник.

Ключевые слова: каменные орудия, трасология, бронзовый век, алакульская культура

This paper aims to comprehensively study a unique find – a carved pommel blank of the Alakul culture, discovered in the cultural layer of the Bronze Age Chebarkul III settlement, dated to the 17th century BC. The object is made of chloritolite. It is an unfinished piece, reflecting a specific stage of production, allowing for a more detailed reconstruction of the techniques and sequence of raw material processing, as well as possible tools. A petrographic, experimental, and traceological analysis of the find was conducted It is assumed that the object was made from local raw materials, the outcrops of which are located 1 km to the west and 3-4 km to the east of the settlement. The desired shape was achieved by trimming, removing small fragments of raw material layer by layer in different directions, using metal tools with narrow, straight or slightly convex blades. It could be an adze or a chisel, and a hammer was used to increase the impact.

Keywords: stone tools, traceology, Bronze Age, Alakul culture, Southern Trans-Urals

Одной из слаборазработанных тем в рамках изучения различных производств эпохи бронзы Зауралья, в отличие от более ранних эпох, является обработка камня. Объясняется это, вероятно, смещением фокуса внимания исследователей на металлокомплексы и связанные с ними отрасли, преобладанием в археологических коллекциях макроорудий, изготовление которых предполагало минимальный набор операций, либо не требовало их вовсе и, в связи с этим, сосредоточение на других аспектах – сырьевой базе и функциональном назначении. Тем не менее, предметы из камня разного назначения составляют значительную часть источникового фонда из поселений эпохи поздней бронзы рассматриваемой территории, что делает актуальным обращение к вопросам технологии обработки этого сырья и выделению в комплексах, связанных с ней инструментов. Особую важность для изучения этих аспектов является привлечение в качестве источников различного рода заготовок, незаконченных вещей, брака.

В качестве источника для данной работы выбран незаконченный предмет, вероятно, резного навершия или булавы (рис.) из материалов поселения Чебаркуль III. Резная заготовка происходит из слоя зольника в постройке В и связывается с алакульским этапом поселения. Радиуглеродное датирование костей животных со дна колодца постройки В определяет время ее функционирование XVII в. до н.э. (Анкушева и др., 2021).

На основании петрографического анализа установлено, что интересующий нас предмет изготовлен из хлоритолита. В шлифе порода характеризуется мелкозернистой, неравномернозернистой, пластинчатой структурой и массивной текстурой. Состав породы однородный и выражен хлоритом разных генераций. Включения акцессорных минералов представлены призматическими и игольчатыми зернами рутила размером менее 0.01 мм, мелкими удлиненными зернами апатита, зернами магнетита извилистой формы и размером от 0.01 мм до 2.0–3.0 мм.

Хлоритолит – достаточно мягкая горная порода, легко поддающаяся обработке. Эти породы широко распространены на территории Южного Зауралья. Источником хлоритолита на поселении Чебаркуль III могли выступать мелкие тела метаморфизованных ультрамафитов баикского комплекса, развитые в пределах 1 км к западу от поселения. В качестве второго источника предполагаются тела серпентинизированных дунитов,

гарцбургитов и габбро Чебаркульско-казбаевского комплекса, развитые на расстоянии 3–4 км к востоку от поселения (Петров и др., 2015).

Более детально остановимся на характеристике предмета. Форма изделия в продольном сечении грибовидная. Общая высота – 6.3 см; высота округлой части – 4.1 см, диаметр – 6.9×6.4 см; диаметр стержня – 4.8 см. Окончание стержня обломано. Предмет отражает определенную стадию изготовления. На его поверхности хорошо прослеживаются следы изготовления. Она покрыта преимущественно продольными полосами со ступенчатым или волнистым рельефом шириной от 0.7 до 1.5 см. Поперечная полоса фиксируется по периметру округлой части. Их профиль в сечении прямой или чуть вогнутый. На некоторых участках отмечаются группы паралелльных направлению полосы и друг другу коротких царапин разной ширины. По характеру взаиморасположения полос и особенностям их рельефа, а именно, направлений сколов, определяющихся местом расположения ступенчатых окончаний, можно реконструировать направление снятия сырья на разных участках предмета и, в ряде случаев, последовательность.

Можно предположить, что для изготовления булавы, вероятно, был отобран обломок породы удлиненных пропорций. Мастеру предстояло оформить две конструктивные части – выпуклую округлую и стержень. На основании особенностей расположения негативов нельзя сказать, какая из них была оформлена в первую очередь. Оформление округлой части было начато сверху из центра. Мастером нанесено 4 противолежащих ударных движения по направлению к центру заготовки. От этого остались негативы чешуеобразной формы, углубленная часть которых прилегает к центру. Следующий ряд снятий производился вплотную к предыдущему по кругу, на части предмета – к центру и, частично, в обратном направлении. Далее – на боковых сторонах сырье срезалось полосами снизу вверх – по направлению к центру выпуклой части. Единственный поперечный срез, оконтуривающий край заготовки, был сделан до нанесения нижнего ряда негативов на округлой части изделия и оформления основания стержня. Об этом свидетельствует переменная ширина сраза и неровные края с угловатыми очертаниями. Четко выделяется место начала и конца работы над этой деталью в виде перекрытия краев ленты, судя по наложению негативов, срезание излишков сырья шло справа-налево. Однако, при этом, отдельные сколы осуществлялись в обратном направлении, что связано, веротяно, с поворотом заготовки во время работы.

Оформление нижней части предмета осуществлялось встречными движениями – основание округлой части подрезалось сверху от поперечного среза к ножке, а ножка оформлялась по направлению к округлой части, о чем свидетельствует характер негативов и ориентации следов упора в виде ступеней, оставшихся от орудия. При этом можно заключить, что стержень оформлялся в последнюю очередь.

Следующим этапом работы стало определение возможных инструментов, применявшися для изготовления рассматриваемого предмета. Для этого авторы опирались на результаты экспериментальных работ по обработке талькохлорита – сырья, традиционно использовавшегося населением позднего бронзового века Зауралья для производства литейных форм, металлическими, каменными и роговым инструментами (Костомарова, Давыдов, 2025). Следы, зафиксированные на поверхности булавы, соотносятся с признаками, оставленными от воздействия металлических медных и бронзовых инструментов с небольшим ровным рабочим лезвием наподобие черешковых втульчатых долот и тесел. Для усиления воздействия использовались отбойники – об этом свидетельствует прерывистость и ступенчатый рельеф негативов.

Таким образом, экспериментально-трасологическое изучение находки из поселения Чебаркуль III позволило зафиксировать, что изготовление предмета осуществля-

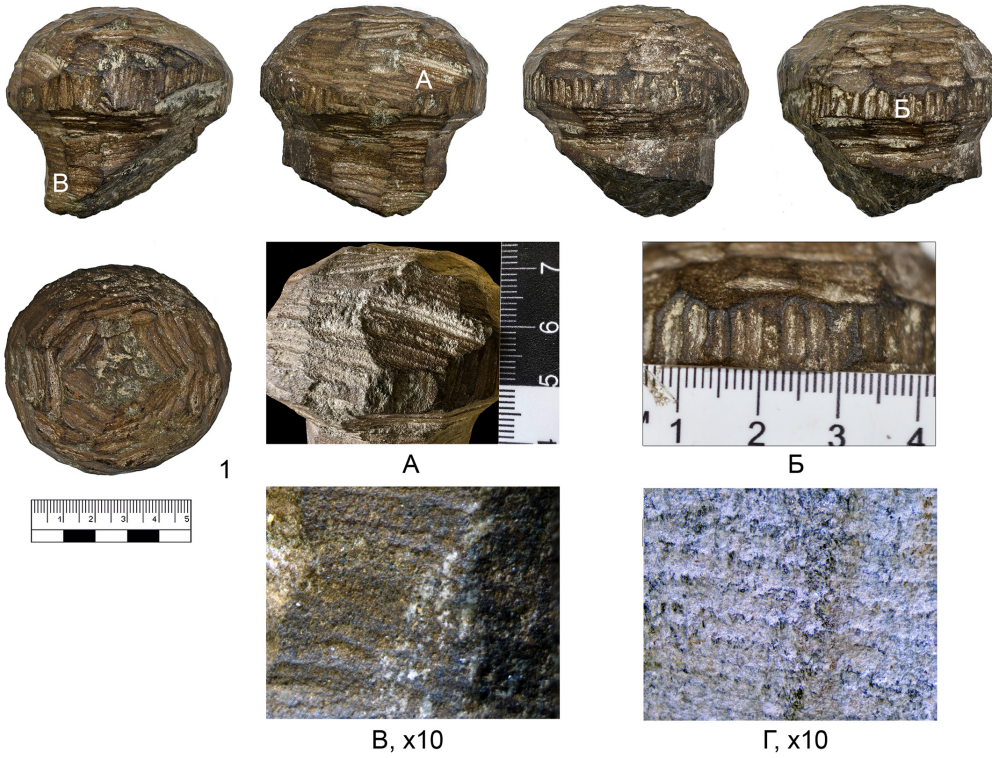


Рис. Резное навершие алакульской культуры из пос. Чебаркуль III – (1); технологические признаки на его поверхности – (А-В); следы от от обработки поверхности экспериментальной заготовки из талькохлорита бронзовым теслом – (Г).

лось обтеской и резкой, первоначально была оформлена округлая часть изделия, а затем стержень. Можно отметить системность и однонаправленность в снятии негативов, что свидетельствует об определенных навыках мастера, а также сделать вывод об использовании металлических инструментов в камнеобработке. В целом, привлечение незакоченных каменных предметов, изделий со следами брака является перспективным для реконструкции каменобрабатывающего производства у неселения эпохи поздней бронзы Южного Зауралья.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ № 126022618029-1 (Костомарова Ю.В.) и бюджетной темы ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН № 125013101191-9 (Кабанова Л.Я., Анкушев М.Н.).

Литература

Анкушева П.С., Алаева И.П., Садыков С.А., Ын Ч. Ян., Анкушев М.Н., Зазовская Э.П., Рассадников А.Ю. (2021) «Степные коридоры» алакульских скотоводов: результаты изотопных и палеоботанических исследований на поселении Чебаркуль III. *Уральский исторический вестник*, 3(72), 26–38 https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3(72)-26-38.

Костомарова Ю.В., Давыдов Р.В. (2025) К вопросу об использовании металлических орудий в камнеобработке (по материалам позднего бронзового века Зауралья). *Использование каменного сырья в эпоху палеометалла*. СПб.: ИИМК РАН, 44–45.

Петров В.И., Шалагинов А.Э., Пунегов Б.Н., Горлова Л.И., Забелкина Л.Г., Григорова Т.Б., Никольский В.Ю., Шалагинова Т.И., Петрова А.С., Середа В.В. (2015) Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-б 1:200000. Изд. 2. Сер. Южно-Уральская. Лист N-41-VII. Объяснительная записка. М.: МФ ВСЕГЕИ. 167 с.

Мел в погребальном обряде населения раннего железного века на территории Нижнего Поволжья

Chalk in the Early Iron Age Funerary Rite in the Lower Volga Region

Ю.А. Каменева
J.A. Kameneva
Волгоградский государственный университет, г. Волгоград,
juljul13122003@gmail.com

В работе мел рассматривается как «ритуальное вещество» сарматов Нижнего Поволжья. Обозначены проблемы определения мела в археологических отчетах, в том числе ошибочное признание солевых аккумуляций меловой посыпкой, а также вероятность «путаницы» между мелом и гипсом. Приведена выборка погребений из курганного могильника Перегрузное I, подтверждающая распространенность мела как «ритуального вещества» у сарматов. Даны физические характеристики мела как породы, упомянуты меловые месторождения на территории Нижнего Поволжья. Выявлены наиболее вероятные гипотезы использования мела у кочевников раннего железного века, в том числе гипотеза использования мела в качестве косметического средства. Рассмотрено семантическое значение мела как «ритуального вещества» белого цвета.

Ключевые слова: Ранний железный век, сарматы, Нижнее Поволжье, мел, ритуальные вещества

This paper examines chalk as a “ritual substance” among the Sarmatians of the Lower Volga region. It highlights issues regarding the identification of chalk in archaeological reports – such as the misidentification of salt accumulations as chalky deposits and the potential for confusion between chalk and gypsum. A selection of burials from the Peregruznoe I burial mound complex is presented, confirming the widespread use of chalk as a “ritual substance” among the Sarmatians. The physical characteristics of chalk as a geological material are presented, and potential chalk deposits in the Lower Volga region are identified. The most plausible hypotheses regarding the use of chalk are outlined. The hypothesis that chalk was used as a cosmetic product is investigated. The semantic significance of chalk as a white “ritual substance” is also examined.

Keywords: Early Iron Age, Sarmatians, Lower Volga region, chalk, ritual substances

В обрядово-ритуальной практике кочевники раннего железного века нередко использовали различные вещества, которые в источниках и историографии условно называются «ритуальными». Под «ритуальными веществами» принято понимать минеральные породы и уголь в различных формах: единичные кусочки, россыпь или порошкообразная посыпка. В науке все ещё отсутствует конкретный список «ритуальных веществ», поэтому археологи относят к ним различные минералы и породы, встречающиеся в погребениях и зафиксированные в отчетах. «Ритуальные вещества» можно условно разделить по цвету на несколько групп – красные, желтые, белые и черные. Традиционно к группе «веществ» красного цвета относят реальгар и красную «охру» (гематит) с гетитом.

К группе веществ желтого цвета относят ярозит, желтую «охру» (лимонит) и серу. Вещества белого цвета представлены мелом и гипсом, а черного – углем.

На сегодняшний день основной интерес исследователей, занимающихся «ритуальными веществами» вызывает охра. Однако, нередко, в погребениях обнаруживается и мел. Одним из исследований по этой породе является работа В.А. Демкина (1997, с. 169–173). В ней он высказал сомнения относительно существования меловой посыпки в погребениях. Белый налет, который археологи принимали за «меловую» посыпку, по мнению В.А. Демкина, нельзя считать ритуальным признаком, т.к. речь может идти о солевой аккумуляции. Наличие или отсутствие белого налёта связано с глубиной могильных ям и процессами переотложения солей. Таким образом, мы не можем быть уверены, что вся меловая посыпка, о которой идет речь в отчетах, действительно является таковой. Именно этот факт также мешает нам считать меловую посыпку «следом ритуала» – мы просто не можем быть уверены, что в погребениях действительно был мел, а не солевые отложения.

С проблемой определения мела в погребениях связан еще один аспект. В отчетах и работах, которые уделяют внимание «ритуальным веществам», в роли «ритуального вещества» белого цвета обычно указывается мел. При этом у В.А. Демкина написано, что чаще в погребениях Нижнего Поволжья, Прикаспия и Предкавказья обнаруживается гипс, который тоже обладает белым цветом и имеет похожий внешний вид, особенно в виде посыпки (1997, с. 170). Возникает риторический вопрос, действительно ли во всех случаях упоминания мела в отчетах в погребениях находился мел, а не гипс?

Однако мел все-таки встречается в сарматских погребениях. В частности, в отчетах по Нижнему Поволжью фиксируется мел в форме кусочков. Например, в курганном могильнике Перегрузное I кусочки мела фиксируются на всех этапах сарматской культуры (Балабанова и др., 2014, с. 9–79). Для начала рассмотрим захоронения раннесарматской культуры. В кургане 10 в погребении 2 справа от тазовых костей женщины 18–20 лет лежал кусок мела. В кургане 18 в погребении 3 между коленями женщины 25–35 лет был найден кусок мела неправильной формы. В том же кургане в погребении 4 под черепом ребенка 6–9 месяцев был обнаружен кусок мела. В кургане 33 в погребении 3 была похоронена женщина 40–45 лет. В этом погребении на дне чашевидной курильницы был найден кусочек мела. В парном захоронении (курган 39, погребение 4) женщины 20–25 лет и ребенка 6 месяцев несколько кусочков мела лежали слева от ребенка.

В среднесарматский период мел также кладется в погребения. Так, в кургане 16 в погребении 1, в парном захоронении женщины 40–45 лет и девочки 9–10 лет несколько небольших кусочков мела были найдены на тазовых костях женщины. В кургане 26 в погребении 1 в ногах женщины 18–22 лет возле двух глиняных пряслиц лежал кусок мела. В кургане 43 в погребении 1, принадлежащем мужчине 40–45 лет, на дне ямы, в ее северо-западном углу лежал кусок мела размерами 4.0 × 3.7 × 3.3 см. В кургане 44 в погребении 1, принадлежащем мужчине 20–25 лет, несколько кусков мела обнаружено в юго-западном углу ямы, на глубине 1.51 м и 1.79 м от «0». В кургане 45 в погребении 3 у левой руки женщины 20–25 лет рядом с мраморными сосудами были положены кусочки красной охры. Там же лежали кусочки мела. В кургане 51 в погребении 2 куски мела обнаружены в заполнении могильной ямы, где была погребена женщина 25–35 лет, в северо-восточном углу на глубине 1.55 м от «0».

К позднесарматскому времени относится курган 48 погребение 1, в котором вместе захоронены женщина 20–25 лет и ребенок 6 месяцев. Кусок мела размерами 3.5 × 3.1 × 2.5 см найден на расстоянии 0.73 м от северо-западной стенки и 1.07 м от северо-вос-

точной стенки на глубине 1.23 м от «0». Также в курганном могильнике есть захоронения с «широкой датировкой» – IV вв. до н.э. – IV вв. н.э. Так, в кургане 12 в погребении 2 кусок мела извилистой формы найден между левым плечом мужчины 40–50 лет и западной стенкой. А в кургане 30 в погребении 1, принадлежащем мужчине 35–45 лет, кусок мела обнаружен на дне в центре ямы.

Таким образом, погребения с мелом не являются единичными для сарматов Нижнего Поволжья. При этом назвать кусочки мела исключительно женским инвентарем нельзя, ведь он также присутствует и в погребениях мужчин. Чтобы понять, с какой целью сарматы клали мел в свои погребения, необходимо подробнее изучить это «ритуальное вещество».

Мел представляет собой карбонат кальция с формулой $CaCO_3$ (Венгерова, 2017, с. 100). Природный мел обладает белым цветом, но может иметь различные оттенки, например, желтоватый – из-за присутствия окислов железа или сероватый – из-за глины. Твердость мела по шкале Мооса – 1, само вещество мягкое и рассыпчатое, непрочное, легко поддается обработке, пачкает руки. Одним из лидеров меловых месторождений Нижнего Поволжья является Волгоградская область. Здесь расположены Себряковское и Михайловское месторождения (Брылев, 2007, с. 69). Меловые карьеры Волгоградской области (15 месторождений) составляют 26.5 % всех запасов мела России (Никулин, 2019, с. 258). Богата мелом и Саратовская область – основные запасы сосредоточены в Хвалынском, Вольском и Базарно-Карабулакских районах (Милановский, 1940, с. 263).

Важно понимать, что в современном мире месторождениями считаются по-настоящему крупные залежи ископаемых. В то же время существуют месторождения, запасы которых не привлекают современную промышленность из-за малого объема. Поэтому можно предположить, что кочевники раннего железного века использовали и другие месторождения, на которые геологи не обратили внимания в силу их незначительности для современного производства. Однако мел достаточно распространен в Нижнем Поволжье, поэтому даже вероятность случайного нахождения кочевниками мела была высока.

Вероятно, кочевники использовали мел в практических целях. Мел – это легкодоступный и простой в использовании природный краситель. В качестве краски он использовался людьми древности еще в наскальной живописи. Также в качестве белой краски мел использовали и греческие живописцы (Полынская, 2020, с. 385–386). Также допустимо использование мела в качестве косметического средства, своеобразных белил. Французский археолог Жозеф Дешелет выделял в качестве белил доисторических времен мел, мергель и известь (Чапаева, 2015, с. 5). Для придания коже белизны мази и смеси, содержащие в себе мел, использовали египтянки, гречанки и римлянки (там же, с. 6–12). Для них белый цвет лица и кожи ассоциировался с молодостью и красотой. Традиция белить тело и лицо встречается во многих культурах по всему миру, в том числе и у североамериканских индейцев и папуасов нор (Липс, 1954, с. 41, 46). Можно предположить, что сарматы тоже использовали мел в качестве косметического средства. Однако сказать наверняка, с какой именно целью они использовали меловые смеси – подчеркнуть красоту или статус, обозначить траур или готовность к бою, сложно. В то же время, использование мазей и масок, содержащих в своей основе мел, может иметь и практическое значение. Они могут защитить кожу от палящего солнца и пыльного степного ветра (Зуев, 1996, с. 65).

Семантику мела как «ритуального вещества» тоже нельзя оставить без внимания. Здесь ключевую роль будет играть цвет «вещества». Поклонение огню и его составляющим сарматами не подвергается сомнению. Жёлтые, красные, чёрные и белые цвета могут символизировать собой процесс горения, который у ираноязычных народов означал

процесс преображения, указывал на цикличность жизни. Интересным является свидетельство Плутарха о белом цвете. В трактате «Римские вопросы» он, отвечая на вопрос про традицию одевать женщин в белую одежду на похороны, говорит следующее: «может быть, они это делают подобно магам, которые, говорят, этим противопоставляют себя мраку и Аиду и уподобляют сиянию и блеску?» (Плутарх, Римские вопросы, 26). Под «магами» здесь понимаются представители древней персидской религии, такие же ираноязычные, как и сарматы. У осетинов, которые являются «преемниками» сарматов, этнографические данные указывают на принадлежность белого цвета к прослойке священнослужителей dzwary lægtæ (Мысыккаты, 2019, с. 32).

Таким образом, мел как «ритуальное вещество» встречается в сарматских погребениях Нижнего Поволжья достаточно часто. В курганном могильнике Перегрузное I из 24 погребений с «ритуальными веществами» мел встречается в 14 случаях. Тем не менее, он привлекает меньше внимания исследователей раннего железного века, чем охра или уголь. Эта порода широко представлена на территории Нижнего Поволжья, поэтому можно предположить использование сарматами как полноценных меловых месторождений, так и единичных, возможно, случайных, находок. В обрядово-ритуальной практике сарматы могли использовать мел как синоним белого цвета – светлого, божественного. Однако, нельзя исключать возможность использования сарматами мела сугубо в практических целях. Вероятно, его могли использовать в качестве белил или основы для смеси, защищающей кожу от неблагоприятных погодных условий.

Литература

Брылев В.А., Дьяченко Н.П., Пряхин С.И., Хаванская Н.М. (2007) Крупнейшие карьеры Волгоградской области и их геоэкологическое состояние. *Известия Волгоградского государственного педагогического университета. Сер. Естественные и физико-математические науки*, 6(24), 69–75.

Венгерова М.В., Венгеров А.С. (2017) Минералы и горные породы: уч. пособие. Екатеринбург:УГГУ, 132 с.

Демкин В.А. (1997) Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. Пущино, ОНТИ ПНЦ РАН, 213 с.

Зуев В.Ю. (1996) Научный миф о «савроматских жрицах». *Жречество и шаманизм в скифскую эпоху*. Под ред. А.Ю. Алексеева и др. СПб., 54–69.

Курганный могильник Перегрузное I: результаты междисциплинарных исследований. (2014) Балабанова М.А., Перерва Е.В. [и др.]. Волгоград: Волгоградский филиал ФГБОУ ВПО РАНХиГС, 360 с.

Липс Ю. (1954) Происхождение вещей. Из истории культуры человечества. Пер. В.М. Вахта. М.: Изд-во иностранной литературы, 438 с.

Милановский Е.В. (1940) Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. М.; Л.: Гостоптехиздат, 275 с.

Мысыккаты Б. (2019) Арийские (индоиранские) истоки аланского триколора. *Историко-филологический архив*, 9, 28–45.

Никулин В.Н., Баева Е.А. (2019) Применение природного мела как минеральной добавки в кормлении сельскохозяйственных птиц. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 5(79), 258–261.

Плутарх. (1990) Застольные беседы. Отв. ред. Я.М. Боровский, М.Л. Гаспаров. Л.: Наука. Ленинградское отделение, 592 с. (Литературные памятники).

Полынская И.Н., Видинеев В.Н. (2020) Из истории рождения красок в живописи. *Художественная культура,* 4, 382–397.

Чапаева М.В., Бастракова М.А., Сырейщикова Л.В. (2015) Визажистика: уч. пособие. Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 84 с.

ЧАСТЬ 3. КУЛЬТУРНЫЙ СЛОЙ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ

Реконструкция функциональных зон Каратаевского городища среднего бронзового века по геохимическим данным культурных отложений методом портативной рентгенофлуоресцентной спектрометрии (pXRF)

Reconstruction of functional activity areas at the Middle Bronze age Karataevskoe Hillfort based on portable X-ray fluorescence analysis (pXRF)

М.А. Кулькова[1], О.П. Ларенок[1], А.М. Кульков[1,2], М.Т. Кашуба[1,3], М.А. Стрельцов[1], М.А. Петров[1]

M.A. Kulkova, O.P. Larenok, A.M. Kulkov, M.T. Kashuba, M.A. Streltsov, M. Petrov

[1]Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, kulkova@mail.ru

[2]Санкт-Петербургский государственный университет, РДМИ, г. Санкт-Петербург

[3]Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург

На основании геохимического картирования культурного слоя методом портативной рентгенофлуоресцентной спектрометрии (pXRF) реконструированы функциональные зоны на Каратаевском городище среднего бронзового века на Нижнем Дону. Пространственное распределение Al и Si позволило выделить участки искусственной песчаной подсыпки, внутренний проход и понижения в рельефе, связанные с внутренними конструкциями. С помощью комплекса антропогенных геохимических индикаторов (Ca_{antr}, P_{antr}, Sr_{antr}, K_{antr}, Rb_{antr} и Mn) выявлена зона накопления золы, костных остатков и органического вещества, которая, в совокупности с археологическими данными, может интерпретироваться как хозяйственная зона, связанная с приготовлением пищи. Радиоуглеродные даты по коллагену костей животных (2200–1980 cal BC) подтверждают функционирование исследованного участка в период существования крепости. Полученные результаты демонстрируют эффективность применения pXRF анализатора для геохимического экспресс-анализа при реконструкции функциональной организации пространства на археологических памятниках.

Ключевые слова: средний бронзовый век, Каратаевское городище, Нижний Дон, портативный рентгеноспектральный флуоресцентный анализатор (pXRF), геохимическая индикация, функциональные зоны, радиоуглеродное датирование

Functional activity areas at the Middle Bronze Age Karataevskoe hillfort were reconstructed using geochemical mapping of cultural deposits by portable X-ray fluorescence spectrometer (pXRF). The spatial distribution of Al and Si was applied for the identification of areas with artificial sand bedding, an internal passageway, and topographic depressions associated with internal structural features. A complex of anthropogenic geochemical indicators (Ca_{antr}, P_{antr}, Sr_{antr}, K_{antr}, Rb_{antr} и Mn) revealed a zone enriched in ash, bone remains, and organic remainds, which, in combination with archaeological evidence, is interpreted as a domestic activity area associated with food preparation. Radiocarbon dates obtained from animal bone collagen (2200–1976 calBC) confirm that the investigated area was occupied during the main phase of the hillfort. These results demonstrate the effectiveness of portable X-ray fluorescence analysis (pXRF) for rapid geochemical analysis and the reconstruction of the spatial organization and functional activity areas at archaeological sites.

Keywords: Middle Bronze Age; Karataevskoe hillfort; the Low Don; portable X-ray fluorescence (pXRF); geochemical mapping; cultural deposits; functional activity areas; anthropogenic geochemical indicators; radiocarbon dating

Применение метода геохимической индикации для определения функциональных зон на археологических памятниках является ценным инструментом для реконструкции хозяйственной деятельности человека на древних поселениях (Кулькова, 2005, 2012, 2024). Методика базируется на исследовании геохимических характеристик культурных отложений, сформировавшихся в результате минералого-геохимической трансформации осадочных пород под воздействием антропогенной деятельности. Основным геохимическим маркером, который начал использоваться с 1940–1950-х гг. для оценки древнего антропогенного влияния, является концентрация фосфора в отложениях на археологических памятниках (Веллесте, 1952; Jenkins, 1989; Parnell et al., 2001, 2002; Holliday, Gartner, 2007).

Наряду с фосфором, для установления функциональных зон, связанных с древней антропогенной активностью, имеют значение и другие химические элементы. Например, погребения/захоронения характеризуются аномальными, по сравнению с фоновыми, значениями комплекса элементов: P, Ca, Mn, Cu (Parsons, 1962; Cook, Heizer, 1965; Keeley, 1981; Bethell, Smith, 1989); очажные зоны: K, Rb, Mg, P, Zn (Barba et al., 1996); накопления древнего мусора: K, P и др. (Chaya, 1996; Fernandez et al., 2002; Wells et al., 2000; Parnell et al., 2001, 2002). Участки, на которых расположены хозяйственные строения, зоны жилых помещений, характеризующиеся интенсивной деятельностью человека и животных, отличаются повышенными значениями P, Ca, Sr, Ba, K, Rb, Mg, Fe, Th, Cs, Pb, Zn (Chaya, 1996; Entwistle et al., 2000a, 2000b; Wells et al., 2000; Parnell et al., 2001;Wilson et al., 2006, 2009). Техногенные комплексы, включающие разработку руды, производство и места плавки металлов, обогащены Fe, Cu, Pb, Mn (Pyatt et al., 2002). Для поиска местоположения археологических памятников и оценки границ культурного слоя используются следующие элементы – P, K, Ba, Ca, Na, Cu, Mg, B, Mn, Ni, Se, Zn (Cook, Heizer, 1965; da Costa, Kern, 1999).

Аномальный характер накопления элементов, связанных с антропогенной активностью в местах древних поселений, и их пространственное распределение дает возможность установить границы расположения археологических памятников и выявить распространение культурного слоя (Linderholm, 2007; Wilson et al., 2006). Внутри поселений анализ распространения химических элементов позволяет установить функциональные зоны и особенности различных структур, связанных с разными типами хозяйственной деятельности (Wells, 2004; Cook et al., 2005; Wilson et al., 2005; Wilson et al., 2009; Salisbury, 2012).

Большое значение при геохимическом картировании древней антропогенной деятельности имеет минералого-геохимический состав отложений, вмещающих культурный слой. Для элементов, входящих в состав биогенного вещества или связанных с определенными видами антропогенной деятельности (например, K, Ca, Sr и P), используются индикаторные соотношения и геохимические модули. Их применение позволяет отделить долю элемента, обусловленную природными минералогическими компонентами осадков, от антропогенной составляющей. В результате становится возможной количественная оценка накопления этих элементов, связанных с жизнедеятельностью древнего человека, что существенно повышает достоверность реконструкции функциональных зон на археологических памятниках (Кулькова, 2024; Kulkova, 2022).

На площади внутренней части каменной структуры Каратаевского городища была применена экспресс-методика по определению функциональных зон методом геохимической индикации в полевых условиях. Ливенцовско-Каратаевская крепость расположена в границе г. Ростов-на-Дону, на высоком правом берегу р. Мертвый Донец, притока р. Дон (рис. 1а) и является древнейшим фундаментальным укреплением на тер-

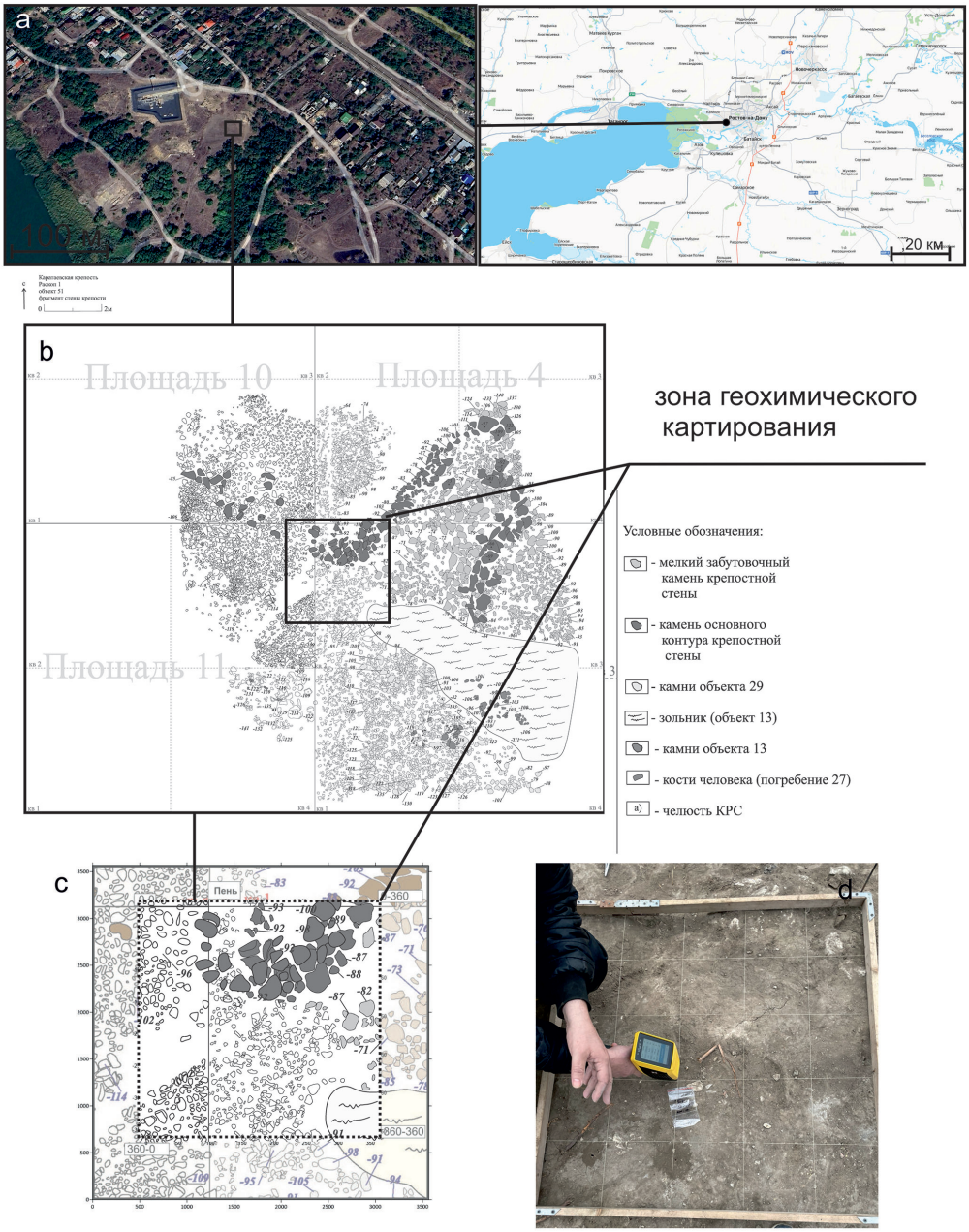


Рис 1. Расположение памятника «Каратаевское городище»: (a), план раскопа (b), зона геохимического опробования (c), проведение измерений (d).

ритории Восточной Европы. Крепость состоит из двух частей, разделенных оврагом. Исходя из топографического расположения двух составляющих комплекса, около одноименных поселков, одной части крепости было дано название Ливенцовская, а другой – Каратаевская (Ильюков, 2002). В северо-восточной части раскопа 1 (площади 4, 5, 11) (рис. 1b) открыты основания крепостной стены XXII–XXI вв. до н.э. В ходе раскопок были прослежены два участка фортификационного сооружения, между которыми располагался проход внутрь крепости (раскопки О.П. Ларенок). Протяженность крепостной стены на раскопе составила ~10 м, к З-СЗ от вскрытого участка в рельефе прослеживается еще ~12–15 м возвышения над остатками этого оборонительного сооружения. Таким образом, от уникального древнейшего каменного фортификационного сооружения сохранилось ~25–27 м.

Геохимическое опробование проводилось по площади поверхности культурного слоя, около крепостной стены, на площади 11, в квадратах 1–4, в точках по сетке 3.5 × 3.5 м, через каждые 60 см (рис. 1c, d). Исследования проводились на зачищенной поверхности культурного слоя. Всего проведено опробование 50 точек. Измерения производились при помощи рентгеноспектрального флуоресцентного анализатора SciAps X-200 (США), сотрудниками ЦКП «Геоэкология» РГПУ им. А.И. Герцена. Портативный прибор SciAps X-200 представляет собой рентгенофлуоресцентный анализатор последнего поколения, который позволяет проводить точный химический анализ в широком спектре элементов от Mg^{12} до U^{92} и может применяться для исследования металлов и сплавов, почвенных образцов, горных пород, стекла, керамических изделий и пластиковых материалов. Для измерений использовались встроенные программы «mining» и «geochemistry». Для оценки геохимического состава отложений выбрано 10 основных химических элементов, которые используются при оценке функциональных зон (P, Ca, Al, Si, Mn, K, Sr, Rb, Ti, Fe) (Кулькова, 2024). Фоновые содержания антропогенных элементов измерялись за пределами археологических структур на поверхности литологического слоя, не подверженного антропогенному влиянию и соответствующего вертикальному уровню культурного слоя на памятнике. Отложения культурного слоя представлены лессовидной супесью серого и желто-серого цветов.

Для оценки влияния антропогенной активности древнего человека на отложения использовался индикатор $P_{antr} = P/(P+Ti)$, показывающий долю биогенного фосфора в отложениях. Повышенные значения этого индикатора на поверхности культурных отложений хорошо коррелируют с зонами, в которых были найдены костные остатки и предметы материальной культуры (например, керамика). Другим маркером антропогенной активности в культурном слое является антропогенный кальций, повышенные концентрации которого, как правило, связаны с костными остатками, индикатор рассчитывался по формуле: $Ca_{antr} = Ca_{tot} / (Ca_{tot} + Ti)$. Наряду с основными антропогенными элементами, которые составляют биоминеральные комплексы, входящие в состав костных тканей и органических остатков, связанные с деятельностью человека, также используются показатели других антропогенных элементов, таких как антропогенный стронций (Sr_{antr}) = Sr / (Sr + Ti). Кальций замещается стронцием в гидроксилапатите костей. Такие индикаторы, как $K_{antr} = K/(K + Ti)$ и $Rb_{antr} = Rb/(Rb + Ti)$, применяются для оценки появления золы в очагах и очажных скоплений. Рубидий, как правило, изоморфно замещает калий в органических и минеральных комплексах. Марганец связан с зонами, в которых происходит разложение органических остатков, и гумусированными отложениями.

Геохимия распределения основных литогенных элементов, например, Al и Si, является важным фактором для определения древнего микрорельефа участка, а также особенностей строительных структур (проходов, песчаных подсыпок, площадок из щебня и др.).

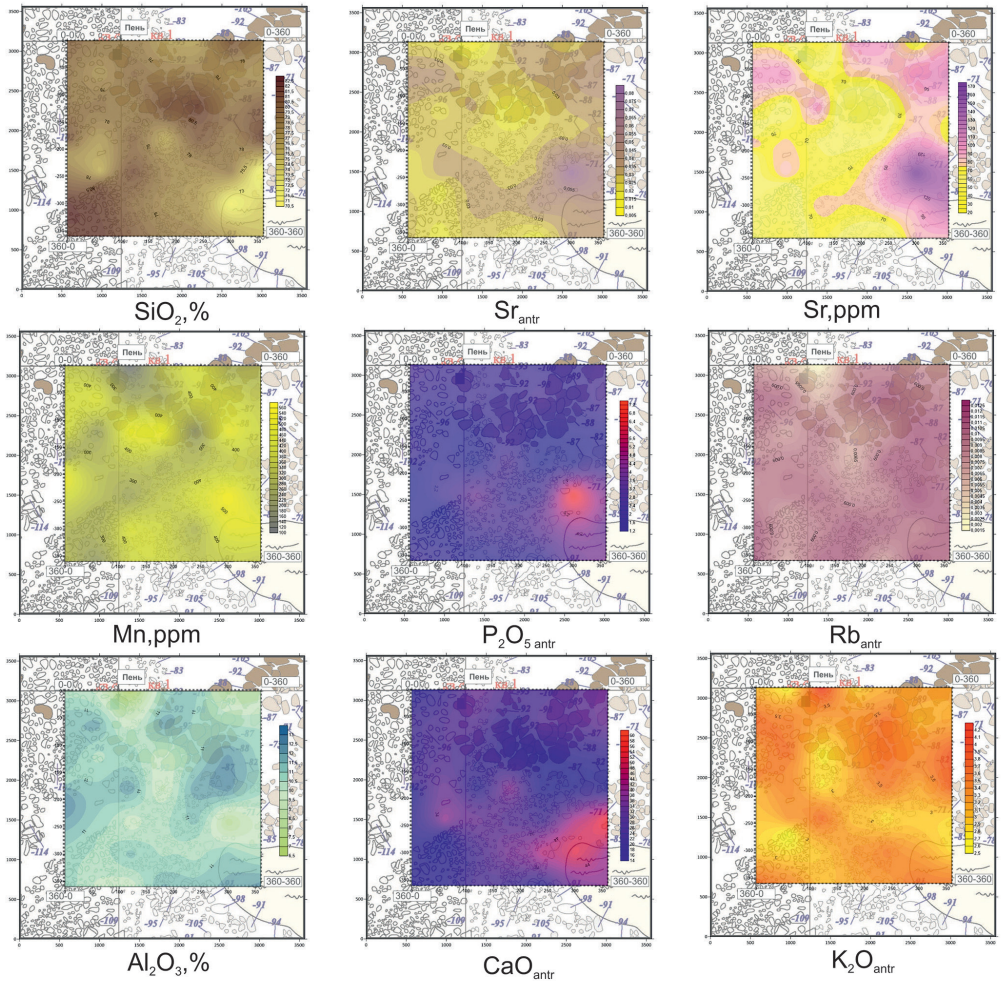


Рис 2. Геохимические карты распределения элементов и антропогенных компонентов по участку опробования на Каратаевском городище.

Геохимическое картирование по площади культурного слоя на участке пл. 11, кв. 1–4 Каратаевского городища показало, что по данным распределения Al можно отметить области понижения рельефа, что картируется повышенными его содержаниями (рис. 2). Зоны повышенных содержаний Si в отложениях связаны с участками, в которых расположена каменная кладка структур; повышенные концентрации Si вдоль каменных сложений (рис. 2), могут указывать на участки, в которых использовалась искусственная подсыпка песка. Повышенные содержания Si также регистрируются в южном углу площади опробования в т. (360.0). В этой зоне был зафиксирован слой щебня с песком. Между участками с аномалиями Si в ЮЗ части квадрата в отложениях фиксируется понижение концентрации Si и повышение Al. Эта зона соответствует внутреннему проходу в этой части крепости. Зона прохода также хорошо картируется повышенными концентрациями Mn, отражающего высокую гумусированность отложений в этой области.

Аномальные значения антропогенных компонентов ($Ca_{antr,}$ $P_{antr,}$ Sr_{antr}) регистрируются в отложениях в ЮВ части квадрата, где был зафиксирован край (верхняя часть) зольника. Этот участок также характеризуется повышенными значениями Mn и индикаторов очажных отложений ($K_{antr,}$ Rb_{antr}). Зольник представляет собой участок культурного слоя (объект 13), насыщенный обломками костей животных и рыб, фрагментами лепной глиняной посуды, и относится ко времени существования крепости. Нужно отметить, что аномальные значения различных антропогенных компонентов, связанных с костными, зольными и гумусированными остатками, могут свидетельствовать, что в этом месте находилась зона приготовления пищи. Повышенные значения Al и пониженные Si в области верхней части участка зольника показывают понижение в рельефе в виде ямы.

Радиоуглеродная дата, которая была получена по коллагену из кости животного (объект 29), расположенного рядом с зольником, имеет значение (SPb_4391) 3700±35 BP (2σ 2200–1976 cal BC). Другая дата, полученная также по коллагену из кости животного с пл. 3, квадрат 3, объект 26/39, имеет такой же возраст и соответствует (SPb_4517) 3714±35 BP (2σ 2205–1980 cal BC). Это первые полученные для этого памятника радиоуглеродные даты.

Реконструкция функциональных зон методом геохимической индикации с помощью портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра позволяет определить в полевых условиях основные границы культурного слоя и установить области, связанные с повышенной антропогенной активностью. На участке внутренней зоны Каратаевского городища, который по радиоуглеродным датам можно отнести к XXII–XX вв. до н.э., на поверхности отложений культурного слоя были проведены измерения химического состава отложений. В камеральных условиях были построены геохимические карты по выбранным химическим элементам и рассчитанным на их основе антропогенным компонентам, которые дали возможность детализировать полученные результаты и интерпретировать различные функциональные зоны в этой части памятника. По полученным данным были выявлены искусственные элементы структур, связанные с подсыпкой песка под стены крепости, внутренний проход, а также понижения в рельефе, оставленные возможными внутренними структурами. Комплекс антропогенных химических компонентов позволил установить зону, связанную с накоплением остатков костей, золы, гумуса, которую в совокупности с археологическими данными, можно реконструировать как место приготовления пищи или хозяйственную зону.

Таким образом, полученные результаты позволили оценить возможности экспресс-анализа с помощью портативного рентгенофлуоресцентного анализатора (pXRF) для реконструкции функциональных зон на памятнике со сложными структурными особенностями – на Каратаевском городище среднего бронзового века.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 22-18-00065-П, https://rscf.ru/project/22-18-00065/ «Культурно-исторические процессы и палеосреда в позднем бронзовом – раннем железном веке Северо-Западного Причерноморья: междисциплинарный подход») в РГПУ им. А.И. Герцена.

Литература

Веллесте Л. (1952) Анализ фосфатных соединений почвы для установления мест древних поселений. *Краткие сообщения Института истории материальной культуры*, XLII, 135–140.

Ильюков Л.С. (2002) Отчет об исследовании Каратаевской крепости в Ростове-на Дону в 2001 г. *Архив Ростовского областного музея краеведения. Б/н*. Ростов-н/Д.

Кулькова М.А. (2005) *Геохимическая индикация ландшафтно-палеоклиматических условий в голоцене в регионе Двинско-Ловатьского междуречья и Южной Сибири*: Автореф. дис. … к. г.-м. н. СПб., 32 с.

Кулькова М.А. (2012) Методы прикладных палеоландшафтных геохимических исследований: уч. пособие. СПб.: РГПУ им. Герцена. 152 с.

Кулькова М.А. (2024) Адаптация древнего человека к природным климатическим условиям голоцена и его роль в формировании интегральной геосистемы Восточной Европы. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 331 с.

Barba L., Ortiz A., Link K., Lopez-Lujan L., Lazos L. (1996) The chemical analysis of residues in floors and the reconstruction of ritual activities at the Templo Mayor, Mexico. *Archaeological Chemistry: Organic, Inorganic and Biochemical Analysis*. Washington: American Chemical Society, 139–156.

Bethell P.H., Smith J.U. (1989) Trace element analysis of an inhumation from Sutton Hoo, using inductively coupled plasma emission spectrometry: an evaluation of the techniques applied to analysis of organic residues. *Journal of Archaeological Science*, 16(1), 47–55.

Cook S.F., Heizer R.F. (1965) Studies on the Chemical Analysis of Archaeological Soils. Los Angeles, University of California Press, 102 p.

Cook S.R., Clarke A.S., Fulford M.G. (2005) Soil geochemistry and detection of early Roman precious metal and copper alloy working at the Roman town of Calleva Atrebatum (Silchester, Hampshire, UK). *Journal of Archaeological Science*, 32, 805–812.

Chaya H.J. (1996) Studies of soils from an Aleutian Island site. *Archaeological Chemistry: Organic, Inorganic and Biochemical Analysis*. Washington: American Chemical Society, 131–138.

da Costa M.L., Kern D.C. (1999) Geochemical signatures of tropical soils with archaeological black earth in the Amazon, Brazil. *Journal of Geochemical Exploration*, 66, 369–385.

Fernandez F.G., Terry R.E., Inomata T., Eberl M. (2022) An ethnoarchaeological study of chemical residues in the floors and soils of Q'eqchi' Maya houses at Las Pozas, Guatamala. *Geoarchaeology*, 17(6), 487–519.

Entwistle J.A., Abrahams P.W., Dodgshon R.A. (1998) Multi-element analysis of soils from Scottish historical sites. Interpreting land-use history through the physical and geochemical analysis of soil. *Journal of Archaeological Science*, 25, 53–68.

Entwistle J.A., Abrahams P.W., Dodgshon R.A. (2000a) The geoarchaeological significance and spatial variability of a range of physical and chemical soil properties from a former habitation site, Isle of Skye. *Journal of Archaeological Science*, 27, 287–303.

Entwistle J.A., Dodgshon R.A., Abrahams P.W. (200b) An investigation of former land-use activity through the physical and chemical analysis of soils from the Isle of Lewis, Outer Hebrides. *Archaeological Prospection*, 7, 171–188.

Holliday V.T., Gartner W.G. (2007) Methods of soil P analysis in archaeology, *Journal of Archaeological Science*, 34, 301–333.

Jenkins D.A. (1989) Trace element geochemistry in archaeological sites. *Environmental Geochemistry and Health*, 11(2), 57–62.

Keeley H.C.M. (1981) Recent work on soil phosphorus analysis in archaeological prospection. *Revue d'Archéométrie*, 5, 89–95.

Kulkova M.A. (2022) Geochemical Indication of Functional Zones at the Archaeological Sites of Eastern Europe. *Minerals*, 12(9), 1075 https://doi.org/10.3390/min12091075.

Linderholm J. (2007) Soil chemical surveying: a path to a deeper understanding of prehistoric sites and societies in Sweden. *Geoarchaeology*, 22, 417–438.

Parnell J.J., Terry R.E., Golden C. (2001) Using in-field phosphate testing to rapidly identify middens at Piedras Negras, Guatemala. *Geoarchaeology*, 16, 855–873.

Parnell J.J., Terry R.E., Nelson Z. (2002) Soil chemical analysis applied as an interpretive tool for ancient human activities at Piedras Negras, Guatemala. *Journal of Archaeological Science*, 29, 379–404.

Parsons R.B. (1962) Indian mounds of northeast Iowa as soil genesis benchmarks. *Journal of Archaeological Science*, 29, 379–404.

Pyatt F.B., Amos D., Grattan J.P., Pyatt A.J., Terrell-Nield C.E. (2002) Invertebrates of ancient heavy metal spoil and smelting tip sites in southern Jordan: their distribution and use as bioindicators of metalliferous pollution derived from ancient sources. *Journal of Arid Environments*, 52, 53–62.

Salisbury R.B. (2012) Soilscapes and settlements: remote mapping of activity areas in unexcavated prehistoric farmsteads. *Antiquity*, 86, 178–190.

Wells E.C., Terry R.E., Parnell J.J., Hardin P.J., Jackson M.W., Houston S.D. (2000) Chemical analyses of ancient anthrosols in residential areas at Pieda Negras, Guatemala. *Journal of Archaeological Science*, 27, 449–462.

Wells E.C. (2004) Investigating activity patterns in Prehispanic plazas: weak acid-extraction ICP/AES analysis of anthrosols at classic period El Coyote, Northwest Honduras. *Archaeometry*, 1, 67–84.

Wilson C.A., Davidson D.A., Cresser M.S. (2009) An evaluation of the site specificity of soil elemental signatures for identifying and interpreting former functional areas. *Journal of Archaeological Science*, 36, 2327–2334.

Wilson C.A., Cresser M.S., Davidson D.A. (2006) Sequential element extraction of soils from abandoned farms: an investigation of the partitioning of anthropogenic element inputs from historic land use. *Journal of Environmental Monitoring*, 8, 439–44.

Результаты палинологического изучения культурного слоя укрепленного поселения эпохи бронзы Сибаркуль-2 в Башкирском Зауралье

Palynological Study Results of the Cultural Layer of Bronze Age Fortified Settlement Sibarkul-2 in Bashkir Trans-Ural

И.И. Бахшиев[1], Е.В. Берсенёв[1], Э.Д. Трубицына[2]
I.I. Bakhshiev, E.V. Bersenev, E.D. Trubitsyna
[1]Институт этнологических исследований им. Р.Г. Кузеева УФИЦ РАН, г. Уфа, ibahsh@gmail.com
[2]Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень

Представлены результаты споро-пыльцевого анализа культурного слоя укрепленного поселения Сибаркуль-2. В 2025 г. на памятнике заложен раскоп площадью 168 м^2, в границах которого исследован котлован постройки с очагом, колодцем и внутренней частью вала. Полученный археологический материал свидетельствует о том, что возникновение и функционирование поселения связано с носителями срубной культуры. Для изучения жилого ландшафта из заполнения котлована было отобрано пять проб грунта и один современный образец. Установлено, что в период функционирования поселения облик ландшафтов был более открытым, лесов было еще меньше, чем в настоящее время. Небольшие различия в заполнении нижней и верхней части котлована свидетельствуют о более сухих условиях в начале его функционирования и смягчение/гумидизацию в конце фазы обитания, либо после его запустения. Антропогенные маркеры концентрируются в нижней-средней зоне заполнения котлована, тогда как верхние образцы, вероятно, отражают этап запустения поселения.

Ключевые слова: эпоха бронзы, Южный Урал, Сибаркуль-2, укрепленное поселение, пыльца, споры

This paper presents the results of sporopollen and pollen analysis of the cultural layer of the fortified settlement Sibarkul-2. In 2025, a 168 m² excavation was conducted at the site, within which a construction trench with a hearth, a well, and the inner part of the rampart was studied. The obtained archaeological material indicates that the emergence and functioning of the settlement are associated with carriers of the timber-grip culture. To study the residential landscape, five soil samples and one modern sample were taken from the fill of the trench. It was established that during the settlement's period of use, the landscape was more open, with fewer forests than at present. Small differences between the lower and upper parts of the trench fill suggest drier conditions at the beginning of its use and a gradual increase in humidity or softening after a period of abandonment, or at the end of its habitation phase. Anthropogenic

markers are concentrated in the lower-middle zone of the trench fill, whereas the upper samples likely reflect the abandonment stage of the settlement.

Keywords: Bronze Age, South Ural, Sibarkul-2, fortified settlement, pollen, spore

В 2020 г. в ходе дистанционного изучения площадки Селивановского II курганного могильника на территории Абзелиловского района Республики Башкортостан были открыты укрепленные поселения Сибаркуль-1 и Сибаркуль-2 (Насретдинов, Габитов, 2025). Оба памятника расположены на северо-восточном берегу оз. Чебаркуль, в 200 м от места впадения в него р. Янгельки на удалении 110 м друг от друга (рис. 1). В совокупности с примыкающим с севера Селивановским II курганным могильником, с запада Чебаркульской V стоянкой и расположенным юго-западнее в пойме озера поселением Сибаркуль-4 данные памятники образуют археологический комплекс, согласно материалам разведочных работ и раскопок, датируемый эпохой бронзы (Рафикова, Федоров, 2017, с. 100–171; Насретдинов, Габитов, 2025; Бахшиев, 2025, 2026, с. 25–41). Наряду с открытыми в конце 1990-х – начале 2000-х гг. поселениями Улак-1 и Селек (Савельев, Яминов, 2004; Бахшиев и др., 2018; Котов, Савельев, 2021; Nasretdinov et al., 2023), также отличающихся замкнутой планировкой и плотной застройкой, памятники Сибаркуль-1 и Сибаркуль-2 маркируют западную границу ареала распространения данной архитектурно-строительной традиции, распространяющейся таким образом на правобережье р. Урал в предгорьях и межгорных долинах хребтов Ирендык и Крыкты.

В 2025 г. экспедицией ИЭИ им. Р.Г. Кузеева УФИЦ РАН под руководством И.И. Бахшиева и Е.В. Берсенёва на обоих поселениях были проведены раскопки. В силу сложных условий (заболоченность площадки) на поселении Сибаркуль-1 работы ограничились закладкой разведочной траншеи площадью 20 м^2. На поселении Сибаркуль-2 был заложен раскоп площадью 168 м^2, в границах которого исследован котлован постройки с колодцем и очагом, а также внутренняя часть вала с каменной выкладкой.

На поселении Сибаркуль-1 обнаружено 32 фрагмента керамики, 1 изделие из кости, 1 кремневый нуклеус и 144 кости животных. На поселении Сибаркуль-2 обнаружено около 200 фрагментов керамики, 4 кремневых отщепа, 1 медное изделие и 229 костей животных. Керамический комплекс в обоих случаях отчетливо соотносится с традициями носителей срубной культуры, и лишь отдельные фрагменты могут быть охарактеризованы как срубно-алакульские. При этом, несмотря на традиционное соотнесение круглоплановых поселений с синташтинско-аркаимской культурной традицией, керамический комплекс синташтинской или петровской культур в материалах раскопов исследованных объектов отсутствует.

Оба поселения расположены на равнинной полосе лесостепи Зауралья, непосредственно примыкающей к горно-лесостепной зоне Южного Урала. В современных ландшафтах в окрестностях озера практически отсутствуют крупные лесные массивы, лишь небольшие островные березовые леса или лесопосадки, основные массивы хвойных лесов приурочены к горнолесному поясу. В настоящее время площадка археологического комплекса занимает пойму (Сибаркуль-1) и надпойменную террасу (Сибаркуль-2) северо-восточного берега оз. Чебаркуль, располагается восточнее заболоченной дельты р. Янгельки (Насретдинов, Габитов, 2025, с. 173).

В ходе раскопок на площадке поселения Сибаркуль-2 из заполнения котлована колонкой было отобрано 5 проб грунта и 1 современный образец. Нижний образец с глубины 72–55 см относится к материковому слою, образцы с глубины 55–10 см взяты из культурного слоя.

В современном образце доминирует древесная пыльца – 60 %, где преобладает сосна – 58 %, присутствуют береза и ель. В травянистой группе присутствуют злаки,

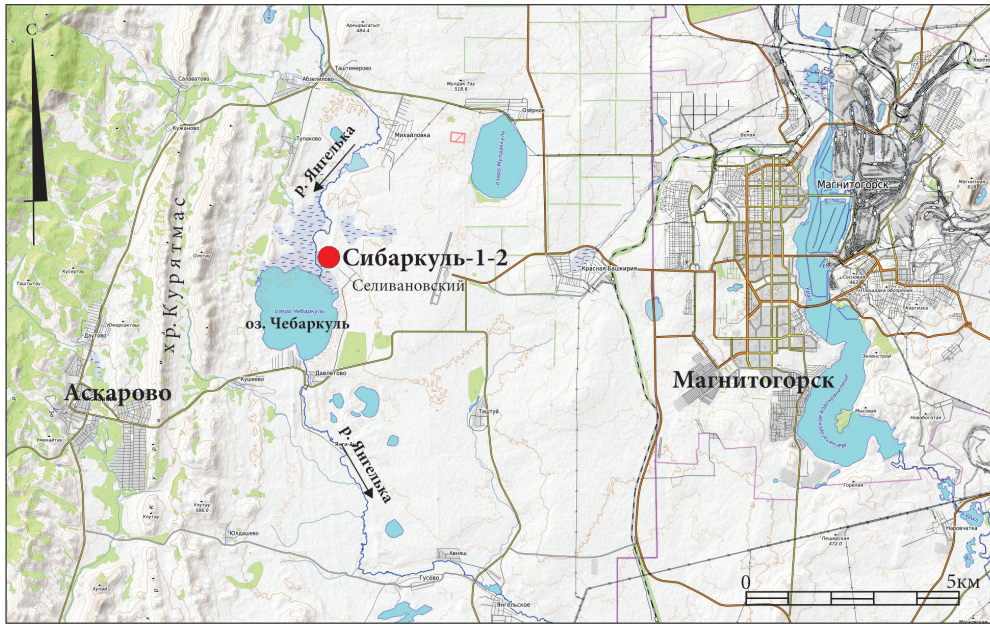


Рис. 1. Расположение поселений Сибаркуль-1 и Сибаркуль-1.

астровые, полынь, гвоздичные, маревые и разнотравье. Принимая во внимание отсутствие крупных лесов при достаточно высоком проценте пыльцы сосны, можно с уверенностью говорить о том, что при интерпретации палинологических данных необходимо пренебречь этим и отнести пыльцу хвойных пород к дальнему ветровому заносу со стороны Южного Урала на открытые равнинные лугово-степные участки.

Извлечение пыльцы и спор из грунта выполнено с применением сепарационного метода Гричука (Методические…, 1986) без ацетолиза. Анализ состава спор, пыльцы, непыльцевых палиноморф (NPP) выполнен на световом биологическом микроскопе «Motic» при рабочем увеличении ×400–600. В зависимости от сохранности и концентрации палиноморф в разных пробах подсчитанное количество наземной пыльцы (без околоводных трав, споровых растений и непыльцевых палиноморф) более 300 пыльцевых зерен, за исключением нижнего образца с глубины 72–55 см, где была очень низкая концентрация –обнаружено 16 пыльцевых зерен, что позволяет говорить о присутствии этих растений в спектре, но делает невозможным проведение полноценной реконструкции. Обработка данных и построение спорово-пыльцевых диаграмм выполнены в программах TILIA и TILIA-Graph (Grimm, 1990). Построенная спорово-пыльцевая диаграмма отражает количественное соотношение таксонов, за 100 % была взята terrestrial pollen – сумма древесной, кустарниковой и травянистой пыльцы, без учета околоводных таксонов, спор и NPP (рис. 2). Соотношение околоводных таксонов, спор и NPP было сделано ко всему количеству пыльцы и непыльцевых палиноморф. На диаграмме выделено 5 пыльцевых групп: деревья и кустарники; травы, в том числе антропогенные маркеры, которые включают синантропные таксоны и NPP, потенциально связанные с хозяйственной деятельностью; водно-болотные маркеры – околоводная растительность и NPP, связанные с околоводными растениями или с водоемами; споры. В нижней пробе обозначение сделано точками – это показывает присутствие данных видов в спектре. Результаты анализа представлены в таблице.

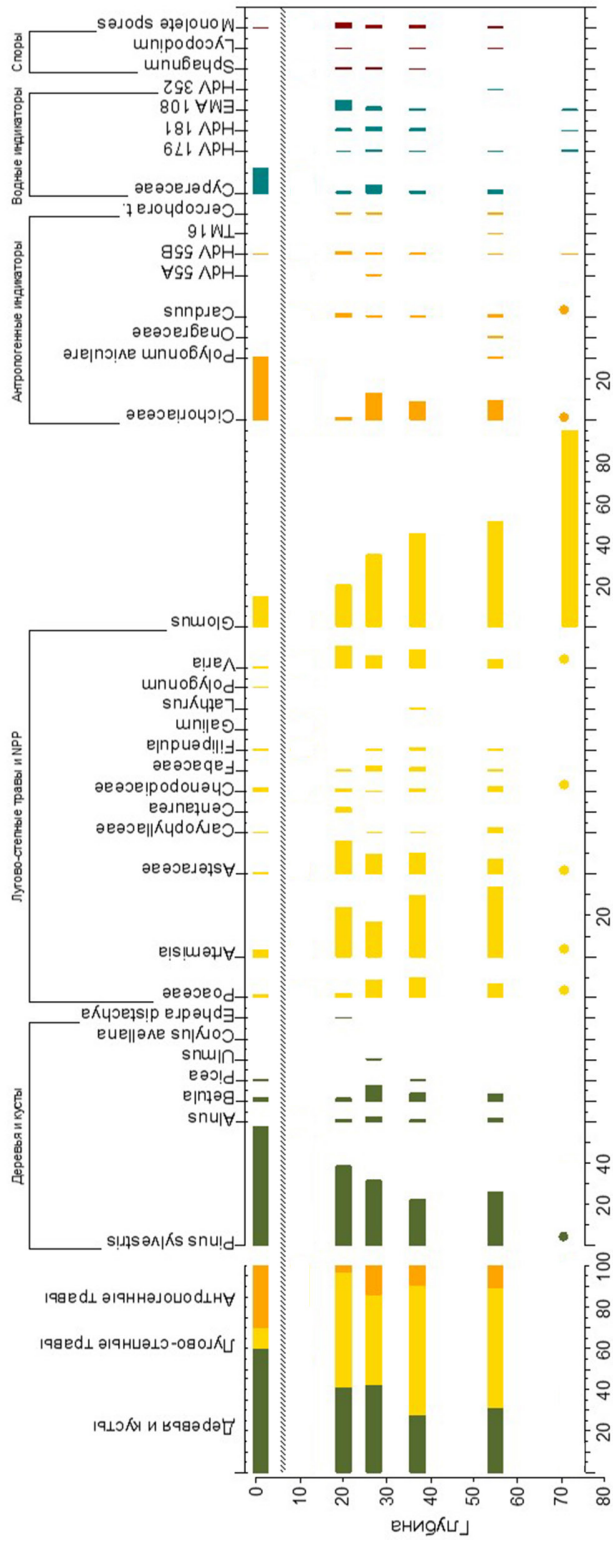


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма поселения Сибаркуль-2.

Таблица. Результаты споро-пыльцевого анализа культурного слоя укрепленного поселения Сибаркуль-2

Пласт (см)	0-10	10-20	37-55	20-27	27-37	55-72
Глубина	10	20	55	27	37	72
Alnus	2	3	5	8	3	0
Artemisia	21	75	108	53	92	1
Asteraceae	15	50	20	30	32	1
Betula	7	5	11	24	12	0
Carduus	1	6	3	2	1	2
Caryophyllaceae	0	0	8	1	1	0
Centaurea	0	7	0	0	0	0
Chenopodiaceae	9	3	8	1	4	1
Cichoriaceae	73	4	30	41	28	1
Corylus avellana	0	0	0	0	0	0
Cyperaceae	28	3	11	22	8	0
Ephedra distachya	0	1	0	0	0	0
Fabaceae	0	1	2	7	5	0
Filipendula	1	0	1	1	4	0
Galium	6	0	0	0	0	0
Glomus	14	105	355	202	295	522
Indet	0	0	4	1	0	0
Lathyrus	0	0	0	0	1	0
Linum	0	0	0	0	1	0
Lycopodium	0	1	1	0	2	0
Matricaria	0	0	2	0	0	0
Mentha	1	0	0	0	0	0
NPP Cercophora t.	0	1	1	1	0	0
NPP EMA 108	0	24	0	9	5	2
NPP HdV 121 fungi	4	0	0	0	0	0
NPP HdV 179 Animalia	1	1	2	4	3	4
NPP HdV 181	0	6	0	12	9	2
NPP HdV 352 Arcella	0	0	2	0	0	0
NPP HdV 55A Sordaria type	1	0	0	3	0	0
NPP HdV 55B Sordaria type	1	9	4	5	6	2
NPP HdV 88 B Animalia	1	0	0	0	0	0
NPP TM16 fungi	0	0	1	0	0	0
Onagraceae	0	0	1	0	0	0
NPP Ophioglossum type	0	41	1	1	2	0
Picea	0	0	0	0	1	0
Pinus sylvestris	158	121	83	99	70	6
Poaceae	10	6	21	27	30	2
Polygonum aviculare	0	0	1	0	0	0
Polygonum indet.	2	0	0	0	0	0
Monolete spores	8	14	5	8	9	0
Sanguisorba minor	0	0	0	0	1	0
Sanguisorba officinalis	0	0	0	1	0	0
Sphagnum	1	4	0	3	1	0
Thalictrum	0	0	1	0	0	0
Ulmus	0	0	0	1	0	0
Varia	5	33	12	16	25	2
Veronica	1	0	0	0	0	0

В самой нижней пробе с глубины 72–55 см (материк) фиксируется большое количество грибов *Glomus,* но низкая концентрация пыльцы, что обычно характерно для материковых горизонтов. Тем не менее, обилие микоризных грибов указывает на лугово-степной характер локальной растительности до постройки жилища.

По-видимому, все пробы с глубин 55–20 см отражают сравнительно недолговременное функционирование постройки. По сравнению с поверхностной пробой видно, что в период функционирования поселения облик ландшафтов был более открытым, лесов было еще меньше, чем в настоящее время. Отдаленные хвойные леса на склонах Южного Урала располагались либо на большем расстоянии, либо их площадь была меньше современной. Так как в лесостепных условиях увлажнение является основным лимитирующим фактором облесения, эти признаки указывают на более сухие условия. Это подтверждает также более ксерофитный полынно-злаково-астровый состав лугово-степных сообществ в срубное время. Современные же луговые сообщества, по данным поверхностного спектра, имеют более мезофитный характер, и содержат больше маркеров активного землепользования (цикориевые, вероятно, связанны с современным земледелием). Небольшие различия в составе нижней и верхней части заполнения котлована постройки указывают на более сухие условия в начале его функционирования, и смягчение/гумидизацию в конце фазы обитания или после его запустения. Антропогенные маркеры (сорные растения и NPP) концентрируются в нижней-средней зоне заполнения котлована, поэтому верхняя проба уже, вероятно, отражает этап запустения памятника.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 25-28-01165 «Комплексное исследование системы круглоплановых укрепленных поселений эпохи бронзы Башкирского Зауралья» (рук. И.И. Бахшиев).

Литература

Бахшиев И.И., Носкевич В.В., Насретдинов Р.Р. (2018) Геофизические и дистанционные исследования укрепленного поселения эпохи бронзы Улак-1 в Башкирском Зауралье: соотношение полученных данных с результатами археологических раскопок. *Поволжская археология*, 3(25), 30–44.

Бахшиев Р.И. (2026) Научный отчет об итогах археологической разведки на территории Абзелиловского, Баймакского, Белебеевского, Бураевского, Илишевского, Калтасинского, Татышлинского, Туймазинского, Уфимского, Чекмагушевского, Чишминского районов Республики Башкортостан в 2024 году (Открытый лист № Р018-00103-00/01189265 от 13.05.2024 г.). Научно-отраслевой архив ИА РАН.

Бахшиев Р.И. (2025) Научный отчет об итогах археологической разведки на территории выявленного объекта археологического наследия «Чебаркульская V стоянка» в Абзелиловском районе Республики Башкортостан в 2024 году (Открытый лист № Р018-00103-00/01516823 от 14.11.2024). Научно-отраслевой архив ИА РАН.

Котов В.Г., Савельев Н.С. (2021) Укрепленное поселение Селек эпохи бронзы в Башкирском Зауралье (итоги исследований 2003 года). *Археология Евразийских степей*, 2, 17–28. https://doi.org/10.24411/2587-6112-2021-10010.

Методические рекомендации к технике обработки осадочных пород при спорово-пыльцевом анализе (1986) / Под ред. Е.Д. Заклинской, Л.А. Пановой. Л.: ВСЕГЕИ, 77 с.

Насретдинов Р.Р., Габитов Р.Н. (2025) Дистанционное выявление и изучение новых круглоплановых поселений эпохи бронзы в Башкирском Зауралье. *Уральский исторический вестник*, 1(86), 169−179 https://doi.org/10.30759/1728-9718-2025-1(86)-169-179.

Рафикова Я.В., Фёдоров В.К. (2017) Курганы Южного Зауралья. Кн. 1. Учалинский и Абзелиловский районы Республики Башкортостан: монография / Я.В. Рафикова, В.К. Фёдоров; [авт. прилож. В.В. Куфтерин, А.И. Нечвалода, В.И. Мухаметдинов]. Уфа : Китап, 244 с.

Савельев Н.С., Яминов А.Ф. (2004) Улак-1 – новое укрепленное поселение эпохи бронзы в Башкирском Зауралье. *Народы Южного Урала и их соседи в древности и в средневековье*. Мат. междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию чл.-корр. АН РБ, проф. Н.А. Мажитова / Отв. ред. М.М. Кульшарипов. Уфа: БашГУ, 204–218.

Grimm E.C. (1990) TILIA and TILIA GRAPH. PC spreadsheet and graphics software for pollen data. *INQUA, Working Group on Data-Handling Methods*. Newsletter, 4, 5–7.

Nasretdinov R.R., Bakhshiev I.I., Gabitov R.N. (2023) The Structure and Layout of the Bronze Age Settlement of Selek (The Southern Urals, Russia). Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy-2021: Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Cham: Springer, 295-303. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16544-3_28

Рекогносцировочные исследования культурного слоя поселения Зингейское-3 методом рентгенофлуоресцентного анализа (бронзовый век Южного Зауралья)

Reconnaissance Studies of the Cultural Layer of the Zingeyka-3 Settlement Using X-Ray Fluorescence Analysis (Bronze Age of the Southern Trans-Urals)

Е.О. Васючков, П.С. Анкушева, А.В. Епимахов
E.O. Vasyuchkov, P.S. Ankusheva, A.V. Epimakhov

Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс, vasiuchkoveo@yandex.ru

В работе представлены результаты исследований культурного слоя поселения Зингейское-3 (бронзовый век Южного Зауралья) методом рентгенофлуоресцентного анализа. Изучено пространственное распределение химических элементов в пределах поселенческой площадки с целью выявления зон антропогенной активности, связанных с металлообработкой, очажными комплексами и участками утилизации отходов. Грунт был отобран по двум трансектам; выявленные геохимические аномалии хорошо согласуются с археологическим контекстом и позволяют выделить зону повышенных концентраций Cu, Zn, Sr, SiO_2, P_2O_5, K_2O, CaO. Полученные результаты показали, что РФА является эффективным малоинвазивным методом для рекогносцировочных работ, предоставляя ценные предварительные данные перед проведением полномасштабных раскопок.

Ключевые слова: бронзовый век, Южное Зауралье, культурный слой, РФА.

This paper presents the results of a study of the cultural layer at the Zingeyka-3 settlement (Bronze Age, Southern Trans-Urals) using XRF analysis. The spatial distribution of chemical elements across the settlement area was analyzed in order to identify zones of anthropogenic activity associated with metalworking, hearth complexes, and waste disposal areas. Soil samples were collected along two transects. The revealed geochemical anomalies correlate well with the archaeological context and allow for the identification of a zone with elevated Cu, Zn, Sr, SiO_2, P_2O_5, K_2O, and CaO. The data demonstrate that XRF is an effective method for reconnaissance surveys, providing valuable preliminary data prior to full-scale excavations.

Keywords: Bronze Age, Southern Trans-Urals, cultural layer, X-ray fluorescence analysis.

Одним из направлений исследования неукрепленных поселений бронзового века в Южном Зауралье является поиск и идентификация построек алакульского времени, а также особенностей их планировки. Алакульские строения зачастую очень слабо или вовсе не выражены в рельефе (Алаева, 2015, с. 32). Это порождает проблемы идентификации границ построек и поселения в целом, а также выбора перспективных участков для стационарных раскопок. В контексте рекогносцировочных работ по выявлению культурного слоя и его особенностей и границ решить эти проблемы можно с помощью геофизических и малоинвазивных геохимических методов. В перечне последних наиболее предпочтительным выглядит рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), поскольку является экспресс-методом, позволяющим в короткие сроки получить статистически значимую серию измерений элементного состава почвы.

В качестве методической площадки было выбрано поселение позднего бронзового века Зингейское-3, расположенное на правом берегу р. Зингейка в 1.5 км от окраины пос. Зингейский (Челябинская область, Кизильский округ). На площадке поселения размерами 175×90 м в ландшафте визуально фиксировались 10 жилищных впадин подовальной и округлой формы. В рамках разведочных работ были проведены две зачистки естественных обнажений оврагов и заложены шесть шурфов для определения границ распространения культурного слоя. Три из них оказались стерильными, а в трех других – обнаружена керамика эпохи бронзы. На поверхности и в естественных обнажениях найдены артефакты бронзового века, несколько каменных орудий каменного века и медный наконечник стрелы раннего железного века. В коллекции керамики выделены сосуды алакульской и черкаскульской культуры; один фрагмент, вероятно, относится к финалу бронзового века. Памятник примечателен наличием обломков металлургического шлака в подъемных сборах, довольно редко встречающихся на неукрепленных поселениях поздней бронзы в Зауралье (Григорьев, 2013), также были обнаружены капли меди.

Отбор образцов грунта на площадке поселения и окрестностях проходил с помощью бура по трансектам. Были опробованы две линии: одна с юго-запада на северо-восток (11 проб) длиной 100 м, а вторая – с юго-востока на северо-запад (21 проба) вдоль линии берега длиной 200 м, с шагом между точками пробоотбора в 10 м. Грунт отбирался с глубины 20–30 см от поверхности (примерная глубина залегания культурного слоя). С территории без следов антропогенного воздействия, к северо-востоку от поселения, была взята фоновая проба грунта. Для определения элементного состава почвы использовался РФА-анализатор Olympus Vanta, серия M. Грунт был измельчен до однородной мелкой пылеобразной фракции, после чего образцы в кюветах помещались в прибор. Каждая проба была разделена на три образца, которые сепаратно были измерены в режиме сканирования тяжелых элементов – 10 сек, легких элементов – 40 сек; полученные данные были усреднены. Значения Mg, Al, Si, P, K, Ca, Fe для корректности были представлены в форме оксидов. Для выявления статистически значимых различий в содержании химических элементов между периферийной и центральной зонами поселения использовался метод иерархической кластеризации и непараметрический тест Краскела-Уоллиса, анализ проводился в JMP pro 17.0.

На основании выделения кластеров в распределении некоторых элементов (P_2O_5, K_2O, Cu, Zn, Sr, CaO), повышенные значения которых, как считается, имеют антропогенную природу (Oonk et al., 2009a; Middleton, Price, 1996; Voronin, 2020; Wilson et al., 2008), были выделены условный «центр» поселения, к нему отнесено 12 точек, и его «периферия» – 20 точек. Значения для этих зон были усреднены и указаны в таблицах 1 и 2.

Таблица. 1. Усредненные значения (%) анализов грунта с глубины 20–30 см от поверхности центральной части поселка, его периферии и фоновой пробы

	Центр (n=12)	Периферия (n=20)	Фон (n=1)
P_2O_5	0.6	0.22	0.14
K_2O	1.7	1.15	1.22
Al_2O_3	9.63	10.38	11.55
SiO_2	46.24	42.01	43.61
CaO	2.9	1.96	1.84
Fe_2O_3	6.7	7.65	7.61

Таблица 2. Усредненные значения (ppm) анализов грунта с глубины 20–30 см от поверхности центральной части поселка, его периферии и фоновой пробы

	Центральная зона построек (n=12)	Периферия поселка (n=20)	Фоновые образцы (n=1)
Cu	226.72	171.3	151.33
Zn	171.86	133.35	121.33
Sr	226.61	145.6	126.33
Ti	3704.41	4270.6	4295.66
Cr	343.33	527.76	522
Ni	405.44	589.7	443.66
As	15.44	17.88	20.33
Sn	9.41	10.45	0
Pb	14.38	14.59	18.33

Анализ двух кластеров показал наличие статистически значимых различий между «центром» и «периферией»: Cu, Zn, Sr, SiO_2, P_2O_5, K_2O, CaO – высокие концентрации в «центре» и более низкие значения на периферии, а для Ti, Cr, Ni, Al_2O_3, Fe_2O_3 наблюдается обратная зависимость. Для ряда элементов статистически значимых различий между зонами не было выявлено, среди них: S, Mn, As, Rb, Zr, Mo, Sn, Sb, Ba, Pb, MgO.

Анализ керамической коллекции памятника указывает на возможность существования по меньшей мере двух строительных горизонтов, что несколько усложняет нашу задачу, ведь химические элементы в культурном слое памятника отражают всю совокупность древнего антропогенного воздействия. Также стоит помнить, что большинство микроэлементов могут иметь как биогенное, так и литогенное происхождение и откладываться в культурном слое сразу из нескольких источников.

Так как выделение кластеров и последующие расчеты проводились частично на основе одних и тех же данных, стоит признать, что разделение на «центр» и «периферию» носит предварительный характер. Статистический анализ позволил выделить два разнонаправленных геохимических тренда: часть химических элементов активнее аккумулировалась в центральной части поселенческой площадки, а некоторые из элементов – на периферии. Повышенные концентрации Sr, SiO_2, P_2O_5, K_2O, CaO и Zn в центральной части площадки вполне вероятно маркируют место наибольшей антропогенной активности – скорее всего, пространство построек. Фосфор обычно присутствует в растительных и животных тканях, костях, моче, фекалиях и золе, и поэтому является ключевым антропогенным элементом как индикатор обитания человека и животных (Oonk et al., 2009a). С зонами накопления фосфора антропогенного происхождения также коррелирует K_2O, который мог оказаться в культурном слое в результате сжигания древесного топлива (Middleton, Price, 1996). Одним из основных источников накопления Ca в культурном слое является апатит из костей и зубов, имеющий плохую растворимость в

большинстве почв (Oonk et al., 2009a). Накопление Sr также связано, в основном, с костными остатками, поскольку он замещает кальций в костях в результате диагенетических процессов (Zougrou et al., 2014). Биогенными источниками Ca и Sr, видимо, являются кости животных. В литературе повышенные содержания Zn часто связывают с зонами концентрации золы (Wilson et al., 2008).

SiO_2 является более специфическим маркером антропогенной деятельности, однако известно, что кремний является основой фитолитов (Гольева, 2001). В случае, если хотя бы часть кремнезема в почве имеет биогенное происхождение, можно говорить о местах намеренной концентрации растений, например, запасов кормовых растений для домашнего скота. Ранее исследователи установили, что некоторые из «зольников» на поселениях бронзового века могли быть сформированы за счет накопления растительной массы (Куприянова и др., 2024). Однако считать, что повышение концентрации примерно на 4 % может дать биогенный кремнезем было бы абсурдным. Скорее всего, большая его часть имеет литогенное происхождение.

Активная металлургическая деятельность на поселении подтверждается наличием зоны аномального содержания Cu, одним из источников повышенных значений которой в культурном слое может являться металлургия и обработка цветных металлов (Voronin, 2020). Этот тезис подкрепляется наличием шлака и капель меди среди подъемных сборов на поверхности памятника. Симптоматично также то, что для ряда элементов, используемых в качестве лигатур (Sn и As) и связанных с составом металлических изделий (Pb и Sb) бронзового века, в культурном слое не обнаружено значительных концентраций. Однако, это вряд ли является аргументом против использования медных сплавов на поселении, поскольку среди металлических изделий оловянистые бронзы встречаются довольно редко, а концентрации лигатур в них часто являются незначительными (Ankushev et al., 2025) для того, чтобы оставить выраженные следы в культурном слое.

Ряд элементов тяготел к «периферии» поселения, которая в большей степени должна была сохранить изначальный «природный» состав. К ним относились: Ti, Cr, Ni, Al_2O_3 и Fe_2O_3. Некоторые из этих элементов, например, алюминий, часто рассматриваются как литогенный элемент, обильно присутствующий в филлосиликатах и глинистых минералах (Oonk et al., 2009b). Вполне вероятно, что сниженные концентрации в пробах из центра поселенческой площадки связаны с аккумуляцией элементов антропогенного происхождения, что уменьшило массовую долю изначальных литогенных элементов, концентрации которых в почве могли оставаться стабильными. Это подтверждает сходство значений как на периферии поселка, так и в фоновой пробе.

Таким образом, археологическая разведка на площадке памятника вкупе с применением методов геохимии позволяет более точно очертить зоны древней антропогенной деятельности на территории поселения, выделив центральную и периферийную части, различия между которыми подтверждены статистически. Анализ распределения элементов позволил выделить локации, вероятно, связанные с интенсивным металлургическим производством, очажными комплексами и участками утилизации отходов на площадке поселения. Рентгенофлуоресцентный анализ стоит признать актуальным методом как для рекогносцировочных работ по выявлению элементов-маркеров культурного слоя, границ активности человеческой деятельности, так и поиска наиболее перспективных зон для ведения стационарных раскопок.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, проект №25-18-20001 «Первые горняки бронзового века в Южном Зауралье: технологии, связи и повседневность», https://rscf.ru/project/25-18-20001/.

Литература

Алаева И.П. (2015) Культурная специфика памятников позднего бронзового века степной зоны Южного Зауралья: дис. к. и. н. М., ИА РАН, 539 с.

Гольева А.А. (2001) Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. М., 200 с.

Григорьев С.А. (2013) Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро. 660.

Куприянова Е.В., Соломонова М.Ю., Трубицына Э.Д., Каширская Н.Н., Кашевская А.О., Афонин А.С., Филимонова М.О., Рябогина Н.Е. (2024) Формирование и функции зольников позднего бронзового века в Южном Зауралье в контексте новых междисциплинарных исследований. *Вестник археологии, антропологии и этнографии,* 4(67), 36–55. https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-3.

Ankushev M.N., Alaeva I.P., Ankusheva P.S., Artemyev D.A., Blinov I.A., Epimakhov A.V., Vinogradov N.B., Zazovskaya E.P. (2025) New data on the chronology, composition of copper-base artifacts and the organization of the Alakul metal production in the Southern Trans-Urals Bronze Age settlements. *Archaeological and Anthropological Sciences,* 17(12). https://doi.org/10.1007/s12520-025-02347-8

Middleton W.D., Price T.D. (1996) Identification of activity areas by multi-element characterization of sediments from modern and archaeological house floors using inductivity coupled plasma-atomic emission spectroscopy. *Journal of Archaeological Science*, 23(5), 673–687.

Oonk S., Slomp C.P., Huisman D.J., Vriend S.P. (2009b) Effects of site lithology on geochemical signatures of human occupation in archaeological house plans in the Netherlands. *Journal of Archaeological Science,* 36(6), 1215–1228.

Oonk, S., Slomp, C.P., Huisman, D.J. (2009a). Geochemistry as an aid in archaeological prospection and site interpretation: current issues and research directions. *Archaeological Prospection*, 16(1), 35–51. https://doi.org/10.1002/arp.344

Voronin K. (2020) Identification of economic activity in a Bronze Age settlement in Central Russia based on the results of XRF analysis of samples of the cultural layer. *Minerals,* 10(7). https://doi.org/10.3390/MIN10070607

Wilson C.A., Davidson D.A., Cresser M.S. (2008) Multi-element soil analysis: an assessment of its potential as an aid to archaeological interpretation. *Journal of Archaeological Science,* 35(2), 412–424.

Zougrou I.M., Katsikini M., Pinakidou F., Paloura E.C., Papadopoulou L., Tsoukala E. (2014) Study of fossil bones by synchrotron radiation micro-spectroscopic techniques and scanning electron microscopy. *Journal of Synchrotron Radiation,* 21(1), 149–160. https://doi.org/10.1107/S1600577513025228

Солонцы погребенных почв Зауралья как сигнал изменения климата в раннем железном веке

Solonetz soils of the Trans-Urals as a signal of climate change in the Early Iron Age

Л.Н. Плеханова
L.N. Plekhanova
ФИЦ ПНЦБИ РАН, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения им. В.А. Ковды, г. Пущино, dianthus1@rambler.ru

Солонцы являются ярким горизонтом почвенного профиля, хорошо выраженным морфологически в виде столбчатых структур, сохраняющихся длительное время на промежутке сотен и тысяч лет. Морфологическая выраженность позволяет четко фиксировать такие почвы как специалистам-почвоведам, так и представителям гуманитарных направлений, работающим с почвой. Фиксация солонцовых горизонтов в Зауралье проведена многократно, и приурочена к памятникам раннего железного века, возраст которых подтвержден археологически. Формирование солонцов Зауралья принято связывать с изменениями климата, преимущественно аридизациями. Морфологическая выраженность позволяет считать солонцы маркером, вполне пригодным для экспресс-диагностики изменений климата, что позволяет корректировать задачи в ходе выполнения полевых работ.

Ключевые слова: солонец, ранний железный век, палеоклимат, аридизация, антропогенное воздействие, погребенная почва, многослойные поселения, археологический памятник, культурный слой, палеоурбанозем

Solonetz horizons are distinctive features of the soil profile, morphologically well-defined by columnar structures that persist over timescales of hundreds to thousands of years. This distinct morphology allows these soils to be clearly identified both by soil scientists and by researchers in the humanities who work with soils. Solonetz horizons have been repeatedly documented in the Trans-Urals region in association with Early Iron Age sites of confirmed archaeological age. The formation of Solonetz soils in the Trans-Urals is generally attributed to climate change, specifically aridization. Furthermore, their distinct morphology makes Solonetz soils a highly suitable marker for the rapid assessment of climate change, enabling the adjustment of objectives during fieldwork.

Keywords: solonetz, Early Iron Age, paleoclimate, aridization, anthropogenic impact, buried soil, multi-layered settlements, archaeological site, cultural layer, paleourbanozem

Основными объектами естественно-научных исследований на археологических памятниках являются погребенные почвы, дневные почвы, сформировавшиеся на курганных насыпях и культурных слоях, исходные и вторичные новообразования, почвенно-грунтовая масса, используемая как материал для сооружения курганов, жилищ, крепостных стен и т.д. Изучение палеопочв археологических памятников позволяет решать вопросы природной эволюции почв с восстановлением вековой динамики, скорости и направленности почвенных процессов, изменений природных условий за историческое время, оценивать скорость восстановления нарушенных систем с момента ухода населения с поселений и вплоть до современности. В полной мере это относится как к погребенным под насыпями почвам, так и к почвам поселенческих памятников. Солонцы в Зауралье встречаются на обоих типах памятников: как погребенные под насыпями (Плеханова, 2004), так и в толще культурных слоев разновозрастных поселений, а также в фоновых почвах (Plekhanova, 2019). Поселенческие памятники исследованы меньше, но именно они могут быть использованы при рассмотрении интеграции культурного слоя в природную среду, роста природно-антропогенных наносов (Плеханова, 2004; Приходь-

ко и др., 2006), и, в конечном счете, при индикации антропогенных воздействий на окружающую среду (Chernisheva et al., 2025; Plekhanova, Udaltsov et al., 2023; Kashirskaya et al., 2019; Хасанова, 2015).

Поселение Ново-Байрамгуловское расположено в Зауралье, между городами Уральск и Белорецк, в 2.4 км от с. Ново-Байрамгулово, в 1 км от обелиска Европа-Азия, в 1.4 км от дер. Гадельшина, вблизи руч. Бакшай. Низкая надпойменная терраса имеет участки с локальными водотоками, которые активизируются в периоды снеготаяния и дождей. В пределах 500-метровой площадки фиксируется два эрозионных вмыва с глубиной промоин до 1 м до подстилающих сильнокаменистых горизонтов; в промоинах видны яшмовидные кремнистые породы, кварц и др., а именно: яшмы (красная, оранжево-зеленая с прослоями, буро-бежевые прослои, черно-белая слоистая), черный кремень, кварц (белый, дымчатый, с зеленоватым оттенком, черный – морион). Отложения плотные, окатанные, жесткие, без трещин и следов выветривания. Поселение является многослойным, нижний слой представляет собой кругоплановое энеолитическое святилище. Оно может быть включено в число так называемых «круглоплановых астроархеологических объектов» Северной Евразии, его планировочное решение зависело от окружающих ориентиров. Вход в сооружение ориентирован на вершину доминирующей над местностью горы Янтык-Баш, причем, во время работы экспедиции наблюдался заход луны точно за вершину этой горы. Мощность культурного слоя составляет 0.8–1 м и делится на два горизонта. Верхний археологический горизонт мощностью 0.6–0.8 м содержит материалы эпохи поздней бронзы. Особенностью горизонта являются обширные золистые прослои мощностью 0.4–0.5 м с большим количеством бытового мусора – фрагментов керамики и костей животных, большей частью разбитых и обугленных. Нижний археологический горизонт, лежащий на материке, имел мощность 0.1–0.2 м и содержал материал, относящийся к эпохе энеолита (суртандинская культура). Оба горизонта содержат большое количество кремневых изделий. Поскольку наложение стоянки эпохи бронзы на энеолитическое святилище носит случайный характер, выявленное сооружение называют «Бакшай», по наименованию ручья. Поселение Ново-Байрамгулово-1 относится к двум эпохам – энеолиту (суртандинская культура, IV–III тыс. до н.э.) и эпохе поздней и финальной бронзы (алакульская, черкаскульская, межовская, саргаринская культуры) (Федоров, Рафикова, 2017), где были вскрыты котлован жилища эпохи финальной бронзы, мусорная свалка эпохи поздней бронзы и ров. По керамическим остаткам было выделено 9 культурно-хронологических групп (Рафикова, 2008).

Почвы многослойного поселения Ново-Байрамгулово являются сложным примером с включенными солонцами в профиле.

Фоновая почва описана в 100 м от памятника под разнотравно-луговой ассоциацией с площадью проективного покрытия 90 %. Доминируют льнянка, бедренец, мятлик, много кротовин. Присутствуют репешок, пырей, также есть синантропы и рудералы, – одуванчик, полынь, коротколепестник. В данном местообитании происходит сукцессионная смена видов от старопахотного сообщества через пастбищное к луговому разнообразному. В почве отворачивается дернина мощностью до 7 см, до 30 см горизонты уплотнены, являясь старопахотными, без следов засоления, языковатый переходный горизонт A/B залегает на 50–90 см, заметен по исчезновению остаточно-зернистой структуры вышележащих горизонтов и переходом к призматической остроребернoй структуре. Включения пестроцветной яшмы заметны на глубине 90 см и обильны глубже 120 см. Почва черноземно-луговая суглинистая языковатая невскипающая с несколькими циклами засоления-рассоления в профиле, реликты которых визуально не видны, но при подсыхании стенки профиля фиксируются на ней в виде

выступающих солей. Разрезы почв *поселения* характеризуют антропогенно-преобразованные почвы, включающие в себя горизонт «культурный слой» различной мощности. Палеоурбанозем поселения вскрыт 7 разрезами, один из которых приведен в таблице.

Верхние 50 см разреза (табл.) представляют собой природно-антропогенный нанос, включающий среднесуглинистый гумусированный культурный слой, впоследствии подвергнутый процессам засоления. Глубже 50 см в разрезах хорошо сохранилась нижняя часть погребенной почвы, представленная горизонтом [A/B], тонкие языки-трещины которого являются реликтом эпохи с континентальным климатом, имевшей место до строительства поселения, т.е. более 3500 лет назад. В фоновой почве фиксируются глубокие языки-трещины одной генерации, что является наглядным свидетельством изменения климата в сторону резкой континентальности (языки-трещины шириной около 10 см, глубиной до 100 см, с размытыми краями). После появления на территории племен эпохи бронзы в почвах фиксируются лишь небольшие тонкие языки-трещины (шириной до 3 см и глубиной до 5 см), заполненные материалом КС (например, в разрезах 2, 4), глубоких клиновидных структур с зольным заполнением не зафиксировано, что свидетельствует о смягчении климатических условий по сравнению с ранним и средним голоценом.

Горизонт A1 (7–40 см) залегает выше культурных слоев, не являясь верхней частью древней почвы, существовавшей до поселения, да и во время эксплуатации территории поселения данный горизонт должен был быть разрушен. То есть, данный горизонт формировался после того, как люди покинули поселение. Его темная часть (25–40 см) лежит глубоко, отражая аномально быстрое осадконакопление в пределах локальной территории. В целом, в его толще впоследствии в несколько этапов сформировались солонцы. Удалось зафиксировать солонцовые структуры двух генераций с различными размерами столбчатых отдельностей [AB_{sl}] (с трещинами и отдельностями, соответственно, через 7–10 см и тонкостолбчатый солонец с отдельностями шириной 3–5 см и длиной до 5–7 см). Данный факт является важнейшим при рассмотрении истории формирования засоленных почв региона, и ключевым, поскольку в нескольких разрезах (впервые в Зауральском регионе) четко зафиксированы солонцы двух генераций, морфологически впоследствии слившиеся в единый горизонт на других памятниках.

Солонцы двух генераций встречены в долине р. Самары, на общей террасе с р. Волгой; здесь поселение исследовалось в комплексе в курганами эпохи бронзы, где до строительства курганов (4 тыс. л.н.) засоление в почвах отсутствовало, а на насыпях курганов по северным склонам шло периодическое активное формирование солонцов, что позволило отнести формирование таких солонцов к эпохе раннего железного века, и согласуется с данными по этой и сопредельным территориям (Демкин и др., 2012; Чернянский, и др., 1999; Плеханова 2004; Таиров, 2003; Зданович и др., 2001; Зах, Рябогина, 2005; Зимина, Зах, 2009).

Памятник-поселение Ново-Байрамгулово расположен в подзоне предгорной лесостепи Зауральского пенеплена, на административной территории Республики Башкирия. Почва сформировалась на суглинистых отложениях подстилаемых делювиально-пролювиальными отложениями. На фоне развития чернозема лугового языковатого суглинистого зафиксированы антропогенно-трансформированные почвы разновозрастного поселения. Нижние горизонты поселения датированы археологически эпохой неолита, а лежащие выше солонцы двух генераций позволяют интерпретировать формирование почв в раннем железном веке под воздействием природных и антропогенных факторов.

Таблица. Морфологическое строение почвы многослойного поселения Ново-Байрамгулово (квадрат G6, западная стенка, разрез 2)

Горизонт, глубина, см	Морфологическое описание
$A_д$ 0–7	Сухой, темно-серый, легкосуглинистый, пылевато-мелкозернистый (зерно 0.5 см), отворачивается. Корнями пронизан сильно, переход в нижележащий заметный.
A1 7–12(17)	Сухой, темно-серый, легкосуглинистый, мелкокомковатый, зернистый (зерно 0.7–1.0 см); корнями пронизан сильно, переход заметный по уплотнению нижележащего горизонта. Поры тонкие, многочисленные.
AB_{sl} 15–25(27)	Сухой, темно-серый, среднесуглинистый с переходами к легкому суглинку, глыбистый, плотный. При подсыхании стенки бровки имеют вертикальное растрескивание через 7–10 см с формированием столбчатой структуры размерами 6(7)×10 см. Верхняя округлая часть классической солонцовой столбчатой структуры не сформирована, но присутствует горизонтальная делимость с формировании призматичности. В левой части профиля хорошо заметно наслоение солонцеватых структур с разными размерами столбчатых отдельностей. Корнями пронизан средне, поры среднего размера редки, тонкие практически незаметны, вероятно, также редки. При солнечном освещении заметен блеск редких включений тонкого песка. Переход ясный по более рыхлому нижележащему горизонту и изменению структуры.
[A1] 25(27)–40(42)	Сухой, темно-серый, более темный, чем вышележащий. Уплотнен слабо, можно назвать слежалым, среднесуглинистый, мелкозернистый (зерно 0.3–0.7 см), грани ребристые. При подсыхании горизонт пылит(!), свежий – рассыпается (зерно до 0.3 см), корнями пронизан средне. Имеет единичные включения крупных камней (до 10–15 см), керамики, кости; присутствуют мелкие камни. Граница перехода тонкозатечная, переход заметный по изменению цвета.
Культурный слой, КС 40(42)–52(57)	Серый, рыхлый. Среднесуглинистый с небольшим утяжелением. Непрочно-комковатый, непрочно-глыбистый. Свежий, рассыпается слабо. Поры очень тонкие, плохо заметны, но пронизанность высокая. Корнями пронизан средне. Каменистые включения разных размеров, присутствуют в небольших количествах. При подсыхании грани отдельностей округлые, кроме того, отдельности рассыпаются. Переход заметный по изменению плотности. Граница слабоволнистая с тонкой затечностью.
[A/B] 55–65(72)	Нижняя часть древней почвы. До существования поселения и антропогенного воздействия. Тяжелосуглинистый. Состоит из многочисленных тонких затеков, гумусово-прокрашенных участков. Отличается высокой уплотненностью. Поры средние (пронизан сильно) и крупные (редко). Включения песка диаметром до 1 мм (более крупнозернистый, чем в вышележащих горизонтах), мелких камней (до 1–2 мм) разного цвета. Неравномерно прокрашен: по серо-коричневатому с желтизной затеки серого гумуса. При подсыхании – остаточно-зернистый с округлыми гранями отдельностей, остаточно мелкопризматичный (до 0.5–0.7 см), слежалый. Подсохшие отдельности довольно крупные – 1 × 2, 3 × 4 см, плотные, рукой давятся с большим трудом. При свежем состоянии разреза структура выглядит комковатой с остаточной зернистостью, мелкие призмы не видны, рассыпается легко. Переход заметный по цвету, граница волнистая-языковатая, с тонкой языковатостью.
BC 6(72)–80↓	Желтовато-коричневый со слабой ржавчиной. Плотный, глыбистый, глинистый. Поры преимущественно средние, пронизан сильно. Многочисленные включения мелких камней (до 1–2 мм), с глубины 80 см – крупных – 20 × 10 см. Возможно, содержит гипс – присутствуют невскипающие белые точки.

В рамках данной конференции ранее мы обсуждали каппаметрию (Plekhanova, 2021) как один из маркеров почвенных процессов, и в короткое время нашли понимание в среде археологов с открытым мышлением (Алаева, 2025). Солонцовый горизонт с яркими столбчатыми отдельностями также может служить внутрипрофильным ориентиром, но с рядом оговорок по периодам активного формирования солонцов. Меньше особенностей интерпретаций солонцовых горизонтов при расположении памятника на хорошо дренированных участках ландшафтов, в частности, на водоразделах. Что касается минералогии пленок солонцовых отдельностей и перераспределения микроэлементов, ионов Na и Mg при активизации солонцовых процессов, детали этих процессов на археологических памятниках являются новейшим полем для исследований.

Автор выражает искреннюю признательность к.и.н. Я.В. Рафиковой, обеспечившей возможность изучения палеопочв разновозрастного памятника.

Текст разработан при поддержке РНФ (грант № 25-68-00011 «Tempora incognita в истории Волго-Уральского региона: культурно-исторические, антропологические, палеоэкологические предпосылки и последствия смен эпох и культур на рубеже поздней бронзы – в начале раннего железного века»).

Литература

Алаева И.П. (2025) Каппаметрия культурного слоя позднего бронзового века: вопросы применения и интерпретации результатов. *Уфимский археологический вестник*, 25(2), 256–272.

Демкин В.А., Скрипкин А.С., Ельцов М.В., Золотарева Б.Н., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Кузнецова Т.В., Удальцов С.Н., Каширская Н.Н., Плеханова Л.Н. (2012) Природная среда Волго-Уральских степей в савромато-саматскую эпоху (VI в. до н.э. – IV в. н.э.). Пущино, 215 с.

Зах В.А., Рябогина Н.Е (2005) Ландшафты и человек в среднем и позднем голоцене лесостепного Тоболо-Ишимья. *Антропология, этнография и антропология Евразии*, 4, 75–90.

Зимина О.Ю., Зах В.А. (2009) Нижнее Притоболье на рубеже бронзового и железного веков. Новосибирск: Наука, 232 с.

Зданович Г.Б., Иванов И.В., Плеханова Л.Н. (2001) Музей-заповедник «Аркаим» в Стране Городов. *Природа,* 9(1033), 50–58.

Плеханова Л.Н. (2004) Природно-антропогенная эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена. Автореф. дис. к.б.н. МГУ им. М.В. Ломоносова. М. 22 с.

Приходько В.Е., Манахова Е.В., Манахов Д.В., Плеханова Л.Н., Захарова Ю.В. (2006) Изменение состояния гумуса почв степного Зауралья в заповедном режиме. *Вестник Московского университета*. Сер. 17: *Почвоведение*, 3, 10–17.

Рафикова Я.В. (2008) Керамика Ново-Байрамгуловского поселения (святилища Бакшай) из раскопок 2004 г. *Вестник ВЭГУ*, 6(38), 69–75.

Таиров А.Д. (2003) Изменения климата степей и лесостепей Центральной Евразии во II–I тыс. до н.э.: мат. к историческим реконструкциям. Челябинск: Рифей, 68 с.

Чернянский С.С., Иванов И.В., Демкин В.А., Таиров А.Д. (1999) Черноземы и солонцы Зауралья во второй половине голоцена: результаты почвенно-археологических исследований. Курган с «усами» Солончанка-I. Челябинск, 98–133.

Федоров В.К., Рафикова Я.В. (2017) Бакшай. древнее святилище Башкирского края. Уфа: Восточная печать, 176 с.

Хасанова Р.Ф. (2015) Экологическое состояние засоленных почв Башкирского Зауралья. *Вестник Оренбургского государственного университета*, 6(181), 143–145.

Chernysheva E., Kashirskaya N., Demkina E., Khomutova T., Plekhanova L., Borisov A. (2025) Organic grave good-related soil microorganisms: read-out of soil biological memory for archaeological research. *Catena*, 254, 108955.

Kashirskaya N., Chernysheva E., Plekhanova L., Borisov A. (2019) Thermophilic microorganisms as an indicator of soil microbiological contamination in Antiquity and at the present time.

19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019. Conference proceedings. Soils; Forest Ecosystems. Sophia, 569–574.

Plekhanova L.N. (2019) Anthropogenic degradation of soils on river terraces in the Volga–Ural region in the Bronze age and its effect on the modern soil–plant cover. *Arid Ecosystems*, 9(3), 187–192 https://doi.org/10.1134/S2079096119030077.

Plekhanova L.N. (2021) Influence of paleoclimatic environment on soil magnetic susceptibility. *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences.* Springer, Cham, 20-26. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48864-2_3.

Plekhanova L.N., Udaltsov S.N., Syrovatko A.S., Kashirskaya N.N. (2023) Low activity forms of cellulosolitic microorganisms in archaeological contexts. *Biophysics,* 68(5), 823–830.

ЧАСТЬ 4. ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ И БИОАРХЕОЛОГИЯ

Эволюция питания населения Западного Забайкалья от позднего бронзового века до эпохи Средневековья: к оценке социальной структуры древних обществ

Dietary evolution of the Western Transbaikalia population from the Late Bronze Age to the Middle Ages: toward assessing the social structure of ancient societies

А.М. Хубанова[1], Б.А. Базаров[2], В.Б. Хубанов[1]
A.M. Khubanova, B.A. Bazarov, V.B. Khubanov
[1]ИФЗ РАН, г. Москва, *hubanova81@mail.ru*
[2]ИМБТ СО РАН, г. Улан-Удэ

На основании изотопного ($\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$) исследования костных остатков индивидов и фауны из памятников позднего бронзового – раннего железного веков (культур плиточных могил, курганов-керексуров, хунну) и эпохи Средневековья прослежено изменение условий питания кочевого населения Западного Забайкалья. Показано, что диета ранних номадов бронзового века была относительно однородной и состояла преимущественно из мясомолочных продуктов, полученных вследствие разведения скота в условиях степи и сухой степи. В хуннское время рацион питания кочевников был существенно иным и включал в себя мясомолочную продукцию, зерновые (просо) и пресноводную рыбу. В средние века кочевое общество по условиям питания было несколько более дифференцированным: доминируют кочевники с диетой из мяса степных животных и просо, а также есть группа людей с диетой из мяса лесных животных и один индивид с диетой из пресноводной рыбы. Различие особенностей питания населения Западного Забайкалья в разные времена обусловлено степенью закрытости или открытости для культурно-экономического обмена, а также социально-экономической однородностью или неоднородностью древних обществ.

Ключевые слова: изотопы углерода и азота, палеодиета, поздний бронзовый век, ранний железный век, эпоха Средневековья, Западное Забайкалье.

Stable carbon ($\delta^{13}C$) and nitrogen ($\delta^{15}N$) isotopic compositions were measured in human and faunal bones from Western Transbaikalia, spanning the Late Bronze Age (Slab Grave culture and Kheregsuur of stone mound or kurgan culture), the Early Iron Age (Xiongnu period), and the Middle Ages. These data were used to reconstruct dietary changes among the nomadic populations of the region. The results indicate that during the Late Bronze Age, the diet was relatively homogeneous, relying primarily on meat and dairy products from livestock raised in steppe and dry-steppe environments. In the Xiongnu period, the dietary pattern shifted markedly, incorporating not only meat and dairy but also millet and freshwater fish. During the Middle Ages, nomadic society exhibited greater dietary differentiation: the majority of individuals consumed a diet of meat from steppe animals and millet, while a distinct subgroup relied on forest game, and a single individual showed evidence of freshwater fish consumption. These diachronic differences are attributable to variations in the intensity of cultural and economic exchanges, as well as to the degree of socioeconomic stratification – from relatively egalitarian communities in the Bronze Age to more complex, hierarchical societies in later periods.

Keywords: stable isotopes, paleodiet, Late Bronze Age, Early Iron Age, Middle Ages, Western Transbaikalia

Традиционно степные зоны Южной Сибири на протяжении многих веков заселяли народы с кочевым укладом хозяйствования. Это предполагает то, что в разные эпохи степное население имело относительно однообразное питание, базирующееся на мя-

сомолочной продукции номадного скотоводства. Однако исследования последних лет показали, что в ряде случаев рацион питания древних кочевников был более разнообразным и включал существенное количество продуктов земледелия (Крадин, 2005; 2020; Miller, 2024). В свете этого факта возникают вопросы: «Когда и почему в обиходе древних кочевников возникло производство и потребление растительной сельскохозяйственной продукции?» и «Существовала ли зависимость рациона питания от социально-экономической структуры древних обществ?». В контексте поиска ответов на поставленные вопросы авторами проведено изотопное исследование костных остатков индивидов кочевого населения и фауны из памятников позднего бронзового – раннего железного веков (культур плиточных могил, курганов-керексуров, хунну) и эпохи Средневековья Западного Забайкалья.

Для эпохи позднего бронзового века изучены антропологические и зооархеологические материалы памятников Ацай II, Верхний и Нижний Бургултай, Дэдэ-Сутой, Пестерево (Khubanova et al., 2025). Для характеристики эпохи хунну использованы материалы из погребений Ильмовая Падь, Нур-Тухум, Гуджир Мыгэ, Енхор и неукрепленного поселения Нижний Мангиртуй (Kradin et al., 2021). В качестве примера для средневекового времени исследованы погребения Енхорского могильника, отнесенных первоначально к тюрко-монгольскому времени (VIII–XIV вв. н.э.) (Именохоев, 1988), а затем объединенные в рамках раннемонгольской археологической культуры (VII–XIV вв. н.э.) (Именохоев, 1992).

Согласно изотопному составу углерода и азота костных тканей ранних кочевников позднего бронзового века ($\delta^{13}C$ – от -19.5 до -17.6 ‰ и $\delta^{15}N$ – от 10.3 до 12.2 ‰), их диета была относительно однородной и состояла преимущественно из мясомолочных продуктов, полученных вследствие разведения скота в степных и сухостепных условиях.

У кочевников хунну изотопный состав углерода варьирует от -13.1 до -15.8 ‰, а азота – от 11.7 до 13 ‰. Эти данные указывают на то, что в хуннское время рацион питания кочевников был существенно иным и включал, помимо мясомолочной продукции, зерновые (прежде всего, просо) и пресноводную рыбу.

В Средневековье кочевое общество демонстрирует большую дифференциацию рациона. Доминируют индивиды (28 чел.), чья диета включала мясо степных животных и просо; для них изотопный состав углерода варьирует от -16.7 до -13.8 ‰, а азота – от 9.4 до 12.0 ‰. Четыре индивида имеют изотопный состав, смещенный в сторону облегченных значений отношений ($\delta^{13}C$ от -19.4 до -17.4 ‰ и $\delta^{15}N$ – от 9.5 до 10.8 ‰), что предполагает доминирование в их рационе мяса лесных животных. У одного индивида отмечен относительно облегченный изотопный состав углерода ($\delta^{13}C$ = -20.1 ‰) и утяжеленный изотопный состав азота ($\delta^{15}N$ = 13.6 ‰), что, вероятно, обусловлено прижизненной диетой, состоящей преимущественно из пресноводной рыбы.

Таким образом, общество ранних кочевников позднего бронзового века характеризуется рационом питания из молока и мяса степных животных. В более поздний период (ранний железный век) питание населения стало более разнообразным и включало, помимо мясомолочной продукции, зерновые культуры и пресноводную рыбу. Смена пищевых предпочтений во время перехода от бронзового века к железному происходила во многих регионах Евразийской степи, но в разные абсолютные временные отрезки (Ventresca Miller and Makarewicz, 2019). Возможно, на их смену повлияло расширение экономических и политических связей с внешним миром в железном веке по сравнению с бронзовым периодом, когда более важными были внутренние взаимоотношения в рамках традиционного кочевого хозяйствования. Вполне ожидаемо, что хуннское общество имело социальное расслоение. В некоторой степени это подтверждается материалами

Иволгинского могильника: анализ 216 раскопанных погребений показал, что стратификация отражалась как в составе погребального инвентаря, так и в различиях объема и вида пищевых продуктов, помещенных в могилы (Давыдова, 1985; 1996). Следует отметить, что этот вопрос требует дальнейшего изучения и подтверждения непосредственно изотопными данными.

В эпоху Средневековья потребление проса и, соответственно, роль земледелия, остаются высокими. Однако наличие в выборке людей с иным типом питания указывает на социальное расслоение общества, по крайней мере, в рамках различий по типу хозяйствования (скотоводство и земледелие, охота, рыболовство).

Исследование выполнено в рамках государственных заданий ИФЗ РАН и ИМБТ СО РАН (проект «Археологические культуры и этнические общности в динамике социокультурных процессов Внутренней Азии») № 126020616724-3.

Литература

Давыдова А.В. (1985) Иволгинский комплекс (городище и могильник) — памятник хунну в Забайкалье. Л.: Изд-во ЛГУ. 111 с.

Давыдова А.В. (1996) Иволгинский археологический комплекс. Т. 2: Иволгинское городище. Археологические памятники сюнну. Вып.2. СПб: «Петербургское Востоковедение». 176 с

Именохоев Н.В. (1988) Средневековый могильник у с. Енхор на р. Джиде. *Памятники эпохи палеометалла в Забайкалье*. Улан-Удэ, 108–128.

Именохоев Н.В. (1992) Раннемонгольская археологическая культура. *Археологические памятники средневековья в Бурятии и Монголии*. Новосибирск, 23–48.

Крадин Н.Н. (2005) Социально-экономический строй хунну Забайкалья. *Археология, этнография и антропология Евразии*, 1(21), 79–86.

Крадин Н.Н. (2020). Империя Хунну. СПб.: «Издательство Олега Абышко». 304 с.

Kradin N.N., Khubanova A.M**.**, Bazarov B.A., Miyagashev D.A., Khubanov V.B., Konovalov P.B., Klementiev A.M., Posokhov V.F., Ventresca Miller A.R. (2021) Iron Age societies of Western Transbaikalia: Reconstruction of diet and lifeways. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 38, 102973. https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102973

Miller B.K. (2024) Xiongnu: The World's First Nomadic Empire. Oxford. University Press, 384 p.

Khubanova A.M., Khubanov V.B., Miyagashev D.A., Dikiy Ya. V., Bazarov B.A., Savchuk O.V., Smoleva I.V. (2025) Human diet and lifeways during Late Bronze and Early Iron Age (Pre-Empire of Xiongnu Time) of Western Transbaikalia: Reconstruction by **C**-N Isotopes. *Archaeological Research in Asia*, 41, 100593.

Ventresca Miller A.R., Makarewicz C.A. (2019) Intensification in pastoralist cereal use coincides with the expansion of trans-regional networks in the Eurasian Steppe. *Scientific Reports*, 9, 8363. https://doi.org/10.1038/s41598-018-35758-w.

Исследование мобильности древнего и средневекового населения Нубийской пустыни по данным анализа изотопов Sr: первые результаты

A study of the mobility of ancient and medieval populations in the Nubian Desert using Sr isotope analysis: preliminary results

А.А. Крол[1], А.Х. Чиркова[1], Н.Я. Березина[1], А.Б. Савинецкий[2], Д.С. Водолазова[1], О.А. Крылович[2], А.Б. Кузнецов[3], О.К. Каурова[3]

A.A. Krol, A.Kh. Chirkova, N.Ya. Berezina, A.B. Savinetsky, D.S. Vodolazova, O.A. Krylovich, A.B. Kuznetsov, O.K. Kaurova

[1]НИИ и Музей антропологии им. Д.Н. Анучина МГУ, г. Москва, alexikrol@mail.ru

[2]Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

[3]Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург

Работа посвящена представлению предварительных результатов анализа изотопного состава Sr скелетных останков людей и животных, которые были исследованы во время работы Нубийской археолого-антропологической экспедиции НИИ и Музея антропологии МГУ на памятниках Дерахейб и Ониб (Республика Судан). Цель исследования заключается в оценке мобильности древнего населения рассматриваемого региона. Анализ изотопного состава Sr эмали зубов и костной ткани проводился по материалам с неолитического могильника Хофра и Южного некрополя близ средневекового памятника Дерахейб. По предварительным результатам исследования можно заключить, что внутри двух рассматриваемых выборок, представленных образцами неолитического времени и эпохи Средневековья, исследуемое население проживало относительно компактно в одном регионе.

Ключевые слова: Судан; Вади-аль-Аллаки, некрополь Хофра, поздний неолит, скотоводство, Дерахейб, Средневековье, физическая антропология, зооархеология, изотопы стронция, мобильность

This paper presents preliminary results of strontium isotope analysis of human and animal skeletal remains, which were studied during the Nubian Archaeological and Anthropological Expedition of the Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University at the Sites of Deraheib and Onib (The Republic of Sudan). The aim of the study is to assess the mobility of the ancient population in the region. Strontium isotope analysis of tooth enamel and bone tissue was conducted using materials from the Neolithic burial ground of Khofra and the Southern Necropolis near the medieval site of Deraheib. Based on the preliminary results, it can be concluded that within the two samples under consideration, representing samples from the Neolithic and Medieval periods, the populations studied lived relatively compactly in a single region.

Keywords: Sudan, Wadi al-Allaqi, Khofra necropolis, Late Neolithic, cattle pastoralism, Deraheib, Middle Ages, physical anthropology, zooarchaeology, strontium isotopes, mobility

Исследование посвящено обсуждению изотопного состава Sr скелетных останков людей и животных, изученных во время работы Нубийской археолого-антропологической экспедиции НИИ и Музея антропологии МГУ на памятниках Дерахейб и Ониб (Республика Судан) с целью охарактеризовать мобильность древнего населения.

На Южном некрополе археологического памятника Дерахейб экспедицией было исследовано 50 захоронений, 43 из которых относятся к погребениям мусульманского населения, и 7 – населению Восточной пустыни позднеантичного периода. Средневековая часть некрополя датируется IX–XI вв. н.э. В этот период на территории памятника функционировал город Аль-Аллаки – центр золотодобычи в Нубийской пустыне, крупный логистический центр, через который проходили торговые пути и маршруты движения паломников в хадж (Крол и др., 2023; Krol et al., 2022).

На некрополе Хофра в Онибе были обнаружены ритуальные захоронения крупного и мелкого рогатого скота, которые, согласно данным радиоуглеродного анализа, относятся к V тыс. до н.э. Также на этом памятнике были исследованы останки 8 индивидов. Погребения датированы неолитическим периодом (V–III тыс. до н.э.). Предварительные данные исследования некрополя, местонахождений каменных орудий и керамики, петроглифов дают основания считать, что в период позднего неолита здесь проживало население, основу хозяйственной жизни которого составляло кочевое скотоводство.

Рассматриваются материалы, полученные при исследовании памятников Хофра и Дерахейб. Для оценки мобильности используются результаты анализа изотопного состава Sr эмали зубов и костной ткани. Анализ проведён в лаборатории изотопной хемостратиграфии и геохронологии осадочных пород ИГГД РАН (г. Санкт-Петербург). Всего к анализу был представлен 21 образец, включающий зубы и кости погребённых людей (8 обр.), крупного и мелкого рогатого скота (11 обр.), также в качестве фона были исследованы речные раковины моллюсков (2 обр.).

Значение $^{87}Sr/^{86}Sr$ в кости и эмали зубов рассматривается как маркер пребывания индивидов на сходной или отличной по своим геохимическим параметрам территории. По результатам исследования можно заключить, что внутри двух рассматриваемых выборок, представленных образцами неолитического времени и эпохи Средневековья, исследуемое население проживало относительно компактно в одном регионе. Отношение $^{87}Sr/^{86}Sr$ в остатках крупного и мелкого рогатого скота совпадает с диапазоном этого отношения в образцах погребённых людей. В целом, это может свидетельствовать о том, что люди и животные пребывали в одинаковых экологических условиях в эпоху неолита.

В целом, Sr-изотопные данные, полученные по материалам из Южного некрополя памятника Дерахейб, указывают на пребывание средневекового населения на одной территории, кроме одного значения $^{87}Sr/^{86}Sr$, выбивающегося из общего диапазона. Отклоняющее значение принадлежит одному индивиду, который имеет значительные отличия и по палеоантропологическим характеристикам (Fedorchuk et al., 2024). Вероятно, в исследовании удалось выявить индивида, происходящего из другого региона.

В проведённом исследовании изотопный состав Sr скелетных останков людей и животных из погребальных памятников Дерахейб и Ониб был использован для реконструкции мобильности. Изотопный состав Sr позволил предположить, что население котловины Ониб в поздненеолитический период и жители средневекового города Аль-Аллаки проживали достаточно компактно на одной территории. Эти данные применительно к средневековой истории Дерахейба означают, что на Южном некрополе по преимуществу были погребены горожане Аль-Аллаки, которые были заняты обеспечением функционирования приисков, организацией караванной торговли и передвижения паломников, направлявшихся в хадж, а не рабочие приисков или паломники.

Полученные данные по неолитическому населению котловины Ониб и скоту, который они разводили, свидетельствуют, вероятно, о том, что в V–III тыс. до н.э. жители этого региона практиковали скотоводство, при котором выпас скота был ограничен территорией котловины. Здесь же находилось основное поселение и некрополь. Эти предварительные выводы подкрепляют и полученные в ходе экспедиции археологические материалы.

Литература

Крол А.А., Березина Н.Я., Гордеев Ф.И., Калинина О.С., Толмачева Е.Г., Чиркова А.Х., Лейбова Н.А. (2023) Исследования Нубийской археолого-антропологической экспедиции НИИ и

Музея антропологии МГУ в центральном Атбае (2017–2022). *Востоковедные полевые исследования. Мат. Всерос. науч. конф. 2021–2022 гг. Избранные доклады*. М.: ИВ РАН, 258–296.

Fedorchuk O.A., Chirkova A.Kh., Ladynin I.A., Berezina N.Ya. (2024) A craniometric study of the medieval sample from Deraheib (Northern Sudan). *Bulletin of Archaeology, Anthropology and Ethnography [Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii]*, 1(64), 128–137 https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-64-1-11.

Krol A.A., Berezina N.Ya., Chirkova A.Kh., Fedorchuk O.A., Gordeev F.I., Kalinina O.S., Tolmacheva E.G. (2022) Research of the Nubian archaeological and anthropological expedition of the Research Institute and the Museum of Anthropology of Moscow State University in Central Atbai (2017–2022). *Moscow University Anthropology Bulletin* [*Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*], 3, 100–124 https://doi.org/10.32521/2074-8132.2022.3.100-124.

Система жизнеобеспечения Фанагории и Херсонеса по изотопным данным

Life-support systems of Phanagoria and Chersonesus based on stable isotope analysis

Н.Г. Свиркина
N.G. Svirkina
Институт археологии РАН, г. Москва, svirkina.natalia@mail.ru

На основании изотопного анализа ($\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$) коллагена костной ткани людей, животных, а также растительных остатков из античных центров Северного Причерноморья реконструированы системы жизнеобеспечения двух городов-полисов: Фанагории (Боспорское царство) и Херсонеса. Показано, что диета жителей обоих городов базировалась на растениях умеренного климата и продуктах животноводства. Фанагория отличается гетерогенностью рациона: часть населения имела пищевые привычки, характерные для варварских степных групп, что может отражать как сохранение традиций мигрантами, так и поступление ресурсов из-за пределов хоры. Херсонес, напротив, демонстрирует гомогенную структуру питания, близкую западно-причерноморским греческим колониям, что указывает на более замкнутую систему, ориентированную на местные ресурсы.

Ключевые слова: Северное Причерноморье, античная культура, диета, культурные контакты

Based on isotope analysis ($\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$) of bone collagen from humans, animals, and plants from ancient sites of the Northern Black Sea region, the subsistence systems of Phanagoria (Bosporan Kingdom) and Chersonesus were reconstructed. The diet of both city-states was based on temperate plants and animal products. Phanagoria is characterized by dietary heterogeneity: part of the population had dietary patterns typical of steppe groups, which may reflect either the preservation of migrant traditions or the incorporation of resources from beyond the chora. Chersonesus, in contrast, demonstrates a homogeneous dietary pattern close to Western Pontic Greek colonies, indicating a more closed system oriented towards local resources.

Keywords: North Black sea region, Greek-Roman culture, diet, cultural contacts

Богатейшее археологическое наследие античного Северного Причерноморья в последнее десятилетие переживает период интенсивного пополнения новыми материалами, поступающими, прежде всего, в результате масштабных охранно-спасательных работ, а также расширения инструментальных и аналитических возможностей изучения различных категорий археологических материалов. Эти новые возможности обращаются к классическим вопросам культурно-исторического развития региона античного мира

в контакте с крупнейшими культурными явлениями восточноевропейских степных пространств. Несмотря на всю сложность поликультурной ситуации в Северном Причерноморье на протяжении всего периода бытования античной культуры от появления первых греческих колонистов до падения античной цивилизации, именно это взаимодействие культур оказывается в центре внимания исследователей.

В связи с этим особый интерес представляет изучение разных аспектов обыденной жизни. Традиция питания – неотъемлемая часть «культуры повседневности», передающейся от поколения к поколению через семейные традиции. С другой стороны, питание является проявлением экономических основ системы обеспечения. Исходя из этих позиций можно считать, что изучение питания населения античного Причерноморья – один из путей понимания культурного взаимодействия и экономического развития.

Выводы о составе рационов, основанные на изотопии азота и углерода, базируются на экологических закономерностях. Углерод в коллагене костной ткани поступает из пищевых белков, а также из углеводов и жиров, тогда как азот происходит исключительно из белков (Koch, 2007).

Соотношения стабильных изотопов ($\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$) отражают трофический уровень: с каждым звеном пищевой цепи накопление тяжелых изотопов возрастает. Исходный уровень задается типом фотосинтеза растений: у C_3-растений (растения умеренного климата) среднее значение $\delta^{13}C$ составляет около –26 ‰, у C_4-растений (растения аридных зон, например, просто, сорго, кукуруза) – около –13 ‰ (Richards, 2019). При переходе от растений к травоядным в результате фракционирования $\delta^{13}C$ возрастает на 4–5 ‰, далее на 0.8–1.3 ‰ за уровень (Ambrose, Norr, 1993). Акватические пищевые сети имеют сильно различающиеся показатели $\delta^{13}C$, но, как правило, занимают промежуточное положение между C_3 и C_4 растениями. Фракционирование $\delta^{15}N$ от жертвы к хищнику составляет 3–6 ‰ (Ambrose, Norr, 1993).

Описанные выше закономерности реализуются в конкретных экосистемах, поэтому крайне важно располагать данными об изотопных сигналах археоботанических и археозоологических материалов. К настоящему моменту собрана первая обширная база изотопных данных (более 100 измерений $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$) для античных памятников Северного Причерноморья VI в. до н.э. – V в. н.э. Образцы растений, животных и рыб представлены костными материалами из объектов и культурных слоёв городищ и некрополей памятников Боспора (Фанагория, Горгиппия, Гермонасса, Танаис, Пантикапей), а также Херсонеса и его ближайшей округи (Фронтовое 3, Киль-Дере 1, Масляная гора). Таким образом, сформировано пространство координат, в которые могут быть вписаны изотопные маркеры питания людей. Изотопные исследования в регионе активно предпринимаются на протяжении практически десяти лет и многие результаты введены в научный оборот.

В рамках данной работы будут обобщены наблюдения для двух античных центров Северного Причерноморья, что, прежде всего, обусловлено их наибольшей изученностью. Первый – Фанагория – крупный урбанистический центр Боспорского царства расположенный на побережье Керченского пролива, второй – Херсонес – город-полис на юго-западной оконечности Крымского полуострова.

Распределение изотопных сигналов растений, животных и рыб из Боспорских памятников соответствует ожидаемым закономерностям для наземных и акватических систем. Образцы из Херсонеса и его округи представлены растениями и животными, распределение изотопных сигналов которых отличается. Для животных (КРС, МРС, свинья) характерно более компактное распределение изотопных показателей, а также более низкие изотопные сигналы, прежде всего $\delta^{15}N$, что отражает разные экологиче-

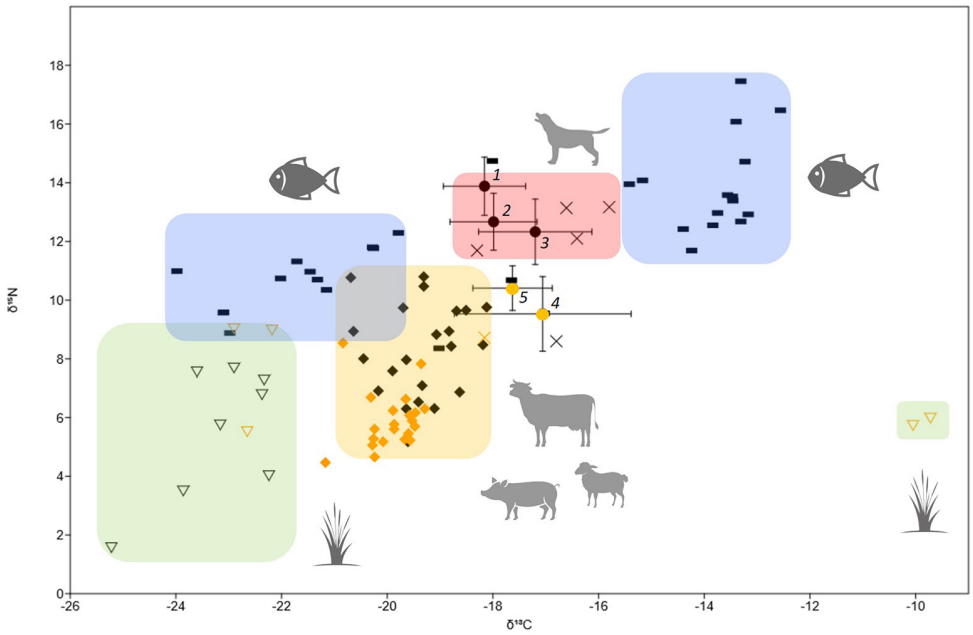


Рис. Распределение изотопных значений $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ (‰) растений (▼), животных (♦ и ×) и рыб (**-**). Образцы из памятников Боспорского царства обозначены чёрными значками, Херсонеса и его округи – оранжевыми. Усреднённые значения и стандартное отклонение для людей Фанагории эллинистического (*1*), римского (*2*), позднеантичного (*3*) периодов и Херсонеса классического (*4*) и римского (*5*) периодов.

ские ситуации для Херсонеса и Боспора. Различия в экологической основе пищевой цепи закономерно отражаются на её финальном звене – человеке: расположение изотопных показателей которых соответствует ситуации, когда основой рациона служат местные ресурсы (рис.).

Диета жителей двух урбанистических центров основана на растениях умеренного климата и продуктах животноводства. Доля последних значительно варьирует. Акватические ресурсы очень разнообразны по своим изотопным сигналам, что затрудняет интерпретацию, а отсутствие релевантных данных для Херсонеса не позволяет оценить вклад этого источника. С большой долей уверенности можно говорить о присутствии промысловой рыбы на столах у фанагорийцев. Ресурсы аридных экосистем, в частности, просо, присутствуют в рационе отдельных индивидов.

Сравнение изотопных сигналов людей из двух античных полисов Северного Причерноморья с другими синхронными античными памятниками с побережья Черного моря и скифо-сарматскими группами региона и прилегающих территорий позволяет увидеть специфику первых. Отмечена гетерогенность рациона фанагорейцев (59 инд.): большинство индивидов близко к западно-причерноморскому греческому кластеру, однако присутствует группа индивидов с сигналами, характерными для варварских степных групп (повышенные величины $\delta^{13}C$), что отражает неоднородность пищевых предпочтений населения города. Это может указывать как на сохранение пищевых традиций мигрантами, так и включение в рацион ресурсов, поступивших из-за пределов хоры. Херсонес (45 инд.), напротив, компактно примыкает к западно-причерноморскому греческому кластеру, демонстрируя более гомогенный и «греческий» рацион без значимо-

го варварского влияния, что указывает на более замкнутую систему жизнеобеспечения, ориентированную на местные ресурсы.

Просяные кушанья не типичны для представителей античных традиций в Северном Причерноморье, но составляли традиционный ассортимент у скифо-сарматских групп. Недавние результаты генетического исследования двух людей из позднеэллинистического склепа показали, что женщина и мужчина имели разное происхождение, хотя оба были погребены по единому эллинистическому обряду. Женщина с повышенными значениями $\delta^{13}C$ (что может указывать на употребление проса) имела восточноевропейское происхождение и, вероятно, сохраняла свои пищевые привычки (Рождественских и др., 2026). Присутствие в городской среде людей с такими предпочтениями может указывать на адаптивность системы жизнеобеспечения, включавшей в оборот ресурсы, востребованные отдельными группами населения.

Стабильность в использовании пищевых ресурсов характерна для Фанагории на протяжении столетий (III в. до н.э. – V в. н.э.) (Свиркина, 2022). К сожалению, мы не располагаем данными, позволяющими охарактеризовать специфику ресурсной основы диеты для более раннего периода, связанного с временем становления колонии.

В свою очередь, распределение изотопных сигналов жителей Херсонеса на колониальном этапе (V–IV вв. до н.э.) характеризуется широким разбросом показателей, что, вероятно, отражает адаптацию населения к новым условиям, освоение местных ресурсов и становление устойчивых пищевых моделей. С превращением Херсонеса в крупный полис структура рациона, по-видимому, стабилизируется, что может свидетельствовать о формировании системы потребления, характерной для сложившегося урбанистического центра (Свиркина, 2025).

Полученные результаты дополняют и уточняют сложившиеся на основе письменных и археологических источников представления о системе жизнеобеспечения населения античных полисов Северного Причерноморья.

Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 24–78–00093 «Рацион питания населения урбанистических центров Боспорского царства и Херсонеса по изотопным данным».

Литература

Рождественских Е.В., Манахов А.Д., Ворошилов А.Н., Свиркина Н.Г., Айтуганова Э.Д., Кунижева С.С., Андреева Т.В., Остапенко С.Н., Кузнецов В.Д., Рогаев Е.И. (2026) Историческая генетика Фанагории: геномный анализ людей из эллинистического склепа. *Краткие сообщения Института археологии*, 282, 309–323 https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.282.309-324.

Свиркина Н.Г. (2022) *Население Фанагории в III в. до н.э. – V в. н.э. (по палеоантропологическим материалам из Восточного некрополя)*: дис. ... к.и.н. М.: ИА РАН. 498 с.

Свиркина Н.Г. (2025) Изотопный анализ коллагена костной ткани как метод реконструкции диеты жителей Херсонеса (V–IV вв. до н.э.). *Материалы по археологии и истории античного и средневекового Причерноморья*, 19, 220–234 https://doi.org/10.53737/2713-2021.2025.35.80.007

Ambrose S.H., Norr L. (1993) Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In: Lambert, J. and Grupe, G. (eds.) *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level. New York: Springer-Verlag*, 1–37 https://doi.org/10.1007/978-3-662-02894-0_1.

Koch P.L. (2007) Isotopic study of the biology of modern and fossil vertebrates. *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science,* 2, 99–154.

Richards M.P. (2019) Isotope analysis for diet sudies. In: Richards M.P., Britton K., (eds.) *Archaeological Science: An Introduction*. Cambridge University Press, 125–144 https://doi.org/10.1017/9781139013826.006.

Первые результаты исследования текстиля из могильников раннего железного века Магнитный и Кичигино I (Южное Зауралье)

The first results of the study of textiles from the Magnitny and Kichigino I burial grounds of the Early Iron Age (Southern Trans-Urals)

К.Г. Маргарян[1], М.А. Рассомахин[2], В.С. Бусова[3], А.Д. Таиров[1]
K.G. Margarian, M.A. Rassomakhin, V.S. Busova, A.D. Tairov
[1]Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, konoplyova-ksenya@mail.ru
[2]Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс
[3]Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург

В работе приводятся предварительные результаты исследования с помощью электронной микроскопии фрагментов текстиля из двух погребальных комплексов: Кичигино I, курган 5, могильная яма 1 (вторая половина-конец VII в. до н.э.) и Магнитный, курган 21 (вторая половина II – начало III вв. н.э.). В обоих случаях текстиль, предположительно, представлен шерстяными волокнами. С помощью энергодисперсионной спектроскопии в составе образца из Магнитного был выявлен Al, который, скорее всего, является составляющей алюминиевых квасцов. Они издревле используются при протравливании окрашенных тканей для закрепления красителя.

Ключевые слова: текстиль, сканирующая электронная микроскопия, ранний железный век, кочевники

This study presents preliminary results of an electron microscopy study of textile fragments from two burial complexes: Kichigino I, kurgan 5, burial pit 1 (from second half to the late 7th century BC) and Magnitny, kurgan 21 (from second half of 2nd to the early 3rd century AD). In both cases, the textiles were made from wool fibers. Energy-dispersive spectrum and X-ray diffraction reveal aluminum in the Magnitny sample, which is most likely a component of alum. Alum has been used in mordanting fabrics to fix the dye since ancient times.

Keywords: textiles, scanning electron microscopy, Early Iron Age, nomads

В настоящей работе приводятся предварительные результаты анализа текстиля из двух могильников раннего железного века Кичигино I и Магнитный.

Могильник Кичигино I, курган 5, могильная яма 1 (Увельский район, Челябинская область, 2008 г.). Погребальный комплекс представляет собой захоронение знатного воина с разнообразным инвентарем, совершенное во второй половине-конце VII в. до н.э. (Таиров, 2015). Справа к поясу погребенного с помощью трехчленной бронзовой цепи был подвешен железный кинжал в деревянных ножнах, во втором отделении которых находился длинный узкий железный нож. Под ножнами располагалось «зеркало» с длинной ручкой в виде заостренного на конце штыря и петелькой на оборотной стороне. С помощью кожаного ремешка оно подвешивалось к бронзовому крюку, закрепленному на поясе (Таиров, 2015, с. 300, 302, рис. 2–4). Благодаря контакту с железными и бронзовыми изделиями сохранился округлый плоский фрагмент деревянного (?) изделия с остатками органических материалов на поверхности (чехол «зеркала») (рис. 1, *1, 1а, 1б*) и отпечаток текстиля из-под железного кинжала (рис. 1, *2, 2а*). Общие размеры комплекса органики 8.2 × 4.7 см. Конгломерат из дерева (?) и органических остатков изучен методом микроскопии, в результате использования которой зафиксированы следующие слои: 1 – тонкая кожа животного, 2 – прослойка меха в продуктах коррозии, 3 – текстиль, 4 – неразличимая темная органика (?). На поверхности фрагмента дерева зафиксированы

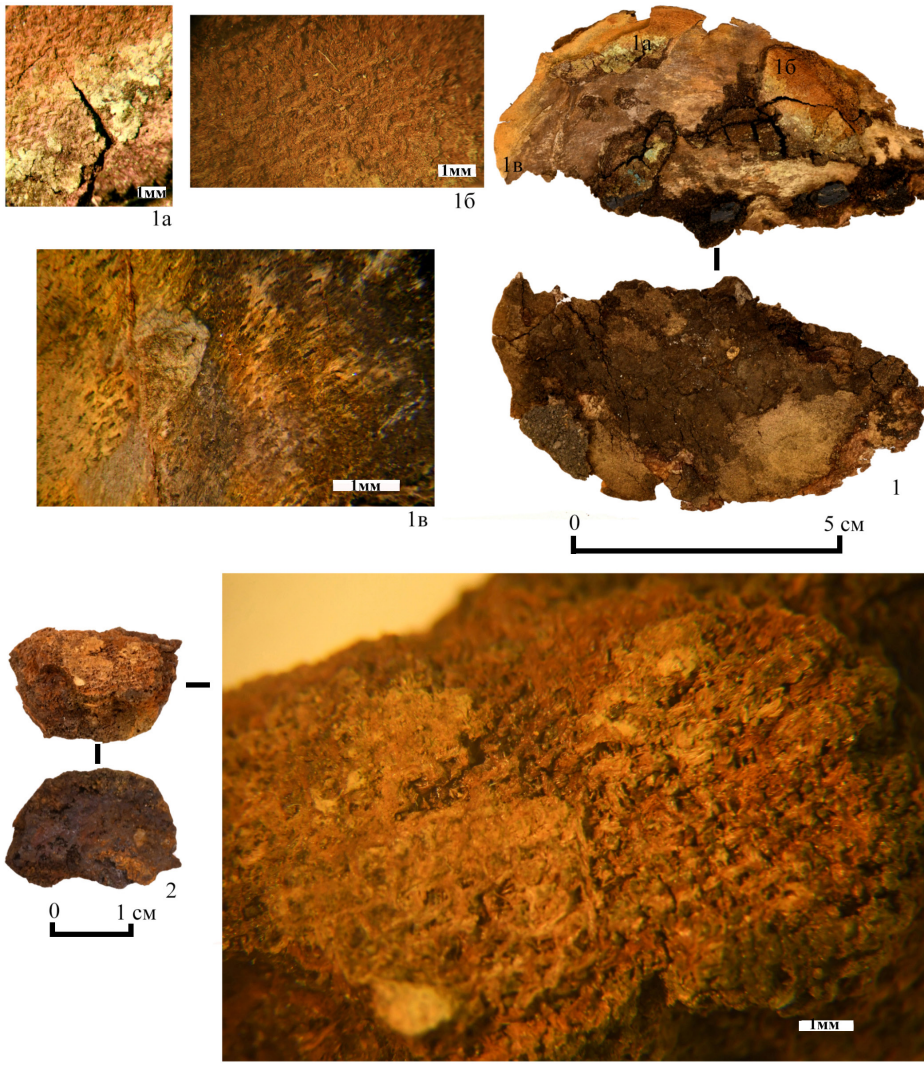


Рис. 1. Органические изделия из могильной ямы 1 кургана 5 могильника Кичигино I. 1 – фрагмент органики; 1а–1б – следы текстиля (увел. 4.8–16×); 1в – следы меха или кожи (16×); 2 – органика из-под железного кинжала; 2а – следы текстиля (увел. 8×).

остатки коррозии от железного ножа и/или кинжала, который лежал сверху. Благодаря медным окислам от «зеркала» сохранилась структура шерстяного текстиля полотняного переплетения. Читается слабая крутка нитей по направлению Z, толщина нитей обоих систем 0.1–0.2 мм. Фактура гладкая и плотная, что может быть связано с сохранностью и залеганием в плотных слоях другой органики. Такую же картину можно наблюдать на самой поверхности «зеркала». Судя по остальным следам текстиля на его поверхности, находилось оно в текстильной сумке или было завёрнуто в ткань.

Сохранился и небольшой фрагмент (2.5 × 1.1 см) ремешка из тонкой светлой кожи, скорее всего сыромятной, продетого в петлю на оборотной стороне «зеркала».

Могильник Магнитный, курган 21 (Агаповский район, Челябинская область, 2010 г.). Комплекс представлен разнообразным инвентарем с преобладанием импортов из Рим-

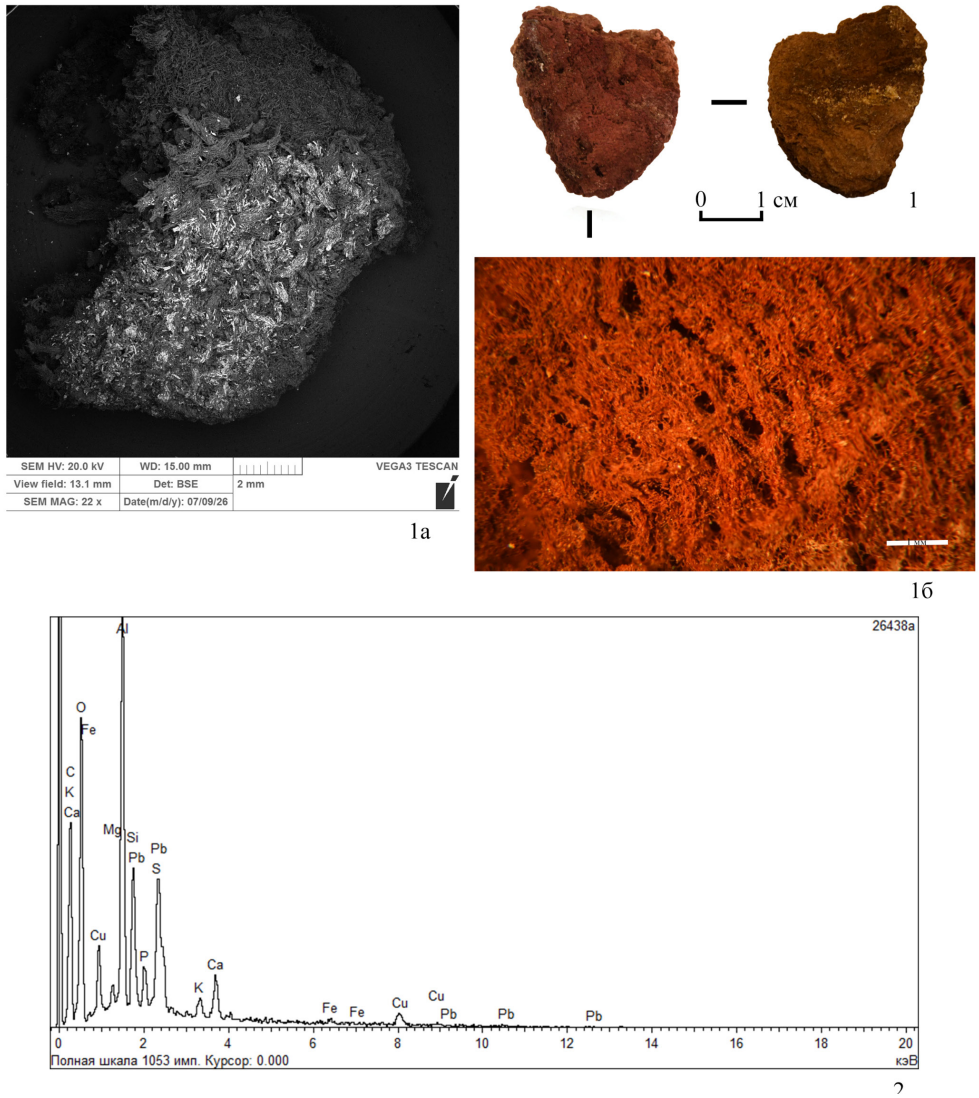


Рис. 2. Могильник Магнитный, курган 21, могильная яма 1. 1, 1а – фрагмент текстиля, 1б – фрагмент текстиля (увел. 16×); 2 – энергодисперсионный спектр текстиля.

ской Империи и достаточно подробно опубликован в работах (Боталов и др., 2011; Трейстер, 2016 и др.). Благодаря изделиям из бронзы в погребении частично сохранились органические материалы: текстиль, растительные остатки, дерево. Большая часть предметов находилась в ногах погребенной, между гробовиной и южной стенкой могильной ямы: бронзовые кувшин (онохойя), ковш, ситечко, железный черпак, керамическая тарелка. Внутрь ковша была помещена деревянная шкатулка, инкрустированная костяными вставками, с замковым механизмом с бронзовым ригелем и железной прямоугольной накладкой внутри. Скорее всего, эти предметы были сложены в сумку-мешок или завернуты в ткань, от которой благодаря бронзовым окислам на кувшине и ковше сохранился фрагмент текстиля (рис. 2, *1, 1а–1б*) и плетеной тканевой «косички-шнурка». Этим объ-

ясняется расположение предметов, не характерное для поставленных в могильную яму: керамическая тарелка частично накрывала бронзовые ковш и кувшин, которые лежат на боку, а под ними зафиксированы бронзовое ситечко и железный черпачок. Сохранившиеся фрагменты органики с текстилем бордового цвета очень плохой сохранности, максимальный размер одного фрагмента 3.3×2.5 см. Текстиль полотняного переплетения, крутка нитей либо очень слабая, либо полностью отсутствует, толщина нитей – 0.5 мм. Природа волокон остается спорной: либо это сильно деградировавшая шерсть, либо волокна шелка (рис. 2, *1, 1а–1б*).

При исследовании ткани методом СЭМ-ЭДС[1] выявлено, что текстиль на разных участках имеет разный химический состав. Большая часть нитей содержит в составе Al, Kй, Ca, Cu и незначительные количества P, Si, Fe и Mg (рис. 2, *2*). Волокна текстиля в местах контакта с бронзовым сосудом покрыты корочкой с повышенным содержанием Pb.

По результатам исследования методом порошковой рентгеновской дифракции[2], минеральная составляющая образца представлена кварцем, гематитом, церусситом, гидроцерусситом, каолином, слюдой. Каолин, слюда и кварц занесены из субстрата (грунт из могилы), гематит, возможно, также является субстратом. Церуссит и гидроцеррусситвходят в состав корок на волокнах и, судя по развитию на внешних волокнах, являются продуктом окисления металла.

Так как содержание Si в волокнах значительно ниже содержания Al, только малая часть Al соответствует алюмосиликатам из субстрата. Основная масса Al, скорее всего, является остаточным продуктом реакции алюмокалиевых квасцов с органикой при протравливании, не выявленных рентгеноструктурным методом. Протравное крашение квасцами для закрепления красителя известно уже в раннем железном веке: оно зафиксировано в пазырыкских погребениях IV–III вв. до н.э., а еще раньше египетские квасцы упоминаются историком Геродотом (Полосьмак, 2006; Bogensperger, 2015). Дальнейшие исследования образца ткани методом жидкостной хроматографии смогут определить тип растения, которым, возможно, была окрашена ткань.

Таким образом, в настоящей работе были впервые проанализированы органические изделия из могильников раннего железного века Южного Зауралья с привлечением естественно-научных методов (сканирующая электронная микроскопия, рентгеновская дифракция). Сохранность текстиля неудовлетворительная и не позволяет с помощью СЭМ-ЭДС определить тип волокон, по сути, мы имеем дело с деградировавшим текстилем, который сохранился благодаря бронзовым и железным окислам, а в некоторых случаях произошло замещение этими окислами при полном разрушении волокон. Тем не менее, с помощью энергодисперсионной спектроскопии в составе образца из Магнитного был выявлен Al, который, скорее всего, является составляющей алюминиевых квасцов. Они издревле используются при протравливании окрашенных тканей для закрепления красителя.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда No 25-28-20201, https://rscf.ru/ project/25-28-20201/

---

[1] Высушенную лёгкую фракцию образца для уточнения морфологии отдельных волокон и определения качественного химического состава исследовали в сканирующем электронном микроскопе Vega3 Tescan с энергодисперсионным анализатором Oxford Instruments X-axt. Морфология изучалась при напряжении 10–20 кВ в режимах BSE и SE, состав анализировался при 20 кВ. Образцы были напылены золотом, предварительно не очищены.

[2] Условия съемки: прибор – рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-6000, тип анода Cu (1.54178), шаг съемки 0,02º, аналитик П.В. Хворов, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс.

Литература

Боталов С.Г., Иванов А.А., Таиров А.Д. (2011) Новый комплекс гунно-сарматской аристократии в Южном Зауралье. *Челябинский гуманитарий*, 1(14), 144–146.

Полосьмак Н.В. (2006) Текстиль из «замерзших» могил Горного Алтая IV–III вв. до н.э. (опыт междисциплинарного исследования). Новосибирск: СО РАН, 267 с.

Таиров А.Д. (2015) Комплекс раннесакского времени кургана 5 могильника Кичигино I в Южном Зауралье. *Сакская культура Сарыарки в контексте изучения этносоциокультурных процессов Степной Евразии. Сб. науч. статей, посвящ. памяти К.А. Акишева.* Алматы: НИЦИА «Бегазы-Тасмола», 300–319.

Трейстер М.Ю. (2016) Кочевники на перекрестке трансъевразийских караванных путей (западные импорты в сарматском погребении кургана № 21 могильника Магнитный). *К.Ф. Смирнов и современные проблемы сарматской археологии. Мат. IX Междунар. науч. конф. «Проблемы сарматской археологии и истории», посвящ. 100-летию со дня рождения К.Ф. Смирнова (Оренбург, 12–15.05.2016 г.)*. Оренбург: ОГПУ, 279–286.

Bogensperger I. (2017) Alum in Ancient Egypt: The written evidence. Excavating, analysing, reconstructing. *Textiles of the 1st millennium AD from Egypt and neighbouring countries. Proceedings of the 9th conf. of the research group 'Textiles from the Nile Valley.* Antwerp, 27–29 November 2015. Tiele, Lannoo Publishers, 254–263.

ГЛАВА 5. АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРАМИКИ И СТЕКЛА

Керамические комплексы 6–3 тыс. до н.э. Днепро-Двинского междуречья: смена «керамического пакета», выбора сырья и рецептур формовочной массы

Ceramic complexes of the Dnieper-Dvina basin (6th–3rd mil BC): changes in the «ceramic package», raw material selection, and paste recipes

Е.В. Долбунова[1], М.А. Кулькова[2], А.Н. Мазуркевич[1], М.Л. Кривцова[3]
E.V. Dolbunova, M.A. Kulkova, A.N. Mazurkevich, M.L. Krivcova
[1]Государственный Эрмитаж, г. Санкт-Петербург, katjer@mail.ru
[2]РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург
[3]Европейский Университет, г. Санкт-Петербург

В работе представлены результаты изучения керамических технологических традиций 6–3 тыс. до н.э. Днепро-Двинского междуречья. Особый акцент сделан на исследовании первого этапа цепочки технологических операций, выявлении факторов, влияющих на изменения выбора сырья и рецептур формовочной массы. Были проведены петрографические (372 сосуда) и археометрические (XRF и pXRF) анализы (260 сосудов) образцов сосудов и геологических скважин. Результаты исследования указывают на важное значение не только смены носителей культурных традиций, но и фактора доступности сырья и месторасположение стоянок, а также на вариативность выбора источников сырья в рамках одной культурной традиции.

Ключевые слова: неолит, древняя керамика, цепочки технологических операций, археометрия, петрография, XRF, pXRF

This study presents the results of an investigation into ceramic technological traditions in the Dnieper-Dvina basin of the 6th to 3rd millennia BC. Particular attention is devoted to the first stage of the operational sequence (*chaîne opératoire*), with the aim of elucidating the factors that governed changes in raw material selection and paste recipes. Comprehensive analysis were undertaken, including petrographic analysis of 372 vessels and archaeometric analysis (XRF and pXRF) of 260 vessels, complemented by the analysis of geological sediment cores. We may suggest that changes in ceramic technology were shaped not only by the replacement of cultural tradition but also by raw material availability and site location. Furthermore, the results reveal considerable variability in the choice of raw material sources within a single cultural tradition.

Keywords: Neolithic, ancient pottery, *chaîne opératoire*, archaeometry, petrography, XRF, pXRF

Керамические комплексы происходят из коллекций памятников, расположенных в Сертейском, Усвятском и Сенницком археологических микрорегионах из бассейна верхнего течения р. Западная Двина. Они относятся к различным археологическим культурам охотников-собирателей 6–3 тыс. до н.э. (сертейская, руднянская, комплексы типа Сертея VIII слой В, усвятская, комплексы типа среднестоговской культуры, жижицкая). Трансформации «керамического пакета» связаны как с появлением носителей новых культурных традиций, приносящих изменения в технологии создания сосудов, так и с видоизменением экономических систем, частью которых являются глиняные сосуды (González Carretero et al., 2026, Dolbunova et al., 2023). Для определения роли, которую играли источники сырья и рецепты формовочных масс в технологической цепочке создания древних сосудов различных временных срезов неолита, были проведены ис-

следования, включавшие изучение геологического строения Сертейского археологического микрорегиона Днепро-Двинского междуречья, установление минералого-геохимических характеристик исходного сырья, использовавшихся для изготовления сосудов, определение рецептур формовочных масс, сопоставление различных типов формовочных масс и использовавшихся источников сырья с остальными составляющими цепочки технологических операций и разработанной хронологией типов глиняной посуды (Мазуркевич и др., 2016; Kulkova et al., 2018). Для исследования вклада различных факторов (культурных, природных, выбор мастера) на первом этапе цепочки технологических операций, включающем отбор источников сырья и рецептур формовочной массы, для различных керамических комплексов были проведены петрографические и археометрические (XRF и pXRF) анализы образцов сосудов и геологических скважин. Петрографические анализы были выполнены для серии из 372 сосудов; 260 сосудов были исследованы методами XRF и pXRF. При петрографическом анализе изучение керамических фрагментов проводилось под бинокуляром в пришлифованных образцах и под поляризационным микроскопом ПОЛАМ С-111 в шлифах в проходящем и поляризационном свете при увеличении в 15 раз.

Основной комплекс памятников неолита сосредоточен в районе палеоозер в Сертейском археологическом микрорегионе. В настоящее время озерные котловины заболочены и унаследованы узким руслом р. Сертейки, которая впадает в р. Западная Двина. Среди древних цепочек палеоозер выделяются Сертейская (южная) – большая озерная котловина и малая Нивникская озерная котловина (северная). Сертейская озерная ванна сложена рыжевато-красными моренными суглинками. Нивникская озерная ванна сложена флювиогляциальными камовыми отложениями, представленными среднезернистыми слоистыми песками желтого и желто-розового цвета. Граница конечноморенных отложений и камовых отложений проходит в северной части Сертейской котловины. Голоценовые озерные отложения представлены двумя литологическими типами: глубоководные отложения сложены 8-метровой толщей сапропелевых осадков; мелководные отложения, мощность которых достигает 1 м, сложены слоистыми песками и суглинками серого, серовато-желтого цвета с включениями органических остатков. Памятники приурочены к разным гипсометрическим позициям, что обусловило различную удаленность от источников сырья. На протяжении 6–3 тыс. до н.э. фиксируются колебания уровня воды в озерах (Мазуркевич и др., 2026), что также влияло на доступность озерных отложений как возможных источников сырья.

Петрографические исследования позволили выявить минеральный состав формовочной массы, идентифицировать естественные и искусственные добавки и определить их количество, а также изучить текстурные особенности керамики. Особенности минерального состава позволили предположить возможные условия и температуру обжига. С помощью рентгеноспектрального флуоресцентного анализа был определен количественный состав главных породообразующих элементов керамики и отложений, развитых вблизи археологических памятников. В результате проведенного анализа определено, что для изготовления сосудов были использованы источники местного локального глинистого и алевритового сырья, как правило, расположенные в непосредственной близости к поселениям. Использование этих источников сырья тесно связано с доступностью выходов отложений. Изменение уровня воды могло создавать трудности в использовании привычного сырья из прибрежных зон, и использовалось сырье террас, суходолов и бортов котловин, которое адаптировалось с помощью добавления примесей. Можно предположить несколько типов источников сырья, связанных с глинами и суглинками моренных и флювиогляциальных отложений плейстоцена, а также с озер-

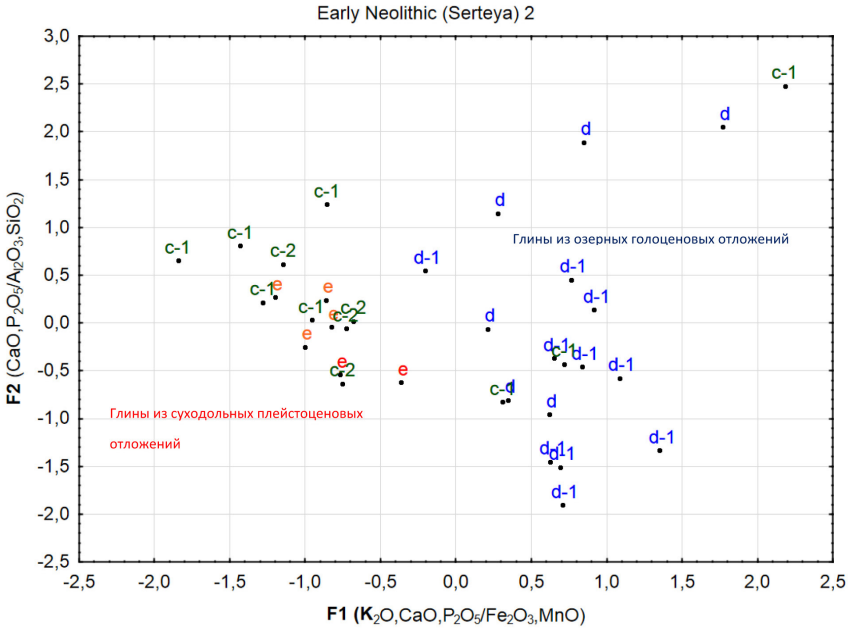


Рис. Статистический анализ результатов XRF образцов сосудов раннего неолита (для каждого образца указаны фазы керамики раннего неолита (по Долбунова и др., 2023).

ными отложениями голоцена (рис.). Также выявлено несколько сосудов, изготовленных из отложений, не типичных для данного микрорегиона, что указывает на возможную транспортировку единичных сосудов и/или их содержимого.

Естественно-научные методы позволили получить точную рецептуру формовочных масс, однако нужно учитывать то, что материалы, которые сильно различаются по результатам анализов, в представлении древних мастеров могли рассматриваться как идентичные или заменяемые (Rice, 1987; Livingstone-Smith, 2001).

Выявленные изменения в традиции выбора исходного сырья и рецептур формовочной массы позволяют предположить важную роль данного этапа в цепочке технологических операций. Эти составляющие постоянно меняются с появлением носителей новых культурных традиций, несмотря на доступность разнообразного набора источников сырья. Доступность сырья и месторасположение стоянок в разной степени также оказывали влияние на смену использовавшихся источников сырья.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект 22-18-00086-П) в Государственном Эрмитаже.

Литература

Долбунова Е.В., Мазуркевич А.Н., Мэгро Й., Филиппова В.Л. (2023) Днепро-Двинское междуречье в конце 6 тыс. до н. э. и ранние керамические традиции циркумбалтийского региона. *Поволжская археология*, 1 (43), 8–26.

Мазуркевич А.Н., Зайцева Г.И., Кулькова М.А., Долбунова Е.В., Семенцов А.А., Ришко С.А. (2016) Абсолютная хронология неолитических древностей Днепро-Двинского междуречья VII–III тыс. до н.э.. *Радиоуглеродная хронология эпохи неолита Восточной Европы VII–III тысячелетия до н. э.*: кол. моногр., 317–355.

Мазуркевич А.Н., Долбунова Е.В., Мэгро Й., Киттель П., Плоценник М., Кульков А.М. (2026) Многослойный торфяниковый комплекс мезолита-неолита Сертея II: палеоклиматические изменения и сообщества охотников-собирателей в VIII–III тыс. до н.э. *Stratum Plus*, 2, 183–200.

Dolbunova E., Lucquin A., McLaughlin T.R. et al. (2023). The transmission of pottery technology among prehistoric European hunter-gatherers. *Nature. Human Behaviour,* 7, 171–183. https://doi.org/10.1038/s41562-022-01491-8

González Carretero L, Lucquin A, Robson HK, McLaughlin TR, Dolbunova E, Lundy J, et al. (2026) Selective culinary uses of plant foods by Northern and Eastern European hunter-gatherer-fishers. *PLoS One*, 21(3): e0342740. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0342740

Kulkova M., Mazurkevich A., Dolbunova E. (2018) Paste recipes and raw material sources for pottery-making in hunter-gatherer communities in the forest zone of Eastern Europe (Dnepr-Dvina region, 7–6th millennia BC). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 21, 962–972.

Livingstone-Smith A. (2001). Chaînes opératoires de la poterie, références ethnographiques, analyse et reconstitution. Thèse de doctorat. Bruxelles.

Rice P.M. (1987). Pottery analysis. Chicago: University of Chicago press.

Геологический анализ минерального состава неолитической керамики Ониба (Северный Судан) в изучении ее происхождения, природного сырья и технологий производства

Geological analysis of the mineral composition of Neolithic pottery from Oniba (Northern Sudan): a study of provenance, raw materials, and production technologies

А.А. Клочко[1], Е.Г. Толмачева[2], В.Л. Косоруков[3]
A.A. Klochko, E.G. Tolmacheva, V.L. Kosorukov

[1]НИУ «Высшая школа экономики», Центр античной и восточной археологии, г. Москва, anna02@inbox.ru
[2]НИИ и Музей антропологии им. Д.Н. Анучина МГУ, г. Москва
[3]Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

В работе представлены результаты изучения неолитической керамики Ониба (Северный Судан) из сборов 2025 г. Нубийской археолого-антропологической экспедиции НИИ и Музея антропологии им. Д.Н. Анучина МГУ, основанного на «керамической петрографии» и дополненного литологическим и седиментологическим анализом материала для реконструкции последовательности: «коренные породы – глинистое сырье – археологическая керамика». По данным оптической микроскопии и рентгенофазового анализа (XRD) керамического материала выделен региональный тип минерального состава керамики Суданской Нубии, отличный от одновозрастной керамики долины р. Нил. Сырьем местных разновидностей керамики служили четвертичные глинистые отложения, отличающиеся седиментационной «зрелостью». Минералогические индикаторы фиксируют различия в параметрах обжига и минеральные следы использования керамики.

Ключевые слова: неолитическая керамика, керамическая петрография, минеральный состав, рентгенофазовый анализ, оптическая микроскопия, шлифы, Северный Судан, Ониб

The study of the “ceramic petrography” of Neolithic pottery from Onib (Nubia, Northern Sudan) is supplemented by lithological and sedimentological analysis aimed at reconstructing the sequence “bedrock — clay raw material — archaeological pottery.” According to optical microscopy and X-ray diffraction (XRD) data, a regional type of mineral composition has been identified for the pottery of Sudanese Nubia that is distinct from the contemporaneous pottery of the Nile Valley. The raw materials for

the local pottery types were Quaternary clay deposits differing in sedimentary “maturity”. Mineralogical indicators record variations in firing parameters and mineral traces of pottery use.

Keywords: Neolithic pottery, ceramic petrography, mineral composition, X-ray diffraction analysis, optical microscopy, thin section, Northern Sudan, Onib

Работа представляет собой пример приложения подходов «керамической петрографии» к региональной разновидности древней неолитической керамики. В силу особенностей ее состава и технологии изготовления, этот материал предельно «информационно насыщенный», к тому же, происходит из региона, в геологическом строении которого резко преобладают магматические породы, минералы которых транслируют свой «finger print» в археологическую керамику (Герасимова и др., 2024). Развитие керамической петрографии происходит за счет привлечения в ее арсенал подходов и методик современной литологии и седиментологии, адаптированных к задачам археометрии. Это позволяет глубже понимать причины наблюдаемого разнообразия керамических составов и извлекать наиболее полный объем информации об их составах, провенансе и древних технологиях.

Материал собран Нубийской археолого-антропологической экспедицией НИИ и Музея антропологии им. Д.Н. Анучина МГУ, работающей в регионе Атбай (провинция Красное море, Судан) с 2016 г. Первые пять сезонов экспедиция вела работы на средневековом памятнике Дерахейб – руинах города Аль-Аллаки – центра золотодобычи и караванной торговли. В 2022 г. к концессии присоединена котловина Ониб (примерно в 40 км к юго-востоку от Дерахейба), где разведками выявлены стоянки неолита и картирован некрополь Хофра; шестой сезон (2025 г.) был целиком посвящен Онибу. На некрополе исследованы человеческие погребения и ритуальные захоронения скота с радиоуглеродными датами V–IV тыс. до н.э.

Изучено около 300 фрагментов керамики, в подавляющем большинстве подъемных. Доминирует мезолитическая/ранненеолитическая керамика – лепная, с орнаментальным декором; наряду с ней единично представлены разновременные примеси (культура сковородковидных погребений, «керамика Восточной пустыни», позднеантичная и средневековая гончарная посуда). Хронологические рамки комплекса определяются ОСЛ-датировками (ок. 8.5–6.6 тыс. л.н.) (Krol et al., 2023, p. 139) и согласуются с раннеголоценовым нило-сахарским керамическим горизонтом Северо-Восточной Африки – раннехартумской традицией / хартумским вариантом (Khartoum Variant, VIII–IV тыс. до н.э.) и ранним неолитом Набта-Кисейба.

Основы классификации керамики Судана заложены работами А. Дж. Аркелла (Arkell, 1949; 1953), а современный стандарт сочетает стилистический и технологический анализ орнамента с археометрией сырья (Caneva, 1983a; Jesse, 2002; Gatto, 2002; D’Ercole, 2021).

Орнамент выполнен преимущественно в технике оттиска гребенчатым штампом; фиксируются также оттиски двузубого инструмента. По данным предварительных исследований, намечается соответствие между выделенными петрографическими типами керамики и характером декора, которое пока носит сугубо предположительный характер: для «грубой» керамики (тип 1, см. подробнее ниже) в большей степени характерны композиции пунктирной волнистой линии (dotted wavy line), нанесенные гребенчатым штампом и качалкой и типичные для раннехартумской традиции и ранних слоев Набта-Плайя (Jesse, 2002; Gatto, 2002); для «слюдистой» керамики (тип 2, см. подробнее ниже) – двойная «зернистая» линия (double granular line), связанная с ранними слоями Набты, кермскими и раннехартумскими комплексами, а также зигзаги, нанесенные качалкой.

Для «железистой» керамики (тип 3, см. подробнее ниже) – уникальный для регионального корпуса декор в виде подпрямоугольных «шишек» и «выступов» (boss-and-knob), ближайшие параллели которому происходят из Восточной пустыни и культуры протосароба на западном берегу Атбары (Manzo, 2017; 2020). Приведенные соответствия предварительны и требуют проверки на расширенной серии образцов.

Обособлен тонкостенный лощеный сосуд с черненым венчиком и внутренней поверхностью (black-topped) из погребения 74 ритуального некрополя животных, сопоставимый с традициями группы А и бадарийской культуры (Nordström, 1972; Brunton, Caton-Thompson, 1928).

Цель исследования – детальная петрографическая характеристика неолитической керамики с выделением типоморфных особенностей ее минерального состава, определение глинистого сырья, использованного при ее производстве, а также – технологических условий древнего керамического производства. Археологическая керамика рассматривается в исследовании как специфическая обломочная горная порода, образованная при быстрой термической литификации (обжиге) рыхлой обломочной породы (глинистых отложений).

Ониб – это эрозионно-аккумулятивная впадина в эрозионно-денудационном рельефе горной системы Красного моря. Дочетвертичные образования Нубийского блока фундамента (Hamimi et al., 2021) представлены двумя типами магматических комплексов: породами древней океанической коры офиолитового пояса Ониб (Onib-Sol Hamed Suture) (Abdelsalam, Stern, 1996) и раннедокембрийскими гранито-гнейсовыми блоками Gebeit и Gabgaba (Lasheen et al., 2021). Объединение их при панафриканской складчатости около 680 млн лет назад сопровождалось внедрением гранитных плутонов и гидротермальной деятельностью. С олигоцена территория испытывает влияние синрифтового сводового поднятия (Bosworth, 2015), что привело к размыву мезозойских отложений Нубийской формации песчаников при формировании горных хребтов Red Sea Hills (Williams et al., 2010). Активная неотектоника региона способствовала формированию в районе Ониба чехла отложений различных генетических типов: плиоцен-четвертичных пролювиально-аллювиальных и аллювиальных фаций, а также четвертичных пролювиальных, элювиально-пролювиальных и эоловых осадков, содержащих глинистое керамическое сырье.

Изучение минерального состава керамики выполнялось двумя взаимодополняющими методами: рентгенофазовым анализом (РФА) и оптической микроскопией прозрачных петрографических шлифов на поляризационном микроскопе. Описание минерального состава керамики в прозрачных петрографических шлифах проводилось по методике, принятой для осадочных обломочных пород в литологии и седиментологии (Шванов и др., 1987; Недоливко, Ежова, 2012; Платонов, Тугаров, 2017), что соответствует современной археологической практике изучения состава древней керамики (Quinn, 2013).

Состав был определен для более 100 образцов керамики. Исследования проведены авторами на аналитической базе кафедры нефтегазовой седиментологии и морской геологии Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Структурные особенности и минеральный состав керамики характеризуются преобладанием грубого несортированного обломочного материала и незрелым составом плохосортированной и практически неокатанной кластики полимиктового состава. В ней диагностированы гнейсы, граниты, кварцит, амфиболит, серпентинит, жильный кварц, а также полевые шпаты, слюды, амфибол, пироксен, единично оливин, хлорит, эпидот и др. Матрикс, образованный спеканием глинистых минералов, отличается слюдисто-железистым составом.

Типы неолитической керамики выделены на основании различий в составах кластики и матрикса, а также с учетом структурно-текстурных особенностей керамического материала (рис.).

1.«Грубая керамика» с крупнопесчано-гравийной несортированной и неокатанной кластикой предельно незрелого состава (обломки пород офиолитовой ассоциации сочетаются с обломками гранитов и гранито-гнейсов). Преобладают обломки горных пород (15–45 %) грубо-крупнопесчаной размерности (0.5–2 мм) с примесью дресвы (более 1–2 мм.), наполнитель (15–25 %) – кварц-полевошпатовый среднезернистый песок. Матрикс (до 30 %) базальный либо открытый поровый, слюдистый умеренноожелезненный с незначительным количеством глинистых минералов (смектит).

2. «Слюдистая керамика» с кластикой песчаной размерности (45–65 % керамики) и более зрелым составом (кварц, полевые шпаты, биотит, реже амфибол), от умеренной до хорошей степени его сортированности; преобладают неокатанные обломки остроугольной и оскольчатой формы. В некоторых образцах часть зерен кварца, плагиоклаза и амфибола отличается средней степенью окатанности, а в единичных случаях – зерна кварца хорошо окатаны (примесь эолового материала?). Матрикс железисто-слюдистый (биотит и мусковит) порово-базального типа.

3. «Железистая керамика» с еще более зрелой кварц-полевошпатовой кластикой (45–65 %), обломками биотита и сильно измененных темноцветных минералов (до 10–15 % амфибола, пироксена и рудных минералов). Реже встречаются обломки жильного кварца, биотитового гнейса и гранита средне-песчаной размерности (до 0.5 мм). Матрица красновато-коричневая слюдисто-железистая базально-поровая.

4. «Керамика из захоронения», представленная единичным образцом от цельного сосуда, отличается составом от типов массового подъемного материала. Это керамика со зрелой полевошпат-кварцевой кластикой и единичными мелкими обломками темноцветных минералов. Кластика (до 30 %) без признаков окатанности (угловатые, осколочные), несортированная. Крупные осколки – кварц и сростки кварцевых зерен. Матрица базальная железисто-слюдистая, неоднородно и специфически окрашенная от рыжеватой до кирпично-красной. В текстуре материала отмечены особенности, связанные с тщательным промесом формовочной массы, отличающейся большей пластичностью среди всего проанализированного керамического материала неолита.

Иные типы минеральных составов керамики отмечены в единичных образцах, например, керамика с большим количеством обломков амфибола (роговая обманка, до 20 %).

В керамике встречается кластика пород, распространенных в регионе депрессии Ониб и ее складчатого обрамления, причем по мере уменьшения размеров обломков отмечается и сокращение в них наименее устойчивых к переносу и выветриванию пород и минералов, в первую очередь, магматических пород ультраосновного состава и продуктов их вторичного изменения (оливина, серпентинита, хлоритов и др.). Это соответствует естественным механизмам преобразования осадочного вещества (возрастанию зрелости отложений) при седиментации и позволяет рассматривать использование в древнем керамическом производстве сырья из различных генетических типов и фаций рыхлых четвертичных отложений, распространенных в регионе

В минеральных ассоциациях всех типов керамики есть индикаторы температурных условий обжига. Сохранность смектита в единичных образцах всех групп, кроме «слюдистой» керамики, указывает на относительно низкотемпературный обжиг, поскольку разрушение его структуры начинается выше 600°С, а полная деструкция происходит при температурах свыше 800°С. Наличие в грубообломочной керамике хлорита,

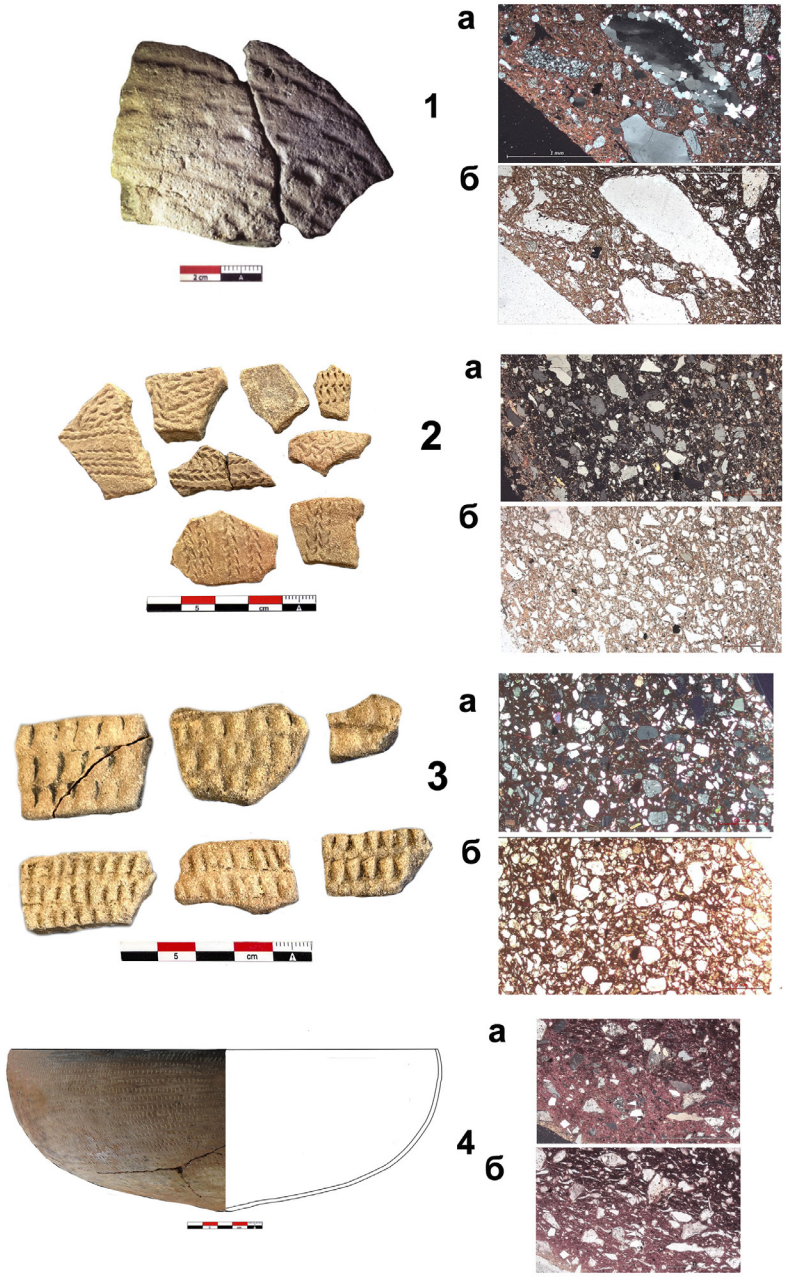


Рис. Микрофотографии типов керамического материала неолитической керамики Ониба: 1 – «грубая» керамика, 2 – «слюдистая» керамика, 3 – «железистая» керамика, 4 – керамика из захоронения. Прозрачный шлиф с анализатором (а) и без анализатора (б).

талька и смектита также свидетельствует о невысоких температурах обжига. Напротив, муллит, зафиксированный методом РФА в 4 образцах, преимущественно «слюдистого» типа, указывает на высокотемпературный обжиг каолинитсодержащих глин (>900–950 °C). Дополнительным признаком термического воздействия служит растрескивание

крупных зерен кварца, связанное с переходом α-кварца в β-кварц при 573 °С. Таким образом, «слюдистая» керамика характеризуется наиболее высокотемпературным обжигом среди исследованных типов неолитической керамики.

В целом, вся проанализированная керамика может рассматриваться как произведенная в регионе Нубийского щита. Это «питающая провинция», сложенная магматическими породами контрастного состава (граниты, гранито-гнейсы и породы офиолитовой ассоциации), ответственная за петрографию кластики в составе керамики. Наиболее представителен набор пород, характерных местных комплексов пород в керамике грубого типа, что дает основание рассматривать именно ее как уверенно локализованный «местный» тип керамического материала.

Глинистое сырье, реконструируемое для древней керамики района Ониба – каолинит-смектитовые глины с небольшим содержанием смешаннослойных глинистых минералов и хлорита. Подобный состав может быть результатом смешивания глинистого материала из двух типов источников глинистых минералов: каолинитовой коры выветривания, развитой на гранитах и гнейсах и гидрослюдисто-смектитовых кор выветривания, на породах ультраосновного-основного состава (базиты, гипербазиты).

Для уточнения локализации типов неолитической керамики необходимо дальнейшее изучение глинистых отложений и регионально-геологический анализ седиментационных условий в регионе.

Сочетание мотивов помещает основной массив онибской керамики в круг раннехартумской традиции и горизонта Набта–Кисейба при наличии кермского, восточносуданского и нильского направлений связей, что отражает роль Восточной пустыни Нубии как коридора культурных взаимодействий (Gatto, 2006; 2012).

Литература

Герасимова В.В, Ильяшенко С.М., Клочко А.А., Митрохина К.Л. (2024) Регионально-геологический подход к локализации районов древнего керамического производства (на примере анализа материала коричневоглиняных («колхидских») амфор. *Древняя керамика Евразии: от сосуда к культуре*: мат. конф. СПб.: ИИМК РАН, 15–17.

Недоливко Н.М., Ежова А.В. (2012) Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов: уч. пособие. Томск: ТПУ, 172 с.

Платонов М.В., М.А. Тугарова (2017) Петрография обломочных и карбонатных пород: уч.-мет. пособие. СПб.: СПбГУ, 80 с.

Шванов В.Н. (1998) Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / В.Н. Шванов, В.Т. Фролов, Э.И. Сергеева [и др.]. СПб.: Недра, 352 с.

Abdelsalam M.G., Stern R.J. (1996) Sutures and shear zones in the Arabian-Nubian Shield. *Journal of African Earth Sciences*, 23 (3), pp. 289–310.

Arkell A.J. (1949) Early Khartoum. Oxford: Oxford University Press.

Arkell A.J. (1953) Shaheinab. Oxford: Oxford University Press.

Bosworth W. Geological evolution of the Red Sea: historical background, review, and synthesis. In: Rasul N.M.A., Stewart I.C.F. (eds.), *The Red Sea: The Formation, Morphology, Oceanography and Environment of a Young Ocean Basin*. Berlin, Heidelberg, Springer, 2015, 45–78.

Brunton G., Caton-Thompson G. (1928) The Badarian Civilisation and Predynastic Remains near Badari. London: British School of Egyptian Archaeology.

Caneva I. (ed.) (1983) Pottery-using gatherers and hunters at Saggai (Sudan): preconditions for food production. Origini 12. Roma: Gangemi.

D'Ercole G. (2021) Seventy years of pottery studies in the archaeology of Mesolithic and Neolithic Sudan. *African Archaeological Review*, 38, 299–332.

Folk R.L. (1951). Stages of textural maturity in sedimentary rocks. *Journal of Sedimentary Petrology*, 21(3), 127–130.

Gatto M.C. (2002) Ceramic traditions and cultural territories: the «Nubian Group» in prehistory. *Sudan & Nubia*, 6, 8–19.

Gatto M.C. (2012) The Holocene prehistory of the Nubian Eastern Desert. *History of the people of the eastern desert from prehistory to present* / eds. H. Barnard, B. Duistermaat. Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology UCLA, 42–57.

Gatto M.C. (2006) The Nubian A-Group: a reassessment. *Archéo-Nil*, 16, 61–76.

Hamimi Z., Fowler A., Liégeois J.-P., Collins A., Abdelsalam M.G., Abd El-Wahed M. (eds.) *The Geology of the Arabian-Nubian Shield*. Regional Geology Reviews. Cham, Springer, 2021.

Jesse F. (2002) Saharan and Nilotic ceramic traditions: the area in between. *Holocene settlement of the Egyptian Sahara*, 2 / ed. K. Nelson. NY: Kluwer Academic, 417–445.

Krol A.A., Simonenko A.A., Tsyganov A.N. et al. (2023) 4th and 5th seasons of the Nubian Expedition… P. I. Survey of the Stone Age sites at the Onib Depression. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 4, 132–149.

Lasheen E.S.R. et al. (2023) Petrogenesis and tectonic implications of the Cryogenian I-type granodiorites from Gabgaba Terrane (NE Sudan). *Minerals*, 13 (3), 331. https://doi.org/10.3390/min13030331

Manzo A. (2017) Eastern Sudan in its setting: the archaeology of a region far from the Nile Valley. Oxford: Archaeopress.

Manzo A. (2020) The Nubian and Pharaonic ceramic materials. *Travelling the Korosko Road* / eds. W.V. Davies, D.A. Welsby. London: Archaeopress, 68–83.

Nordström H.-Å. (1972) Neolithic and A-group sites. *Scandinavian Joint Expedition to Sudanese Nubia*, 3.1. Uppsala: Almqvist & Wiksell.

Quinn P.S. (2001) Ceramic petrography: the interpretation of archaeological pottery & related artefacts in thin section. Oxford: Archaeopress.

Williams M.A.J., Williams F.M., Duller G.A.T., Munro R.N., El Tom O.A.M., Barrows T.T., Macklin M., Woodward J., Talbot M.R., Haberlah D., Fluin J. (2010) Late Quaternary floods and droughts in the Nile valley, Sudan. *Quaternary Science Reviews*, 29 (9–10), 1116–1137.

Технико-технологические характеристики керамики стоянки Михеевская 2 (комплекс 2022 г.)
Technical and technological characteristics of the ceramics from the Mikheevskaya 2 site (2022 assemblage)

Е.С. Яковлева[1,3], Е.В. Гладышева[2], Е.В. Куприянова[3], Н.В. Плешанова[3]
E.S. Yakovleva, E.V. Gladysheva, E.V. Kupriyanova, N.V. Pleshanova
[1]«Музей-заповедник «Аркаим», lugsamildanah@yandex.ru, г. Челябинск
[2]Центр историко-культурных исследований «Астра», г. Челябинск
[3]Челябинский государственный университет, г. Челябинск

Работа посвящена результатам технико-технологического этапа изучения керамического комплекса стоянки Михеевская 2 – первого года раскопок памятника. Материал малочисленный, что, в целом, характерно для степной зоны Зауралья, но разнообразный, включающий керамику двух типов финального неолита – чебаркульского и белкарагайского, энеолита и неорнаментированного, т.е. культурно неатрибутируемого, неолита (V–IV тыс. до н.э.). В результате анализа 13 образцов выделены несколько рецептов, которые можно разделить на две группы: первая –

с примесью шерсти, преимущественно связана с чебаркульским типом керамики и фрагментами энеолитического сосуда; вторая – без примеси шерсти, с органическим раствором, тальком и шамотом. Неожиданным результатом стала не только явная связь чебаркульского типа с добавлением шерсти в формовочную массу (что является нетипичным для зауральской гончарной традиции), но и отсутствие данной примеси в составе белкарагайских фрагментов, для которых данная примесь является устойчивым признаком.

Ключевые слова: керамика, финальный неолит, энеолит, технико-технологический анализ керамики, Южное Зауралье

This paper presents the results of the technical and technological study of the ceramic assemblage at Mikheyevskaya 2, a complex from the first year of excavations at the site. The material is sparse, which is generally typical for the steppe zone of the Trans-Urals, but diverse, including ceramics from two types of the final Neolithic – Chebarkul and Belkaragay – the Eneolithic, and the unadorned, or culturally unattributed, Neolithic. A technological analysis of 13 samples revealed several recipes that can be broadly divided into two groups: those with wool admixture, primarily associated with Chebarkul ceramics and fragments of Eneolithic vessels; and those without wool admixture, those with organic solution, talc, and fireclay. The unexpectedness of the results was not only the obvious connection between the Chebarkul type and the addition of wool, which is atypical for the Trans-Ural pottery tradition, but also the absence of this admixture in the composition of the Belkaragay fragments, for which this admixture is a stable feature.

Keywords: ceramics, Final Neolithic, Eneolithic, techno-technological analysis of ceramics, Southern Trans-Urals

Стоянка Михеевская 2 в Карталинском районе Челябинской области – памятник, исследованный площадью 10389.42 м^2. Полевой этап работ завершился в 2025 г., и коллекция в настоящий момент находится в обработке. Вместе с тем, постепенный ввод в научный оборот новых данных является всегда актуальной задачей.

Малочисленный, но по-своему выразительный керамический комплекс стоянки Михеевская 2 из раскопок 2022 г. ранее уже был опубликован (Яковлева и др., 2025, с. 70–73). В настоящий момент для 13 образцов этой выборки проведен технико-технологический анализ состава формовочных масс по методике А.А. Бобринского (1978), способный дополнить и скорректировать предшествующие результаты.

На предыдущем этапе в коллекции керамики были выделены три культурно-хронологические группы: белкарагайский тип финального неолита, чебаркульский тип финального неолита, фрагменты энеолитических сосудов кысыкульского типа, а также остатки двух, культурно не атрибутируемых неолитических неорнаментированных сосудов (Яковлева и др., 2025, с. 73). Вопрос об единовременности комплекса был оставлен открытым до завершения обработки полевых материалов раскопок, коллекции и получения радиоуглеродных дат.

Белкарагайский тип керамики. Изучено 2 образца (сосуды 3 и 6), различных по отбираемому сырью и составу формовочной массы. Для изготовления одного образца (сосуд 3) была отобрана ожелезненная среднезапесоченная глина с включениями талька. Формовочная масса состоит из глины, органического раствора и примеси кварцевого песка. Для изготовления второго образца (сосуд 6) отбиралась ожелезненная незапесоченная илистая глина с включениями талька, в качестве искусственных примесей зафиксированы органический раствор и отпечатки органической примеси в высокой концентрации. Для сосуда 3 глина выступает в качестве основного пластичного сырья, в то время как в сосуде 6 илистая глина выступает в качестве материала связки.

Чебаркульский тип керамики. Изучено 5 образцов. В качестве исходного пластичного сырья фиксировалось преимущественно использование ожелезненных, средне- и сильнозапесоченных глин (сосуды 4, 5, 8, 10, 12); в двух образцах фиксировались вклю-

чения талька (обр. 4, 10). Рецепты формовочных масс сосудов, изготовленных из глины, оказались разнообразны: сосуд 4 – глина+шерсть+песок; сосуд 8 – глина+шерсть; сосуд 10 – глина+шерсть+органический раствор; сосуд 12 – глина+шерсть+тальковая дресва. Один образец (сосуд 5) изготовлен из ожелезненной слабозапесоченной илистой глины, в качестве примесей в формовочной массе обнаружен органический раствор, тальковая дресва и шерсть. В чебаркульском типе глина и илистая глина выступают как основное пластичное сырье.

Энеолитическая керамика кысыкульского типа. Изучено 3 образца (сосуды 7, 9, 11). Из них два сосуда (9 и 11) оказались изготовлены из ожелезненной сильнозапесоченной глины с включениями талька размерами от пылевидных до 0.1–0.2 мм. Для этих сосудов выявлен один рецепт формовочной массы – глина+шерсть. Еще один образец (сосуд 7) оказался изготовлен из ожелезненной среднезапесоченной илистой глины с включениями талька. Формовочная масса сосуда 7 включала илистую глину+органический раствор+шамот. В кысыкульском типе керамики глина и илистая глина выступали в качестве основного пластичного сырья.

Культурно неатрибутируемая неолитическая керамика представлена 3 образцами сосудов (1, 2 и 8б). Образец 1 изготовлен из ожелезненной слабозапесоченной илистой глины с включениями талька, в качестве искусственных примесей добавлены органический раствор и кварцевый песок. Образец 2 изготовлен из ожелезненной сильнозапесоченной глины с включениями талька, а в качестве искусственных примесей зафиксировано использование органического раствора и примеси кварцевого песка. Образец 8б изготовлен из ожелезненной незапесоченной илистой глины с включениями талька и искусственной примесью органического раствора.

Полученные данные демонстрируют то, что гончары стоянки Михеевская 2 чаще использовали глины и илистые глины в качестве основного пластичного сырья, причем глины являются доминирующим сырьем среди разных типов керамики. Отбираемое сырье в большинстве случаев является средне- либо сильнозапесоченным, а также в 80 % случаев содержит примесь талька, таким образом просматривается предпочтение, отдаваемое тощим глинам. Эталонные образцы, изготовленные из глин, илов и илистых глин, отобранных вблизи стоянки Михеевская 2 также относятся к ожелезненному средне- и сильнозапесоченному сырью и содержат тальк (рис., *1–4*). Вероятно, сырье для изготовления керамики с памятника, за исключением двух сосудов чебаркульского типа (5 и 8), могло добываться где-то в районе памятника. Одним из открытых вопросов, касающихся исходного пластичного сырья, является определение естественных включений минералов. При изучении образцов при помощи бинокулярного микроскопа визуально одни из включений были определены как тальк, попавший в сырье без вмешательства древних гончаров. В изломе они представлены включениями светло-серого цвета с серебристым блеском, сланцеватой текстурой, размерами до 0.2 мм, расположены в формовочных массах разреженно. В пользу естественного попадания этих включений может говорить факт наличия их в сырье, отобранном для изготовления эталонных образцов вблизи памятника в 2024–2025 гг. Эти наблюдения требуют проверки с помощью более точных приборных методов и могут быть скорректированы. Возможно, изучение археологических образцов и эталонов методами петрографии и минералогии могло бы уточнить данные об особенностях исходного пластичного сырья и его происхождении, перспективны ведущиеся работы в этом направлении (Черкасова, Алаева, 2024, с. 75–85).

На основании технико-технологического анализа 13 образцов можно выделить две основные группы рецептов формовочных масс: с примесью шерсти и без нее. В первую группу вошли 7 образцов от сосудов чебаркульского типа, а также энеоли-

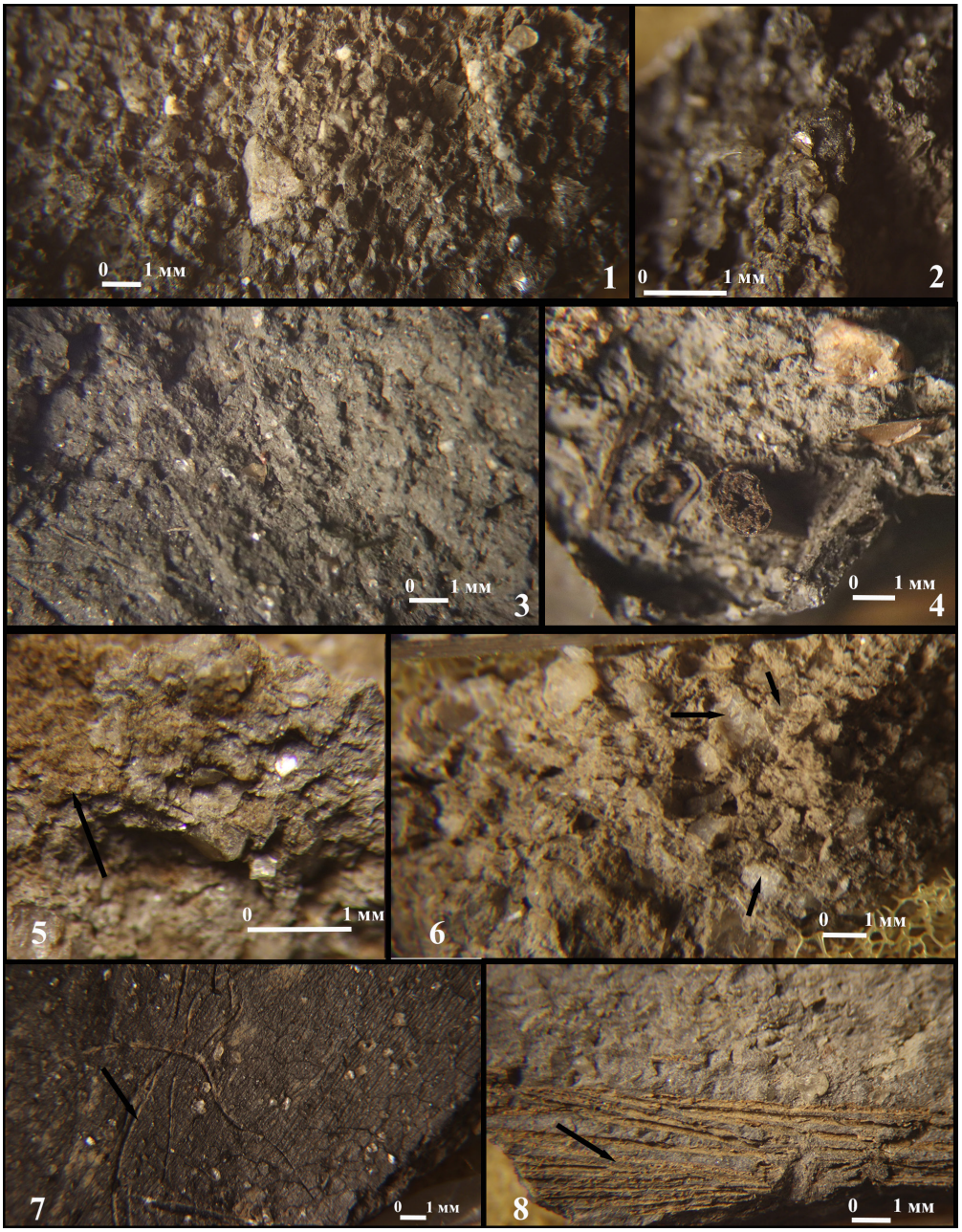


Рис. Фото образцов. 1, 2 – эталоны, изготовленные из глины, отобранной вблизи стоянки Михеевская 2; 3, 4 – эталоны, изготовленные из илистой глины, отобранной вблизи стоянки Михеевская 2; 5 – излом сосуда с органическим раствором; 6 – излом сосуда с примесью кварцевого песка; 7 – поверхность сосуда с отпечатками шерсти; 8 – излом сосуда с отпечатками шерсти.

тических сосудов кысыкульского типа, среди которых один был изготовлен из илистой глины, остальные – из глины с введением, кроме шерсти, органического раствора. Вторая группа представлена образцами 6 сосудов, из которых три неолитических сосуда без определения культурного типа, два сосуда белкарагайского типа и один энеолитический сосуд кысыкульского типа. Эти сосуды были изготовлены из илистой глины или глины с примесью органического раствора (рис., *5*), а также, в одном случае – шамота.

Стабильно фиксируемая в изученных образцах примесь шерсти в группе керамики чебаркульского типа довольно примечательна (рис., *7–8*). Введение этого материала в формовочную массу призвано повышать ее связность, облегчать формовку сосудов ручными способами (Цетлин, 2017, с. 286), уменьшать отрицательное влияние усадки глины на изделия во время их сушки и обжига (Бобринский, 1978, с. 90). Она не имеет предшествующей традиции аналогичной примеси в более ранних комплексах неолита Зауралья. По визуальным признакам примесь шерсти фиксируется по крайней мере в некоторых чебаркульских сосудах стоянки Чебаркуль I (Яковлева, 2023, с. 206) и расположенной неподалеку стоянки Старое Боровое. Тезис о наличии этой специфичной примеси в сосудах чебаркульского типа был высказан еще в 2024 г. в рамках устного выступления одного из авторов (Яковлева, Валиахметова, 2024). Еще более примечательно то, что данный тип примеси отсутствует в проанализированных образцах керамики белкарагайского типа, относимых к культурной традиции тургайских степей, для которых характерно устойчивое во времени введение шерсти (Шевнина, 2014; Шевнина, Логвин, 2022, с. 9). Причем добавление этой характерной примеси отличает сосуды в коллекциях с разнородным типологическим составом, например, шерсть в формовочной массе встречается в отдельных козловских сосудах стоянок Тургайского прогиба (Шевнина, 2024, с. 36), и в составе маханджарского сосуда на поселении Мергень 7 (Илюшина, Еньшин, 2015, с. 7).

Полученные данные, пока являющиеся промежуточными, позволяют обратить внимание на связь примеси шерсти с чебаркульским типом керамики, а также ее неожиданное отсутствие в образцах белкарагайского облика.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-18-20009, https://rscf.ru/project/26-18-20009/.

Литература

Бобринский А.А. (1978) Гончарство Восточной Европы: источники и методы изучения. М.: Наука. 272 с.

Илюшина В.В., Еньшин Д.Н. (2015) Гончарное производство козловской культуры по материалам поселения Мергень 7. *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 3(30), 4–14.

Цетлин Ю.Б. (2017) Керамика. Понятия и термины историко-культурного подхода. М.: ИА РАН. 346 с.

Черкасова О.А., Алаева И.П. (2024) Минералогия керамических сосудов бронзового века поселения Чебаркуль III (Южное Зауралье) *Геоархеология и археологическая минералогия*. Миасс-Челябинск: ЮУрГГПУ, 75–85.

Шевнина И.В. (2014) Гончарство неолита Тургая. Астана, 236 с.

Шевнина И.В. (2024) Маханджарская культура в контексте транскультурных взаимодействий. *Уральский исторический вестник*, 3(84), 34–45.

Шевнина И.В., Логвин А.В. (2022) К вопросу о выделении белкарагайского типа неолитической керамики Тургая. *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 3(58), 5–16.

Яковлева Е.С. (2023) Стоянка Чебаркуль I: материалы памятника в контексте современной историографии. *Stratum plus*. Сб. статей к 80-летию В.А. Дергачева, 197–208.

Яковлева Е.С., Валиахметова З.А. (2024) Стоянка Чебаркуль I: несостоявшийся эпоним. *Мат. Всерос. археол. науч. конф. с междунар. участием, приуроч. к 70-летнему юбилею А.А. Выборнова*. Самара: ИИМК РАН – СГСПУ, 215–217.

Яковлева Е.С., Куприянова Е.В., Плешанова Н.В (2025) Керамический комплекс стоянки Михеевская 2: предварительные результаты. *XXIII Уральское археологическое совещание. Мат. Всерос. с междунар. участием науч. конф*. Оренбург: ОГПУ, 70–73.

Культурная атрибуция керамики эпохи бронзы из разведок на поселениях с «загонами для скота» полуострова Тарханкут (Крым) по данным петрографического анализа

Cultural attribution of Bronze Age pottery from surveyed settlements with "livestock corral" on the Tarkhankut Peninsula (Crimea) based on the thin section analysis

М.Т. Кашуба[1,2], М.А. Кулькова[1], А.М. Кульков[1,3]
M.T. Kashuba, M.A. Kulkova, A.M. Kulkov
[1]Санкт-Петердургский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, mirra-k@yandex.ru
[2]Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург
[3]Санкт-Петербургский государственный университет, РДМИ, г. Санкт-Петербург

В работе поднята проблема культурно-хронологической оценки поселений с «загонами для скота» на полуострове Тарханкут (Крым), большинство которых было отнесено к позднему бронзовому веку. Характер сохранности материалов (сильно фрагментированные и маловыразительные фрагменты керамики в «загонах»; редкие находки диагностирующих предметов и/или хроно-индикаторов), а также преимущественно неинвазивные исследования с небольшими разведочными раскопками вызывают объективные трудности в определении добытых материалов. Применение комплекса аналитических методов, в первую очередь петрографии керамики, позволило три проанализированных поселения (Т-18, Т-Н2, Т-Н8) отнести к бабинской, сабатиновской и белозерским культурам финала среднего – позднего бронзового века. Полученные результаты дают обоснованные данные для сравнительно-типологических исследований керамики из разведок на других поселениях с «загонами для скота» и пополняют фонд источников по финалу среднего – позднему бронзовому векам Тарханкута и Крымского полуострова.

Ключевые слова: Крым, Тарханкутский полуостров, бронзовый век, поселения с «загонами для скота», керамика, археометрия, культурно-хронологические определения

The paper addresses the problem of the cultural and chronological attribution of settlements with "livestock corral" on the Tarkhankut Peninsula (Crimea), most of which have traditionally been assigned to the Late Bronze Age. The poor state of preservation of the archaeological materials-highly fragmented and non-diagnostic pottery from the corrals, together with the scarcity of diagnostic artefacts and chronological markers – as well as the predominantly non-invasive nature of the investigations, supplemented only by small-scale test excavations, create significant challenges for the cultural and chronological identification of the recovered assemblages. The application of an integrated analytical approach, with thin section analyses of ceramics as the principal method, enabled the attribution of pottery from three investigated settlements (T-18, T-H2, and T-H8) to the Babino, Sabatinovka, and

Belozerka cultural traditions. These results provide a reliable basis for the comparative typological analysis of ceramics recovered during archaeological surveys at other settlements with "livestock corrals" and expand the archaeological record for the Final Middle Bronze Age and the Late Bronze Age of the Tarkhankut Peninsula and Crimea as a whole.

Keywords: Crimea, Tarkhankut Peninsula, Bronze Age, settlements with "livestock corrals", ceramics, archaeometry, cultural-chronological definitions

На археологической карте бронзового века Крыма выявлены, опознаны и теперь широко известны специфические поселения с «загонами для скота» (или «каменными двойными загонами для скота»), число которых насчитывает несколько десятков разведанных и подтвержденных памятников. Они открыты на п-ове Тарханкут в 2007–2013 гг. при реализации Джарылгачского и Западно-Крымского международных междисциплинарных проектов (Bilde et al., 2012) и подтверждены дальнейшими работами в 2015–2025 гг. (Смекалова, Кутайсов, 2017, с. 109–131; Междисциплинарные…, 2020, с. 42–181 и др.), а в последнее десятилетие исследованы в Восточном Крыму при широкомасштабных раскопках (Бейлин и др., 2018, с. 11–13, рис. 2; 3; Свиридов и др., 2019, с. 187, рис. 1; 2) и разведочных шурфовках (Смекалова, 2023; и др.).

Для таких поселений характерны остатки каменных конструкций: двойных в виде большого овала или круга (до 48–50 м) со вписанным меньшим кругом (до 25 м) и, реже, одинарных. Известны поселения с двумя двойными «загонами», а также «лабиринтовидными» конструкциями. При раскопках основания стен каменных конструкций (ширина развалов стен – от 2.0 до 2.20–2.40 м) прослежены на высоту до 0.4–0.5 м на материке и/или уровня погребенной почвы, а для внутренней и внешней их частей зафиксированы разные типы каменной кладки. Первоначально определение структур как «загоны для скота» с каменными основаниями стен было основано на этнографических параллелях, что затем подтверждено междисциплинарными исследованиями на разных памятниках, например, проведенными геохимическими исследованиями основания второго пласта культурного слоя в «загоне» на поселении Тарханкут-18 (Kashuba et al., 2021, p. 1283–1292, fig. 5–8; Kulkova, 2022).

До недавнего времени в Северо-Западном Крыму такие поселения преимущественно исследовались неинвазивными методами (с визуальными обследованиями) – на них редко проводились небольшие разведочные раскопки, которые давали сильно фрагментированные и маловыразительные фрагменты керамики в «загонах» при фактическом отсутствии находок диагностирующих предметов и/или хроно-индикаторов. Это привело к закономерным трудностям в определении материалов и датировке таких поселений, большинство которых были отнесены к позднему бронзовому веку. Отсюда в Северо-Западном Крыму, и особенно на Тарханкуте, в исследовательском дискурсе сложилась искусственная ситуация отсутствия бытовых памятников раннего и среднего бронзового века (Кашуба и др., 2022), что вызвано состоянием историографии: незавершенность исследований, неопубликованные или частично введенные в научный оборот материалы старых раскопок и др. Требовались переосмысление и новый подход к исследованию подобных памятников с упором на тщательную проверку на местности опубликованных данных и максимальным привлечением междисциплинарных исследований материалов и комплексов (включая старые раскопки).

В этом направлении уже имеются ощутимые результаты, полученные при реализации нескольких крупных проектов по Крыму, поддержанных грантами РНФ в 2022–2026 гг. В настоящей работе представлено петрографическое изучение маловыразительной керамики из трех поселений с «загонами для скота» на Тарханкуте – Т-18, Т-Н2

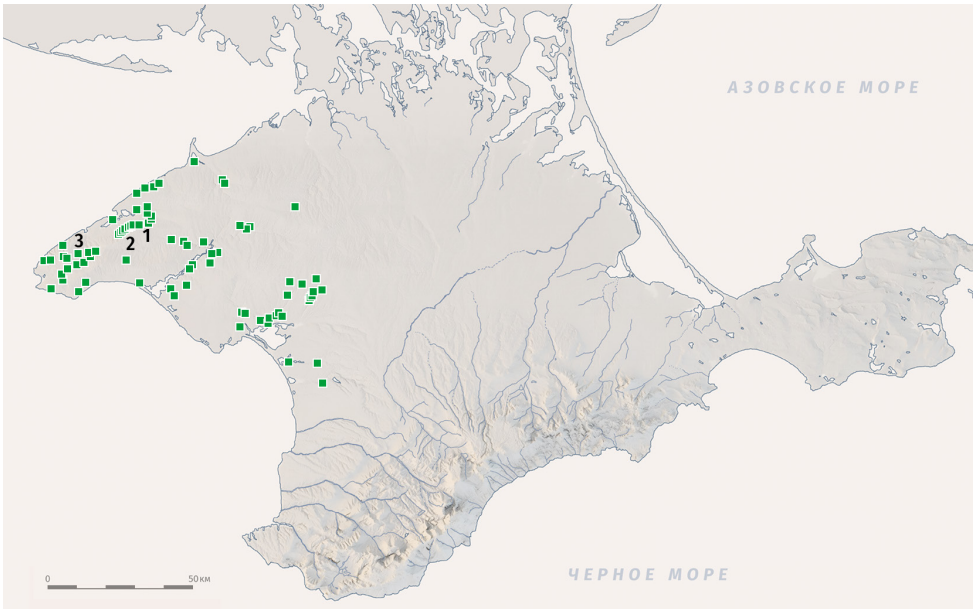


Рис. 1. Карта-схема Крыма с поселениями конца среднего – позднего бронзового века в северо-западной части (цифрами отмечены рассматриваемые поселения): 1 – Тарханкут-Н8 (Т-Н8); 2 – Тарханкут-Н2 (Т-Н2); 3 – Тарханкут-18 (Т-18).

и Т-Н8 (рис. 1, 1–3)[1]. Исследования керамических фрагментов выполнялось в тонких шлифах с использованием поляризационных микроскопов Полам-111 (ЦКП «Геоэкология» РГПУ им. А.И. Герцена) Leica DM4500 P с цифровой камерой Leica DFC 495 (РЦ РДМИ СПбГУ).

Поселение Тарханкут-18 (Т-18) – с двойным «загоном» (два почти одинаковых по размерам овала, СЗ–ЮВ) и остатками разрушенных вспашкой «помещений» изучено двумя шурфами с целью верификации данных неинвазивных исследований и получения датирующих материалов. Шурф 1 (Ш1) – поперечный каменному основанию внешней стены двойного «загона» – для исследования зоны «загона» и внешней части поселения. Стратиграфически установлено, что каменная стена была сооружена на культурном слое предшествовавшего поселения (на уровне 0.3–0.35 м от СДП). Шурф 2 (Ш2) был разбит во внутренней части «помещения». Согласно материалам и радиоуглеродным датам, «загон» и «помещение» бытовали одновременно. Из шурфов получены пять радиоуглеродных дат по коллагену из костей домашних животных; комбинированная дата из четырех дат составила 2133–1945 cal BC (Kashuba et al., 2021, p. 1275–1276, 1280, tab.), что приходится на посткатакомбные периоды I/II (ПКБ I/II). Аналогии материалам находят близкие параллели в крымских памятниках финала среднего бронзового века (поздней катакомбной и ранней бабинской культурах) (Ibid., p. 1280–1282).

Петрографически исследован один образец от дна горшка (рис. 2). Керамика плотная, темно-коричневого цвета, залощенная, тонкостенная, 8 мм; изготовлена из гли-

[1] Полевые исследования в 2019–2020 гг. проведены М.Т. Кашубой по Открытому листу № 55 от 15.02.2019 г., выданному на имя Т.Н. Смекаловой. Материалы были введены в научный оборот (Междисциплинарные…, 2020, с. 46–49, 53–55, рис. IV.2.12, IV.2.14, IV.2.23, IV.2.24, IV.2.26, IV.3.29–IV.3.39) без развернутой публикации данных петрографического анализа керамики.

ны смектитового состава, богатой остатками водной органики, тощей. В качестве отощителя был добавлен дробленый кальцит. Обжиг среднетемпературный (650–750 °С), кратковременный в восстановительной среде (обр. Кр, Т-18, Ш2_300).

Поселение Тарханкут-Н2 (Т-Н2) – с двумя южным и северным «загонами» исследовалось двумя разведочными шурфами на разных структурах, выявленных при неинвазивных исследованиях. В большой яме в шурфе 1 (Ш1) материалы фактически отсутствовали. Шурфом 2 (Ш2) было прорезано поперек каменное основание внутренней стены северного двойного «загона», состоящего из овала длиной ~48 м и примыкающего круга диаметром ~28 м. Радиоуглеродная дата, полученная по коллагену из костей и зубов крупного рогатого скота (глубина – основание стены «загона»), имеет значение (SPb_3043) 3093±40 BP (2σ 1440–1234 cal BC), что приходится на поздний бронзовый век. Найденная керамика показывает близкое сходство с посудой находящегося неподалеку сабатиновского поселения Бурун-Эли 1 (Колотухин, 2003, с. 42–44, рис. 52, 4), при этом имеющиеся архаические признаки (расчесы на стенках; шнуровой узор) отсылают к керамическим традициям среднего бронзового века.

Петрографический анализ проведен для пяти образцов от разных сосудов из 2-го и 3-го пластов культурного слоя «загона» (см. рис. 2). По данным петрографии образцы можно разделить на три группы по составу и рецептурам формовочных масс.

Гр. 1 – керамика плотная, тонкостенная, серо-бежевого/бежевого цвета, изготовлена из жирных глин каолинитового состава, в качестве отощителя использовались шамот+песок, обжиг кратковременный, среднетемпературный (750–850 °С) (обр. Кр-15, № 28; Кр-16, № 28-1). Образцы из этой группы найдены 2-м пласте культурного слоя.

Керамика, найденная в 3-м пласте культурного слоя, отличается по составу формовочных масс. Она изготовлена по двум типам рецептур.

Гр. 2 – керамика плотная, тонкостенная, черного цвета, из жирных глин смектитового состава, в качестве отощителя использовались шамот+песок+дробленая кость. Обжиг кратковременный, среднетемпературный (650–750 °С), в восстановительной атмосфере (Кр-14, № 33-1).

Гр. 3 – керамика плотная, тонкостенная, черного цвета, из жирных глин смектитового состава, в качестве отощителя использовались шамот+дресва карбонатных пород (биогенных). Обжиг среднетемпературный (7000–850 °С), кратковременный, в окислительной атмосфере (Кр-12, № 33-2).

Поселение Тарханкут-Н8 (Т-Н8) – с двойным «загоном» (овал длиной ~45 м и примыкающий круг диаметром ~28 м) в северной части, а также фиксируемыми на карте магниторазведки прямоугольными постройками (обозначенными как «жилой квартал») в южной части. Оно ранее изучалось[2], но вопрос датировок разнообразных структур, выявленных при неинвазивных исследованиях поселения, как и культурная принадлежность материалов, остались не решенными. В шурфе 3 (Ш3) зафиксирована западная стена и С–СЗ часть крупной прямоугольной «постройки», определенной по характеру находок как нежилое строение. В шурфе 4 (Ш4) исследовались зоны малой и большой частей двойного «загона», разделенных каменным основанием внутренней стены. Материалы и радиоуглеродные даты подтвердили синхронность «загона» и «постройки». Из шурфов получены три радиоуглеродные даты по коллагену из костей крупного рогатого скота (2) и по грунту из северного угла «постройки» (1); комбинированная дата из трех дат составляет 2874±25 BP, 1125–941 cal BC, что приходится на финальный период бронзового века. Керамика соответствует характеристикам посуды белозерской

[2] В 2008 г. исследованы внешняя стена двойного «загона» (шурф 1) и стена помещения в «жилом квартале» (шурф 2) (*Смекалова, Кутайсов*, 2017, с. 114–118, рис. VI.3, 42–48).

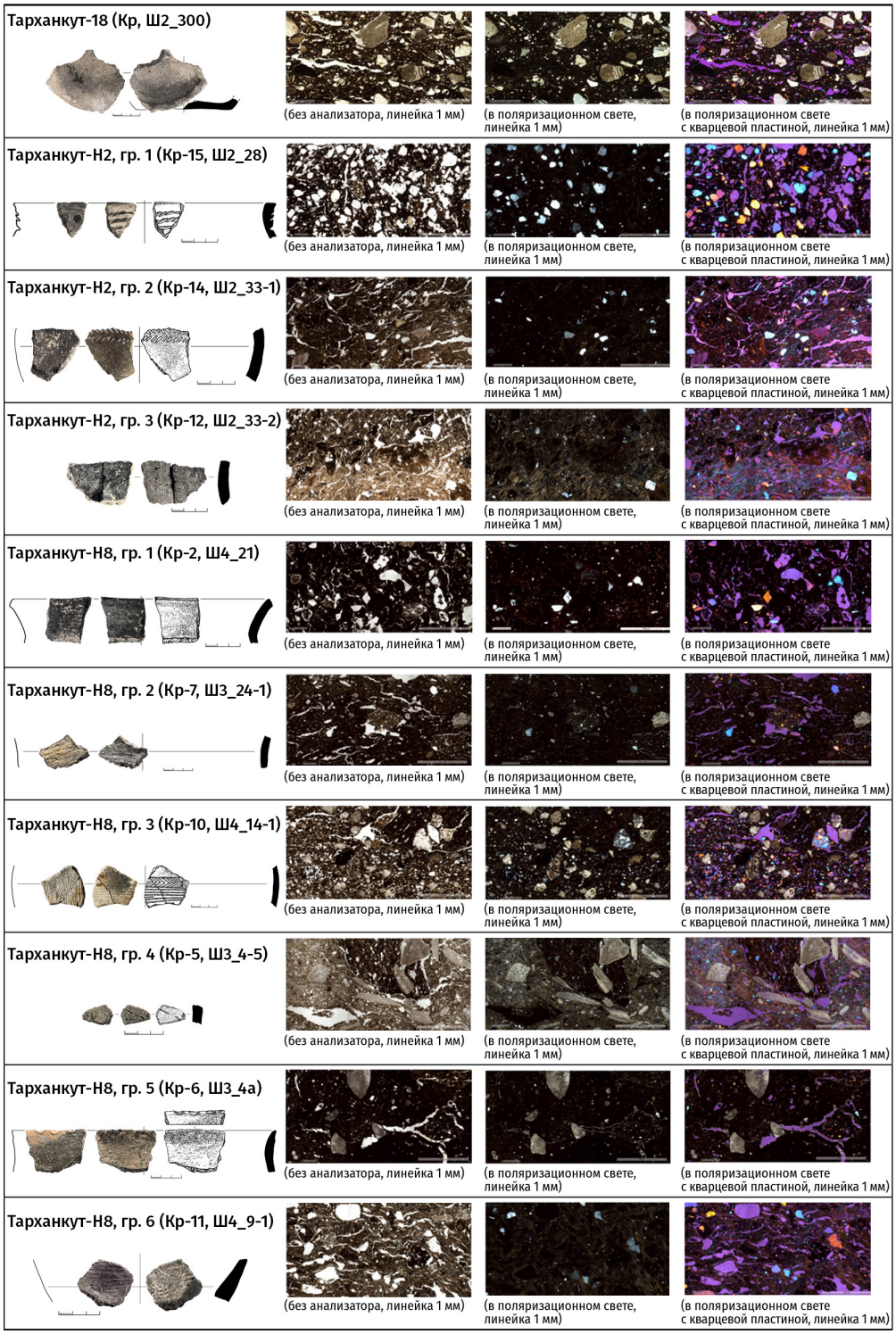


Рис. 2. Результаты петрографического исследования керамики из поселений с «загонами для скота» Т-18, Т-Н2 и Т-Н8 на Тарханкуте (образцы, шлифы и технологические группы), выборочно.

культуры и находит аналогии с керамикой из неподалеку расположенных белозерских поселений Бай-Кият I и Скалистое-2 (Колотухин, 2003, с. 42–44, рис. 52–55).

Петрографический анализ проведен для 11 образцов: 10 – от разных сосудов из подъемного материала (1 обр.) и 1–3-го пластов культурного слоя «постройки» и «загона», а также один – от глиняной обмазки (см. рис. 2).

Анализ обмазки показал, что использована тощая глина иллитового состава, при этом, по данным минерального состава образца, речь должна идти о костровом обжиге с температурой в 700–800 °С.

На основании рецептур формовочной массы керамики можно выделить несколько групп.

Керамика из 3-го пласта культурного слоя «постройки» и «загона»:

Гр. 1 – керамика плотная, черного цвета, тонкостенная. Внешняя и внутренняя поверхности покрыты отмученной карбонатной глиной. Изготовлена из жирных глин каолинитового состава с включениями невыгоревшей органики (мох?). В качестве отощителя использовался шамот. Обжиг среднетемпературный (650–750 °С), кратковременный, восстановительный (Кр-2, № 21).

Гр. 2 – керамика плотная черного цвета, тонкостенная. Внешняя и внутренняя поверхности покрыты отмученной карбонатной глиной. Изготовлена из жирных глин смектитового состава. В качестве отощителя использовались шамот+дресва биогенных известняков. Обжиг среднетемпературный (650–750 °С), кратковременный, в восстановительной среде (Кр-7, № 24-1; Кр-9, № 7).

Гр. 3 – керамика плотная, черного цвета, тонкостенная. Внешняя и внутренняя поверхности покрыты отмученной карбонатной глиной. Изготовлена из тощих глин смектитового состава. В качестве отощителя использовались песок + дресва биогенных пород+дробленая кость. Обжиг среднетемпературный (650–700 °С), кратковременный, восстановительный, затем окислительный (Кр-10, № 14-1).

В 2-ом пласте культурного слоя «постройки» можно выделить несколько технологических групп:

Гр. 4. – керамика плотная, тонкостенная, черного цвета. Внешняя и внутренняя поверхности покрыты отмученной глиной. Изготовлена из жирных глин каолинитового состава. В качестве отощителя использовались дробленая дресва биогенных карбонатов+дробленая раковина. Обжиг среднетемпературный (650–750 °С), кратковременный, в восстановительной среде (Кр-3, № 17; Кр-5, № 4-5).

Гр. 5 – керамика плотная, тонкостенная, черного цвета. Внешняя и внутренняя поверхности покрыты отмученной глиной. Изготовлена из жирных глин каолинитового состава. В качестве отощителя использовались шамот + песок + дробленая дресва биогенных карбонатов. Обжиг среднетемпературный (650–700 °С), кратковременный, восстановительный (Кр-6, № 4а). Керамика из этой группы встречается также в 1-м пласте культурного слоя «загона» (Кр-8, № 9-2).

Для 1-го пласта культурного слоя «загона» характерна также рецептура формовочной массы с использованием дробленой кости.

Гр. 6 – керамика плотная, толстостенная, черного цвета. Внешняя и внутренняя поверхности покрыты отмученной глиной. Изготовлена из жирных глин смектитового состава. Отощитель: шамот+песок+дробленая кость. Обжиг среднетемпературный (650–700 °С), кратковременный, восстановительный (Кр-11, № 9-1).

Проведенные исследования позволяют выделить несколько рецептур формовочных масс. Отмеченные различия в составе использованных глин и типах отощителей

могут быть связаны с влиянием различных культурных традиций, как и маркировать разные хронологические периоды.

Так, фрагмент дна горшка из Т-18 (из 3-го пласта культурного слоя «помещения» (Ш2), радиоуглеродная дата SPb_3109: 3645±50 BP (2σ 2135–1883 cal BC)) кардинально отличается по технологии изготовления. Здесь в качестве отощителя использовался дробленый кальцит, а температура обжига была сравнительно низкой. Выявлено, что карбонатная дресва – архаический признак в рецептурах формовочных масс (Kulkova et al., 2023). Присутствие в формовочных массах дробленого известняка и оолитовых карбонатов в качестве отощителя отличают керамику финала среднего бронзового века (или посткатакомбного периода), как это прослежено при изучении керамики позднекатакомбной и каменской (бабинской) культуры из раскопок В.Д. Рыбаловой поселения Каменка в Восточном Крыму (Кулькова и др., в печати). То есть этот сосуд соответствует посткатакомбному времени, как по составу формовочной массы, так и по данным радиоуглеродного датирования.

Для проанализированной керамики из памятников сабатиновской и белозерской культур Т-Н2 и Т-Н8, относящихся к позднему бронзовому веку, что подтверждено данными радиоуглеродного датирования, характерны многокомпонентные типы отощителей. Несмотря на сравнительно небольшую серию исследованных образцов, важно отметить присутствие рецептуры формовочной массы с добавкой дробленой кости в качестве отощителя. Археометрическими исследованиями, проведенными авторами ранее, установлено, что наличие этого компонента является специфическим индикатором керамики белозерской культуры, но появляется такая традиция еще на позднем этапе сабатиновской культуры, как это выявлено при изучении керамики на городище Дикий Сад в низовьях Южного Буга (Палеосреда…, 2024, с. 77–85; Кашуба и др., 2026, с. 339–347).

Таким образом, результаты петрографического анализа керамики могут служить надежной основой для относительной хронологической оценки и культурно-исторической атрибуции материалов, полученных в ходе археологических разведок на поселениях с «загонами для скота» полуострова Тарханкут и других памятниках эпохи бронзы Крыма.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 22-18-00065-П, https://rscf.ru/project/22-18-00065/ «Культурно-исторические процессы и палеосреда в позднем бронзовом – раннем железном веке Северо-Западного Причерноморья: междисциплинарный подход») в РГПУ им. А.И. Герцена.

Литература

Бейлин Д.В., Кислый А.Е., Михайлов А.М., Рогудеев В.В., Шарапа А.В., Юрочкин В.Ю. (2018) Раскопки поселения эпохи бронзы Госпиталь II в г. Керчи (предварительное сообщение). *Древности Боспора*, 23, 9–35.

Кашуба М.Т., Кулькова М.А., Кожуховская Ю.В., Кульков А.М. (2022) К проблеме верификации среднего бронзового века в Северо-Западном Крыму. *Западная Таврида в истории и культуре древнего и средневекового Средиземноморья. Мат. IV междунар. науч. конф., п. Черноморское, 9–11.09.2022 г. Симферополь*, Ариал, 196–201.

Кашуба М.Т., Кулькова М.А., Кульков А.М., Стрельцов М.А., Кожуховская Ю.В., Малярова А.Д. (2026) Межрегиональные и локальные связи сообществ белозерской культуры Северного Причерноморья (по опубликованным данным и петрографии керамики из поселенческих и погребальных памятников). *Уфимский археологический вестник*, 26(2), 335–354 https://doi.org/10.31833/uav/2026.26.2.019.

Колотухин В.А. (2003) Поздний бронзовый век Крыма. Киев, Стилос, 138 с.

Кулькова М.А., Кашуба М.Т., Малярова А.Д., Старкова Е.Г., Кульков А.М., Стрельцов М.А. (в печати) Петрография керамики позднебронзового поселения Каменка Восточного Крыма (по материалам раскопок В.Д. Рыбаловой в XX в.). *Российская археология*, в печати.

Междисциплинарные исследования поселений эпохи бронзы Северо-Западного Крыма: коллективная монография (2020) / Науч. ред. Т.Н. Смекалова. С.-Пб.: Алетейя, 204 с. (материалы к археологической карте Крыма. Вып. XIX).

Палеосреда и культурно-исторические процессы в Северо-Западном Причерноморье в эпоху бронзы – раннем железном веке: первые результаты исследований [коллективная монография] (2024) / Науч. ред.: М.А. Кулькова, М.Т. Кашуба. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 336 с.

Свиридов А.Н., Язиков С.В., Топоривская М.А., Фролов В.В. (2019) Раскопки поселения Городище 11 км в 2017 году. *Крым – Таврида. Археологические исследования в Крыму в 2017–2018 гг.*: в 2 т. М., ИА РАН, т. 1, 187–203.

Смекалова Т.Н. (2023) Два новых поселения бронзового века в окрестностях урочища Сююр-Таш в Керченском Приазовье. *Проблемы истории, филологии, культуры*, 3, 218–230 https://doi.org/10.18503/1992-0431-2023-3-81-218-230.

Смекалова Т.Н., Кутайсов В.А. (2017) Археологический атлас Северо-Западного Крыма. Поздний бронзовый век. Ранний железный век. СПб.: Алетейя, 448 с.

Bilde P.G., Attema P., Winther-Jacobsen K. (Eds). *Dzharylgach Survey Project*. Aarhus: Aarhus University Press, 2012. 2 Vol.

Kashuba M.T., Smekalova T.N., Kulkova M.A., Gurov E.Yu. (2021) New results of interdisciplinary study of Bronze Age settlements in Northwestern Crimea. *Vestnik of Saint Petersburg University, History*, 66(4), 1270–1295.

Kulkova M.A. (2022) Geochemical Indication of Functional Zones at the Archaeological Sites of Eastern Europe. *Minerals*, 12(9), 1075 https://doi.org/10.3390/min12091075.

Kulkova M.A., Kashuba M.T., Kulkov A.M., Streltsov M.A., Markova M.A., Vetrova M.N., Kozhukhovskaya Yu.V. (2023) The Crushed Carbonate Temper from Ceramic Pastes of the Bronze–Early Iron Age Pottery in the Northern Black Sea Region: A Technological Reception or A Traditional Approach. *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences*. Springer, Cham, 181–197 https://doi.org/10.1007/978-3-031-46424-9_18.

Первые результаты изучения микроструктуры, химического и минералогического состава лепной керамики населения Крымских предгорий в позднеримское время

First results of studying the microstructure, chemical and mineralogical composition of handmade pottery from the Crimean foothills population in the Late Roman period

С.И. Меренкова
S.I. Merenkova
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, koshelevasof@mail.ru
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва
Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Республика Крым, Симферополь

Представлены первые результаты комплексного изучения микроструктуры, химического и минералогического состава лепной керамики позднеримского времени из трех могильников крымских предгорий – Нейзац, Опушки, Дружное (нейзацкая археологическая культура, конец I – начало V в. н.э.). Исследовано 35 образцов керамики и 4 образца горных пород посредством рент-

гено-дифракционного анализа (XRD), рентгенофлуоресцентного анализа (XRF) и сканирующей электронной микроскопии (SEM). Установлено, что в керамике из Нейзаца и Дружного в качестве основного отощителя использовался кристаллический кальцит (монокристаллы), а температура обжига не превышала 750–800°C. В керамике из Опушек выделены 2 группы: с добавкой кальцита (1) и кварца (в том числе, специально измельчённого) (2). Образец 30о из Опушек не содержит искусственных отощителей, исходным сырьём для него, вероятно, служил зрелый алеврит или суглинок кварцевого состава. Горные породы, послужившие сырьем при изготовлении лепной керамики Нейзаца, отличны от использовавшихся в Опушках и Дружном.

Ключевые слова: лепная керамика, Крым, нейзацкая археологическая культура, источники сырья

This paper presents the first results of a comprehensive study of the microstructure, chemical and mineralogical composition of Late Roman handmade pottery from three burial grounds in the Crimean foothills — Neizats, Opushki, and Druzhnoe (the Neizats archaeological culture, late 1st — early 5th century AD). A total of 35 pottery samples and 4 rock samples were examined using X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF), and scanning electron microscopy (SEM). We examined crystalline calcite (single crystals) was used as the main temper in the pottery from Neizats and Druzhnoe, and the firing temperature did not exceed 750–800°C. The pottery from Opushki is divided into two groups: one with calcite temper and the other with quartz one (including deliberately crushed quartz). We showed that sandy limestones (in which the Opushki and Druzhnoe burial grounds are located) were not used as additives in pottery production. The rocks used as raw materials for the handmade pottery from Neizats differ from those used in Opushki and Druzhnoe.

Keywords: handmade pottery, Crimea, Neizats archaeological culture, raw material sources

В крымских могильниках варварского населения позднеримского времени широко распространены находки лепной керамики. Так, в могильнике Дружное обнаружено более 400 сосудов, в могильнике Нейзац – более 1200, Опушки – около 500. При этом детального, комплексного исследования этих реликтов древнего ремесла с применением прецизионных методов и естественно-научного подхода ранее не проводилось. Между тем, подобные работы могут пролить свет на выявление потенциальных сырьевых источников для изготовления керамики, вариаций технологии и, возможно, наличие (либо отсутствие) обмена между сообществами позднеримского времени Северного Причерноморья. Данные о геохимии и минералогии лепных керамических изделий могут стать основой базы данных составов региональных сырьевых источников для последующих исследований. С этой целью выполнены минералого-геохимические исследования фрагментов лепной керамики из трех могильников крымских предгорий – Нейзац, Опушки, Дружное. Могильники Дружное, Нейзац и Опушки относятся к нейзацкой археологической культуре. Памятники этой культуры датируются концом I/нач. II – IV/нач. V в. н.э. Они оставлены населением крымских предгорий (Храпунов, 2019). Одним из самых ярких признаков культуры является комплекс лепных сосудов. Он сформировался в начале IV в. н.э. В склепы, датирующиеся этим столетием, ставили нередко по 20–30 лепных сосудов. Существуют публикации, где представлен этот аспект материальной культуры (Власов, 1999; Суханов 2020). Однако многие проблемы, имеющие отношение к лепной керамике, не только не решены, но даже не сформулированы. В частности, неизвестно, где находились источники сырья, необходимого для производства. Результаты раскопок могильников Дружное (Храпунов, 2002) и Нейзац (Храпунов, 2025) опубликованы полностью. Раскопки могильника Опушки продолжаются (обзор результатов см. (Храпунов, 2021)).

В основу работы положено исследование 35 образцов лепной керамики (рис.): 13 из могильника Нейзац, 13 из могильника Дружное, 9 из могильника Опушки. Также отдельно исследованы 4 образца горных пород: по одному из коренных выходов по-

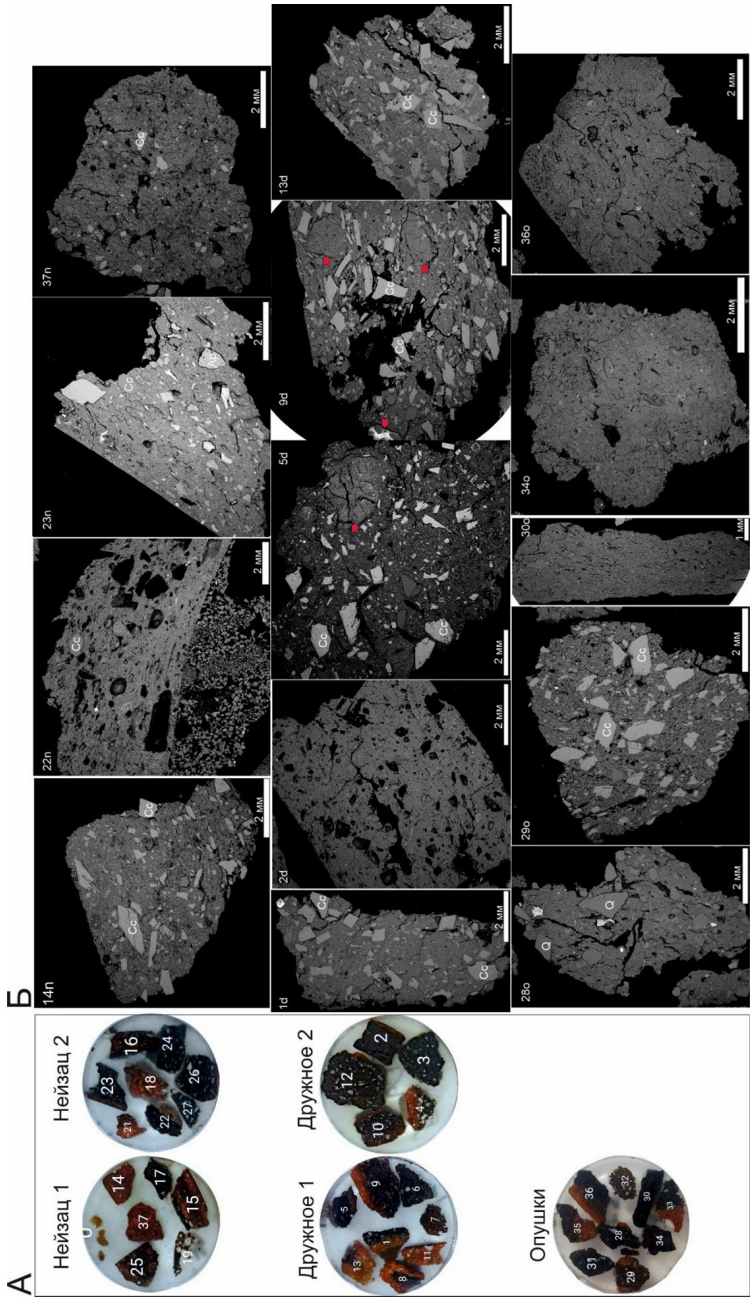


Рис. Состав и структура образцов лепной керамики. А – общий вид в препаратах для микрозонда, Б – BSE изображения наиболее репрезентативных образцов. Q – кварц, Cc – кальцит, Ap – апатит. Буквы n, d, o после номера обозначают могильник – Нейзац, Дружное или Опушки соответственно. Нумерация сквозная.

род, вмещающих могильник Нейзац, элювиальных образований по породам, в которых находится могильник Опушки, 1 из глин межгрядового понижения у подножия близ могильника Опушки, 1 из нижнемеловых терригенных пород Верхоречья (г. Белая) в качестве референтной пробы. Изучение минералогического состава выполнено методом рентгено-дифракционного анализа (XRD) в Геологическом институте РАН (аналитик Коршунов Д.М.). Рентгеновское изучение проводилось на дифрактометре D2 Phaser на CuKα излучении (Bruker, Германия). Рентгенофлуоресцентный анализ (XRF) выполнен

для определения содержания главных петрогенных и микроэлементов. Измерения проводились портативным рентгенофлуоресцентным (XRF) анализатором Olympus Vanta M с родиевым анодом в Центре коллективного пользования Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. Сканирующая электронная микроскопия (SEM) использовалась для изучения микроструктурных особенностей, вторичных преобразований, характеристики отдельных минеральных зерен. Выполнено изучение в режиме BSE (обратно-отраженные электроны) для изучения структуры, качественного состава и соотношения фаз соответственно. При помощи детектора EDX определялся состав основных фаз, слагающих образец, и выполнялось элементное картирование. Микрофотографии и рентгеноспектральный микроанализ выполнены на базе ЦКП ИФЗ РАН на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Tescan Mira LMS, оснащенном энергодисперсионным (EDX) спектрометром Ultim Max 65 с интегрированным программным обеспечением AZtecLive Automated (Oxford Instruments). Исследования проводились при ускоряющем напряжении 20 KeV и рабочем расстоянии (WD) 15 мм.

На основании полученных данных о составе и структуре минеральных включений в лепной керамике позднеримского времени из трех могильников можно сделать следующие выводы. При изготовлении керамики, обнаруженной в могильнике Нейзац, в качестве отощителя преимущественно использовался кристаллический кальцит, полученный при измельчении кристаллов. Вероятно, кальцит извлекался из прожилков и трещин в известняках, им залеченных. В образце 22n присутствуют фрагменты пород, в которых расположен сам могильник. В образец 23n вместо кальцита добавлен костный материал. В качестве основы при изготовлении использовались, вероятно, алевроглинистые породы, содержащие каолинит. Температура обжига не превышала 800 °C.

В керамике из могильника Дружное в качестве отощителя также использован кристаллический кальцит. Температура обжига не превышала 800 °C. В образец 2d, по-видимому, также был добавлен кальцит, но вторичные процессы привели к его уничтожению, оставив «призраки» в структуре. Образцы 4d и 10d изготавливались из алевроглинистых пород, не содержащих полевых шпатов, что отличает их от других исследуемых образцов. Каолинит отсутствует, что позволяет предположить отличный от Нейзаца источник алевро-глинистого материала.

В керамике из могильника Опушки фиксируется несколько подходов к изготовлению. В первом случае, аналогично вышеописанным, добавкой служил кристаллический кальцит (образцы 29o, 31o, 32o, 33o). Температура обжига не превышала 800 °C. Во втором случае отощителем выступал кристаллический кварц, вероятно, также специально измельченный (образец 28o) или терригенный (образцы 34o и 36o). Терригенный кварц мог как изначально находиться в опесчаненном глинистом материале, послужившем сырьем, вместе с полевыми шпатами, так и быть частью специально добавленного в процессе песка. Образец 30o отличается от всех изученных своей структурой с отсутствием крупных минеральных включений – примеси не превышают 100 мкм, что соответствует алевритовой размерности. Технология его изготовления, вероятно, не предполагала искусственного введения отощителя, а исходным сырьем выступал зрелый алеврит или суглинок преимущественно кварцевого состава.

Таким образом, горная порода, из которой изготовлена лепная керамика Нейзаца, отлична от той, что использовалась в Опушках и Дружном, т.к. отсутствует каолинит. Песчанистые известняки беденекырской свиты, в которых расположены могильники Опушки и Дружное, не использовались при изготовлении керамики, как и глины мамакской толщи, обнажающиеся в межгрядовом понижении близ могильника Опушки. В керамику искусственно добавлялся именно кристаллический кальцит, а не раковины

моллюсков или фрагменты известняков. Кальцит и кварц, служащие основными добавками-отощителями, дают эффект «разбавления», делая валовые геохимические пробы малоинформативными. Это требует применения локальных методов исследования вещества в качестве закономерного продолжения этих работ и дальнейшего отбора терригенных пород в исследуемом регионе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-01851 «Лепная керамика позднеримского времени в Крыму: производство и использование».

Литература

Власов В.П. (1999) Лепная керамика из некрополя III–IV вв. н.э. Дружное в Крыму. Сто лет черняховской культуре. Киев, Товариство Археології та Антропології, 322–371.

Суханов Е.В. (2020) Лепная керамика могильника римского времени Фронтовое 3 (предварительная публикация). *Материалы по археологии, истории и этнографии Таврии,* XXV, 66–89.

Храпунов И.Н. (2002) Могильник Дружное (III–IV вв. нашей эры). Lublin, Wydawnictvo Universitetu Marii Curie-Skladowskiej, 313.

Храпунов И.Н. (2019) Археологическая культура позднеримского времени в предгорном Крыму. *Российская археология,* 1, 32–49.

Храпунов И.Н. (2021) Исследования могильника Опушки: итоги и перспективы. *Крым в сарматскую эпоху (II в. до н. э. – IV в. н.э.). VII* / Отв. ред. И. Н. Храпунов. Симферополь, ООО «Фирма «Салта ЛТД», 235–259.

Храпунов И.Н. (2025) Могильник Нейзац (II–IV вв. н.э.): в 3 т. Севастополь, Альбатрос.

К проблеме изучения керамических производств северо-западной Колхиды: методические вопросы
About the study of ceramic production in Northwestern Colchis: methodological issues

Г.В. Требелева[1], Д.А. Панкратов[2,3], О.А.Черкасова[4,1], Г.Ю. Юрков[1,5]
G.V. Trebeleva, D.A. Pankratov, O.A. Cherkasova, G.Yu. Yurkov
[1]Институт археологии РАН, г. Москва, trgv@mail.ru
[2]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва
[3]Московский физико-технический институт, г. Москва
[4]Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс
[5]Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, г. Москва

Исследование посвящено ресурсной базе гончарства северо-западной Колхиды. При изучении производства плинф IV–VI вв. удалось выявить особенность местных глин, заключающуюся в высоком содержании железа. Минеральный состав глин определялся методом рентгенофазового анализа, отмечено высокое содержание рентгеноаморфной фазы. Для установления железосодержащей составляющей глин был использован метод мёссбауэровской спектроскопии, что позволило выявить шесть групп. Результаты анализа были внесены в ГИС. Установлено, что большая часть географических локаций представлена своей уникальной комбинацией железосодержащих минеральных компонентов, позволяющих их идентифицировать с высокой степенью

достоверности и выявить пространственные корреляции. Так как результаты мёссбауэровской спектроскопии показывали корреляции только для железосодержащих минералов, был проведен петрографический анализ. Данные петрографии и рентгенофлуоресцентного анализа не выявили ярких маркеров, не связанных с железосодержащими минералами, и полностью совпали с ранее проведенным физико-химическим и технологическим анализом древнего керамического производства северо-западной Колхиды.

Ключевые слова: Колхида, керамика, РФлА, мёссбауэровская спектроскопия, петрография, ГИС

The study focuses on the pottery resource base of northwestern Colchis. A study of plinth production from the 4th to 6th centuries revealed a characteristic of local clays, namely, their high iron content. The mineral composition of the clays was determined by XRD, revealing a high content of the X-ray amorphous phase. Mössbauer spectroscopy was used to determine the iron-containing component of the clays, identifying six groups. The analysis results were entered into a GIS. It was established that most geographic locations are represented by their own unique combination of iron-bearing mineral components, allowing for their identification with a high degree of certainty and the identification of spatial correlations. Since Mössbauer spectroscopy results showed correlations only for iron-bearing minerals, a petrographic analysis was conducted. The petrographic and XRF analysis data did not reveal any bright markers not associated with iron-containing minerals and were completely consistent with the previously conducted physicochemical and technological analysis of the ancient ceramic production of northwestern Colchis.

Keywords: Colchis, ceramics, XRF, Mössbauer spectroscopy, petrography, GIS

Керамика – самый массовый материал при раскопках античных памятников Северного Причерноморья. Методы изучения керамики можно разделить на традиционные археологические, включающие морфологический анализ, а также анализ орнаментов и декора, технико-технологический анализ по А.А. Бобринскому (историко-культурный подход) и целый комплекс естественно-научных методов (Бобринский, 1978; Ламина и др., 1995; Кулькова и др., 2022). Морфологический и технико-технологический анализ позволяет выявить производственные традиции, комплекс естественно-научных методов, как правило, направлен на изучение особенностей керамического сырья, либо продуктов, хранившихся в сосудах. Большой удачей в археологии является обнаружение производственных центров или отдельных печей. Тогда можно соединить в единую картину производственные традиции и особенности сырья, четко привязав их к территории и эпохе. Гончарное производство в северо-западной Колхиде имело очень давние традиции и было хорошо развитым, однако, письменные свидетельства об этом до наших дней не дошли. Данные археологии, несмотря на почти полуторавековую историю исследований, также крайне скудны. Из-за специфических климатических и ландшафтных условий весьма затруднительно проводить разведки среди густой субтропической растительности, покрывающей как горные, так и равнинные территории региона. Если говорить непосредственно о производственных центрах, то точно известно местоположение печи в пос. Гуандра в районе Нового Афона и комплекс из более чем 100 печей в с. Атара. По литературным данным известны печи в Питиунте и Себастополисе (Джопуа, Нюшков, 2012, с.10–15). Достоверно известно, что амфорное производство в античный период носило в том числе и товарный характер. Отсюда возникла идея исследования ресурсной базы, чтобы выделить если не сами центры, то хотя бы отдельные производственные районы. Первый этап исследования заключался в апробации методов, необходимых для решения данной задачи.

При изучении особенностей производства плинф в римский и ранневизантийский периоды (на территории северо-западной Колхиды составляющие единый цебельдинский период II–VII вв.), нам удалось выявить, что особенностью местных глин яв-

ляется высокое содержание железа (Клемешова и др., 2023, с. 292). В керамических изделиях минералы железа представлены гематитом, а в глинах – гематитом и гетитом (Требелева и др., 2024. с. 218). Минералы определялись методом рентгенофазового анализа (РФА). Однако, природные глины содержали слишком высокий процент рентгеноаморфоной фазы (Trebeleva et al., 2026, с. 849), поэтому для определения состава железосодержащей компоненты был использован метод мёссбауэровской спектроскопии. Спектры поглощения получали на экспрессном спектрометре МС1104ЕМ (ЗАО «Кордон», г. Ростов-на-Дону) при температуре 296±3 К. Источник γ-излучения в форме ^{57}Co в матрице металлического родия с активностью 10 мКи производства ЗАО «Циклотрон» (г. Обнинск) находился при комнатной температуре. Энергетический диапазон спектрометра калибровался с помощью стандартного поглотителя α-Fe в форме металлической фольги. Пробы глины тщательно растирались в фарфоровой ступке и сушились при 60 °С не менее 1 сут. Далее образцы хранились в вакуумированном эксикаторе над расплавленным $CaCl_2$. Для всех экспериментов отбирались пробы одинаковой массы – 87 мг/см^2. Для каждого образца получалось по два спектра: в узком и широком диапазоне скоростей. При этом соотношение шум/сигнал для спектров в первом случае не превышал 2 %, а во втором – 1 %. Математическая обработка экспериментальных мёссбауэровских спектров проводилась в высоком разрешении (1024 точек) с использованием программы SpectRelax 3.4 (МГУ, г. Москва). В ходе проведенного исследования было выделено 6 групп (A-E), а также отмечено два подспектра, не относящихся к ним (Trebeleva et al., 2026, с. 848, 851–856). Далее выделенные группы компонентов глин были внесены в ГИС и рассмотрено их географическое распространение (рис. 1). В итоге удалось заметить, что большая часть географических локаций представлена своей уникальной комбинацией железосодержащих минеральных компонентов, позволяющих идентифицировать их с высокой степенью достоверности, и выявить пространственные корреляции, в частности, возрастание доли группы В ближе к р. Ингур, при общем снижении количества железосодержащих минералов, и фактически полное отсутствие группы В в центре равнины между рр. Ингур и Кодор. При этом, если обратиться к геологической карте (Геологическая…, 1982, лист К (37), (38)) все образцы глин были собраны в зоне развития одного типа дочетвертичных отложений.

Авторам показалось крайне интересным то, что максимальное разнообразие состава глин оказалось в районе крупного гончарного центра в с. Атара. Предполагаем, что именно богатство и разнообразие месторождений различных глин в этом месте определило наличие крупного гончарного центра, функционировавшего здесь как в цебельдинский, так и средневековый периоды.

Полученные в результате исследования мёссбауэровской спектроскопией корреляции были связаны лишь с железосодержащими минералами. Чтобы получить более полную картину, было решено провести петрографический анализ глин и керамики, полученной при раскопках Маркульского городища. Анализ проводился с использованием микроскопа Olympus BX-51/52 с цифровой фотокамерой DeltaPix и бинокулярного микроскопа МБС-10.

Образцы керамики были отобраны из трех разных участков и охватывали три хронологических этапа: ранний античный (жилище VII–V вв. до н.э.), эллинистический (погребальный инвентарь из склепа), цебельдинский (раскоп «Пифосы»). При этом выбирались как фрагменты сосудов, отражающие определённые морфологические типы, так и фрагменты сосудов, различающиеся по цвету глины, наиболее часто встречающейся на памятниках. Также были проанализированы образцы глин, отобранные рядом с Маркульским городищем и проанализированные ранее методом мёссбауэровской

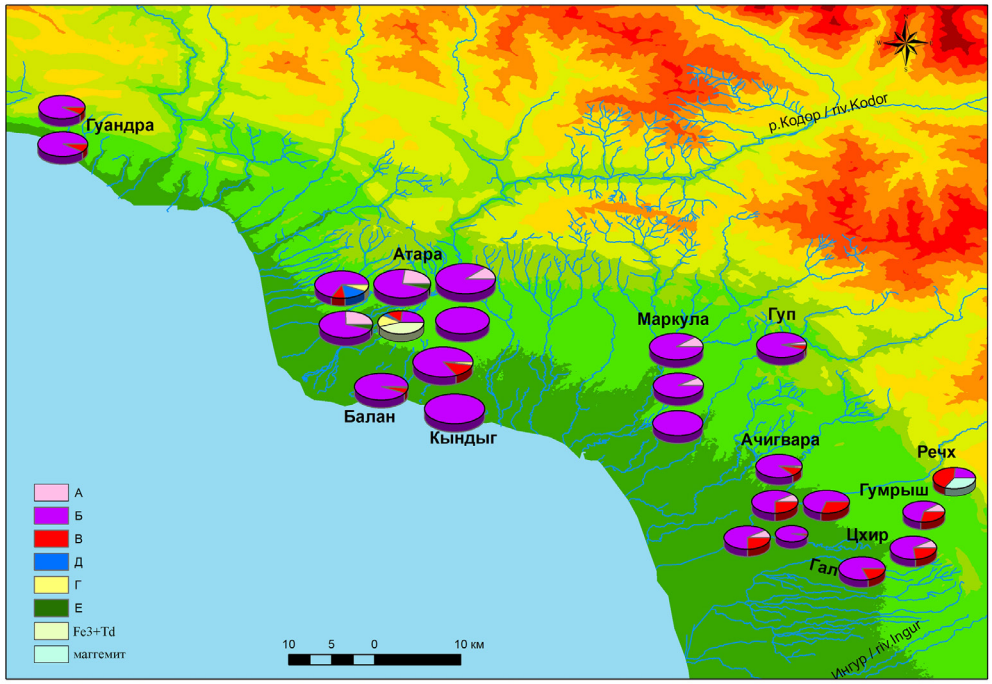


Рис. 1. Локализация исследованных глин: диаметр круга соответствует общему содержанию Fe (мас. %), цвет долей диаграмм – типу группы или уникальной формы по данным мёссбауэровских спектров.

спектроскопии. Всего исследовано 36 фрагментов керамики и 16 образцов глин из междуречья Кодора и Ингура.

Керамические изделия имеют бурый цвет, обусловленный наличием оксидов железа в формовочной массе. Пористость составляет около 20 % площади шлифа, поры преимущественно овальной формы, размером от 0.01 до 0.1 мм. Структура алевропелитовая, местами пелитовая. Обломки кварца составляют около 35 % от общей площади шлифа, их размер варьирует от 0.01 до 0.15 мм. Преобладают угловатые, ступенчатые формы (около 85 % от общего количества кварца в керамике), зерен округлой формы значительно меньше (около 15 %). Погасание волнистое, мозаичное, что свидетельствует о пластичной деформации зерен. По залеченным трещинам развит гематит, встречаются флюидные включения. Полевой шпат представлен единичными выделениями альбита (угол погасания 5–6º) и олигоклаза (угол погасания 15–17º), их размер составляет 0.03–0.07 мм. Кремнистое вещество выражено халцедоном, его выделения имеют угловатую ступенчатую и округлую форму и размер до 0.25 мм. Рудные минералы представлены гематитом и магнетитом, они занимают около 5 % от общей площади шлифа. Магнетит образует зерна различной формы, размер от 0.1 до 0.15 мм. Гематит представлен зернами округлой формы и пылеватыми скоплениями размером от 0.2 до 0.35 мм (рис. 2).

Глины также имеют бурый цвет, обусловленный наличием оксидов железа. Пористость составляет от 10 до 25 % от общей площади шлифа. Поры преимущественно овальной формы, размером от 0.01 до 0.1 мм. Структура пелитовая, местами алевропелитовая. Обломки кварца составляют от 25 до 35 % от общей площади шлифа. Их размер варьирует от 0.005 до 0.15 мм, встречаются зерна, достигающие 1.2–1.5 мм. Среди

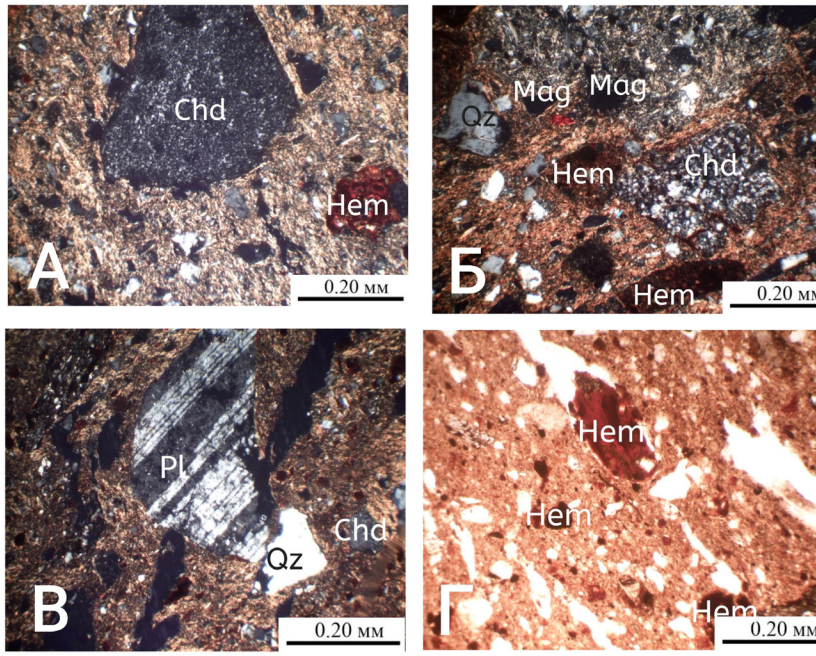


Рис. 2. Микрофотографии керамических изделий: А) угловатый обломок халцедона (Chd) и пылеватое скопление гематита (Hem), фотография в отраженном свете; Б) угловатые обломки кварца (Qz) со ступенчатыми границами, пылеватые скопления гематита (Hem), угловатые и округлые зерна магнетита (Mag), фрагмент халцедона (Chd), фотография при скрещенных николях; В) деформированное зерно олигоклаза (Pl), угловатые фрагменты халцедона (Chd) и кварца (Qz), фотография при скрещенных николях; Г) пылеватые скопления гематита (Hem), фотография в отраженном свете.

зерен выделяются угловатые (70–80 % от общего количества кварца) и округлые (20–30 %). Погасание волнистое, мозаичное, что свидетельствует о пластичной и хрупкой деформации зерен. По залеченным трещинам развит гематит, встречаются флюидные включения. Полевой шпат представлен единичными выделениями олигоклаза (угол погасания 15–17º), их размер составляет 0.05–0.07 мм. Кремнистое вещество представлено халцедоном, его выделения имеют округлую форму и размер до 0.5 мм. Рудные минералы выражены гематитом и магнетитом, занимают от 5 до 15 % от общей площади шлифа. Магнетит образует зерна различной формы, размер от 0.1 до 0.15 мм. Гематит представлен зернами округлой формы, чаще пылеватыми скоплениями размером от 0.2 до 0.25 мм (рис. 3).

Минеральный состав керамики и местных глин показал высокую степень сходства. Это позволяет сделать предварительный вывод об использовании локального сырья без применения искусственных отощителей. Незначительные вариации в содержаниях рудных минералов и степени окатанности кварца могут указывать на разные источники добычи глины в рамках одного геологического района либо на различия в рецептуре формовочных масс для посуды разного назначения.

Химический состав образцов керамики и глин определялся методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на портативном спектрометре OLYMPUS VANTA (режим Geochem, время экспозиции тяжелых элементов – 60 сек). Установлено, что содержание

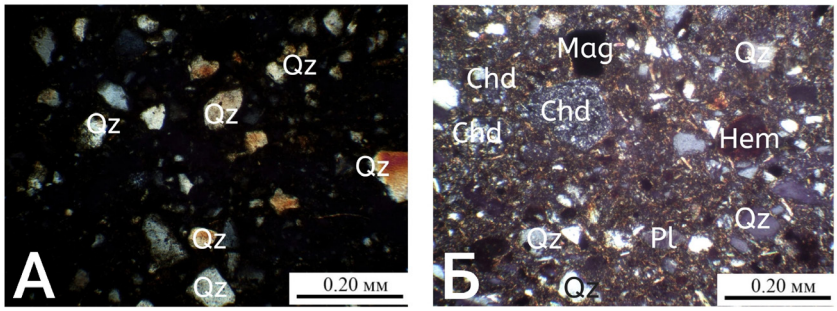


Рис. 3. Микрофотографии глин: А) угловатые зерна кварца (Qz), фото при скрещенных николях; Б) зерна кварца (Qz) со ступенчатыми границами, округлые зерна халцедона (Chd), деформированное зерно олигоклаза (Pl), прямоугольное зерно магнетита (Mag), овальное зерно гематита (Hem), фото в отраженном свете.

железа в образцах керамических изделий составляло от 3.5 до 6.4 %, в глинах – от 3 до 6.5 %. Полученные данные подтверждают вывод о том, что все керамические изделия были выполнены из местных железосодержащих глин. Во всех исследуемых образцах присутствуют гематит и магнетит, придающие глине бурый цвет, образцов без оксидов железа не обнаружено. Это наблюдение интересно, т.к. среди образцов керамики присутствовали фрагменты черепков, предварительно интерпретируемые как «импортные», на основании более плотной структуры теста без крупных включений, что отличало данные фрагменты от основной выборки керамики. Однако, все исследованные нами образцы имеют близкий минеральный состав. Данные петрографии исследования и РФА на данный момент полностью совпали с ранее проведенным физико-химическим и технологическим анализами древнего керамического производства Северо-Западной Колхиды.

В будущем исследование планируется расширить с применением методов термогравиметрического и дериватографического анализов для определения точной температуры обжига. Также планируется исследование фрагментов обожжённой глины методом мёссбауэровской спектроскопии, чтобы проследить то, как обжиг отражается на минеральном составе при определенных температурах. В исследование будут включены образцы глин из западного региона (территория западнее р. Кодор) и фрагменты керамики с других памятников. Особенности сырья из западного региона весьма интересны, т.к. глины западных месторождений (Лечкопское, Гумистинское, Сухумское II) по химическому составу отличаются от исследованных нами глин (Букия и др., 1971, с. 257–269). Более детальное изучение этих глин позволит выявить отличия и дифференцировать места происхождения сырья, а возможно проследить пути «миграции» готовых изделий, т.е. внутренние торговые связи. Конечно, для этого потребуется значительное время, создание детальной карты залежей глин и большое число анализов готовых изделий. Однако эта информация будет накапливаться в ходе постепенных работ и, рано или поздно, рост количественных данных о составе глин и керамических изделий, а также их пространственных корреляций, позволит перейти к качественно иному уровню знаний о гончарстве Северо-Западной Колхиды.

Работа выполнена при поддержке РНФ в рамках проекта № 22-18-00466-П, https://rscf.ru/project/22-18-00466.

Литература

Бобринский А.А. (1978) Гончарство Восточной Европы: источники и методы изучения. М.: Наука, 272 с.

Букия С.Г., Колосовская О.В., Абамелик Е.М. (1971). *Геологическая карта и карта полезных ископаемых Абхазской АССР. Объяснительная записка*. М., Министерство геологии СССР, 339 с.

Геологическая карта дочетвертичных образований СССР (1982) Масштаб 1:1000000 / Редактор оформления: Д.А. Аронсон, С.М. Челнокова.

Джопуа А.И., Нюшков В.А. (2012) Из истории гончарного производства древней и средневековой Абхазии. *Абхазоведение*, VII, 7–26.

Клемешова М.Е., Требелева Г.В., Юрков Г.Ю. (2023) Сравнительный анализ природного сырья и керамических изделий из раскопок Маркульского городища и гончарного производственного центра у с. Атара в Восточной Абхазии. *Краткие сообщения института археологии*, 272, 291–310. https://www.doi.org/ 10.25681/IARAS.0130-2620.272.291-310.

Кулькова М.А., Кашуба М.Т., Кульков А.М. (2022) Карбонатная дресва в формовочной массе глиняной посуды эпохи бронзы – раннего железного века Северного Причерноморья: технологический прием или дань традициям. *Геоархеология и археологическая минералогия*, 9, 189–196.

Ламина Е.В., Лотова Э.В., Добрецов Н.Н. (1995) Минералогия древней керамики Барабы. Новосибирск, 128 с.

Требелева Г.В., Клемешова М.Е., Садчикова Т.А., Саканиа С.М., Сапрыкина И.А., Юрков В.Г., Чепалыга А.Л., Юрков Г.Ю. (2024) Геоархеологические исследования и анализ системы расселения в северо-западной Колхиде в античный и средневековый периоды (промежуточные итоги). *Геоархеология и археологическая минералогия.* Миасс-Челябинск: ЮУрГГПУ, 216–221.

Trebeleva G.V., Pankratov D.A., Kizilov A.S., Glazov K.A., Klemeshova M.Ye., Shokodko E.A., Kirillov V.E., Yurkov G.Yu. (2026). Physico-chemical and Technological Analysis of Ancient Ceramic Production in Northwest Colchis: A Synergetic Approach. *Russian Journal of Physical Chemistry B,* 20(8), 845–860 https://www.doi.org/ 10.1134/S1990793126700521.

Специализированная археометрическая база данных и веб-платформа для исследования керамики бронзового века степного Крыма

A specialized archaeometric database and web platform for studying Bronze Age ceramics of the steppe Crimea

М.А. Стрельцов[1], М.А. Кулькова[1], М.Т. Кашуба[1,2], А.Е. Шаталова[1], М.С. Ерохова[1], А.Д. Малярова[1], М.А. Петров[1]

M.A. Streltsov, M.A. Kulkova, M.T. Kashuba, A.E. Shatalova, M.S. Erokhova, A.D. Malyarova, M.A. Petrov

[1]Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, michail1996@mail.ru

[2]Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург

Представлены архитектура и первые результаты разработки специализированной археометрической базы данных «Керамика эпохи бронзы из памятников степного Крыма» и построенной на её основе исследовательской веб-платформы. Система реализована на объектно-реляционной СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS и обеспечивает интеграцию археологических, петрографических, минералого-геохимических, радиометрических и пространственных данных

в рамках нормализованной модели. На данном этапе реализовано 19 таблиц, содержащих сведения о более чем 440 образцах керамики из 65 памятников. В аналитический блок интегрированы инструменты статистической обработки петрографических данных и автоматизированной минералогической идентификации по данным микрозондового рентгеноспектрального анализа (SEM-EDX). Первоначальная версия платформы с интегрированными ГИС-слоями открыта на портале geoarch.herzen.spb.ru.

Ключевые слова: археометрическая база данных; археологическая керамика; PostgreSQL; PostGIS; геоархеология; бронзовый век; степной Крым

The paper presents the architecture and first results of the development of a specialized archaeometric database “Bronze Age Ceramics from the Archaeological Sites of Steppe Crimea” and a research web platform built upon it. The system is implemented on the PostgreSQL object-relational database management system with the PostGIS spatial extension and integrates archaeological, petrographic, mineralogical-geochemical, radiometric, and spatial data within a normalized model. To date, 19 tables have been implemented, containing records on more than 440 ceramic samples from 65 sites. The analytical module includes tools for the statistical processing of petrographic data and for the automated mineralogical identification from scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX) data. The first version of the platform with integrated GIS layers is openly available at geoarch.herzen.spb.ru.

Keywords: archaeometric database; archaeological ceramics; PostgreSQL; PostGIS; geoarchaeology; Bronze Age; steppe Crimea

Комплексное изучение древней керамики представляет собой междисциплинарную задачу, требующую совместного анализа археологических, петрографических, минералого-геохимических и радиометрических данных, а также сведений о геологическом окружении памятников и потенциальных источниках сырья. Традиционно эти данные существуют разрозненно – в публикациях, отчётах и внутренних базах отдельных исследовательских коллективов, что затрудняет их совместный анализ и переиспользование. Специализированные реляционные базы данных, интегрированные с ГИС-инструментарием, признаны эффективным средством решения этой проблемы применительно к отдельным категориям археологических материалов (Hein, Kilikoglou, 2012; Quinn et al., 2011; Watzinger et al., 2020). Опыт разработки междисциплинарной базы данных «Геоархеология Северного Причерноморья: междисциплинарный подход» (Стрельцов и др., 2024; Кулькова и др., 2024; Стрельцов и др., 2025) показал, что универсальная схема, ориентированная на разнородные информационные массивы, ограничена в детальном и всестороннем анализе отдельных категорий материалов. В то же время задачи археометрического исследования керамики – установление рецептур керамических масс, реконструкция технологических групп, идентификация источников сырья и оценка обменных связей – требуют глубокого описания каждого образца по десяткам аналитических параметров и возможности их совместной статистической обработки. Настоящая работа посвящена разработке специализированной реляционной модели, ориентированной исключительно на археометрию керамики, и первых интегрированных в неё аналитических инструментов – программного комплекса статистического анализа петрографических данных и алгоритма автоматизированной идентификации минеральных фаз по данным SEM-EDX. Новизна предлагаемого решения заключается в сочетании специализированной модели данных, интегрированных архитектурно связанных с ней аналитических инструментов и открытого доступа к системе через веб-платформу, что для отечественной практики археометрических исследований керамики реализовано впервые.

Система реализована на объектно-реляционной СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS, обеспечивающим нативную поддержку пространственных типов данных

и функций пространственного анализа (Обе, Хсу, 2023). Такой выбор обусловлен необходимостью одновременной работы с табличными археометрическими данными и с пространственными объектами – точечными координатами археологических памятников и выходами источников сырья, а также полигональными слоями геологических карт, включающих как древние, так и четвертичные отложения. Концептуальная модель базы данных охватывает основные категории геоархеологической информации: археологический контекст, культурная атрибуция памятника, типология, морфометрия и орнаментация сосудов, аналитические методы исследования керамики (микрозондовый, рентгенофлуоресцентный, микротомографический, термогравиметрический анализы, петрография), радиоуглеродное датирование, а также геологическое строение региона. На текущем этапе физически реализовано 19 таблиц, активно наполняемых данными.

В базу данных внесены сведения о более чем 440 образцах керамики из 65 археологических памятников; спроектирована и наполняется таблица источников сырья, содержащая на момент составления работы 100 объектов на территории степного Крыма с координатами, генезисом и геологической характеристикой. Пространственные слои базы данных включают 338 объектов геологической карты, 299 объектов карты четвертичных отложений и 48 объектов тектонических контактов, подготовленных в среде QGIS на основе государственных геологических карт (Большакова и др., 2026).

На основе базы данных развёрнута исследовательская веб-платформа (geoarch.herzen.spb.ru), реализованная на серверном фреймворке FastAPI с интеграцией картографического API Яндекс.Карт. Программные интерфейсы к базе данных соответствуют архитектурному стилю REST и автоматически документируются по спецификации OpenAPI 3.0 (рис.). Клиентский интерфейс предоставляет интерактивную карту с возможностью переключения тематических слоёв, табличные представления всех разделов базы данных с многокритериальной фильтрацией и полнотекстовым поиском, а также экспорт результатов в открытые форматы.

Петрографический блок реализован в таблице petrography, объединяющей 28 атрибутов, фиксирующих минеральный состав глинистой матрицы, характер и фракционность включений, состав и объёмное содержание отощителей, а также текстурные особенности, отражающие условия формирования пористости и обжига (Кулькова, 2015; Растегаева, 2022). На текущем этапе в базу внесено 148 петрографических описаний керамики из семи памятников степного Крыма.

Для статистической обработки петрографических данных разработан специализированный аналитический программный комплекс на языке Python, использующий современный стек научных библиотек (pandas, numpy, scipy, scikit-learn, matplotlib, seaborn). Комплекс поддерживает прямое подключение к серверу базы данных, что обеспечивает работу всегда с актуальной версией данных, и реализует методы корреляционного анализа, непараметрический критерий Краскела-Уоллиса, анализ сопряжённости и метод главных компонент с предварительной стандартизацией. Применение многомерных и непараметрических методов соответствует современным подходам к статистическому моделированию археометрических данных (Michelaki et al., 2013). Скрипт поддерживает два сценария аналитической работы: детальный анализ отдельного памятника и сравнительное межпамятниковое исследование.

Для хранения данных микрозондового рентгеноспектрального анализа (SEM-EDX) спроектирована нормализованная схема из двух связанных таблиц: edx_results, фиксирующей параметры конкретного измерения, и связанной с ней по типу «одинко-многим» таблицы edx_elements, содержащей элементный состав каждой точки анализа в виде отдельных записей. Такая нормализованная структура допускает хранение

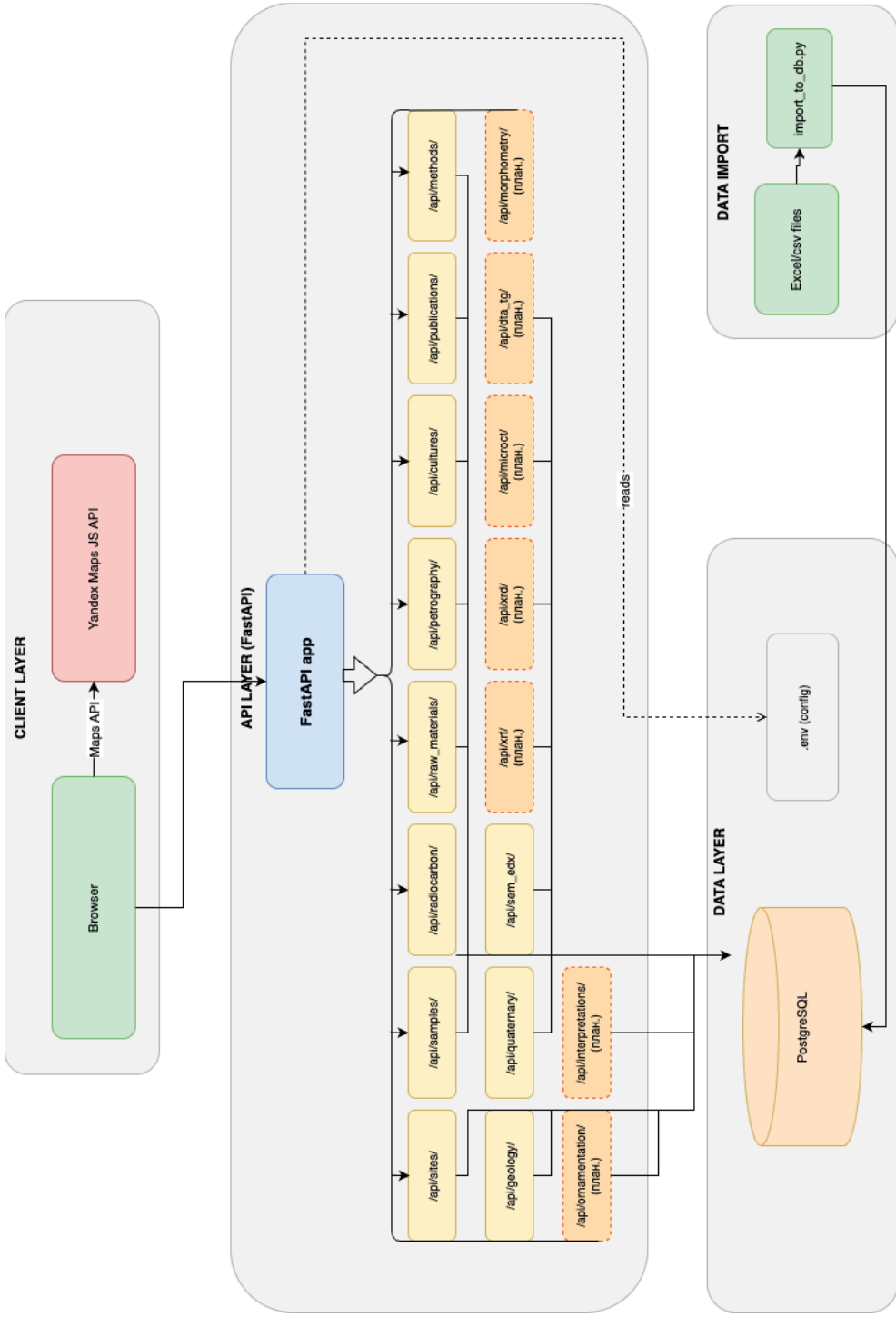


Рис. Архитектура программной системы БД «Керамика эпохи бронзы из памятников степного Крыма».

произвольного числа определяемых элементов на одну точку анализа без избыточности данных и обеспечивает гибкость аналитических запросов по элементному составу. На момент составления работы в базу внесены результаты SEM-EDX-анализа для образцов керамики из памятников Бай-Кият I и Каменка: более 270 измерений и более 1000 записей элементного состава.

В аналитический блок базы данных интегрирован алгоритм автоматизированной идентификации минеральных фаз в керамической матрице на основе SEM-EDX-данных. Каждое единичное измерение переводится в нормализованный оксидный состав и представляется в виде точки в 16-мерном пространстве оксидов (SiO_2, Al_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO, CO_2, SO_3) и микроэлементов (Ce, La, Nd, Zr). В этом же пространстве предварительно заданы 113 эталонных минеральных фаз с идеализированной стехиометрией. Идентификация осуществляется через расчёт евклидова расстояния между точкой анализа и каждой эталонной точкой; полученное расстояние линейно отображается в показатель совпадения, а минеральные фазы ранжируются по возрастанию метрики. Результатом является упорядоченный список вероятных минералов, формулы которых могут быть рассчитаны, на основе химического состава в точке, первый из которых имеет наибольшее химическое сходство с исследуемой точкой. Такой подход опирается на композиционный принцип идентификации, ранее применявшийся в системах автоматизированной SEM-минералогии (Knappett et al., 2011; Riera-Soto et al., 2022) и обеспечивает быстрое предварительное выделение минерального состава глинистой матрицы и отощителя.

Разрабатываемая система представляет собой один из первых отечественных опытов создания специализированной археометрической базы данных и веб-платформы для исследования керамики отдельного культурно-хронологического периода (Кулькова и др., 2026). Первоначальная версия базы данных с интегрированными ГИС-слоями доступна в открытом доступе и находится в активной эксплуатации участниками проекта (geoarch.herzen.spb.ru). В ближайшей перспективе планируется расширение аналитического блока за счёт результатов рентгенофлуоресцентного, микротомографического и термогравиметрического анализов. Развитие системы направлено на формирование цифровой инфраструктуры отечественной геоархеологии, обеспечивающей воспроизводимость исследований и оценку аналитических данных по керамике в комплексных исследованиях взаимодействия древних сообществ с природной средой.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 25-78-10114 «Керамика эпохи бронзы из памятников степного Крыма: археометрическая база данных») в ЦКП «Геоэкология» РГПУ им. А.И. Герцена.

Литература

Большакова Д.Р., Стрельцов М.А., Кулькова М.А. (2026) Первые результаты пространственного анализа расположения археологических памятников бронзового века в Крыму относительно геологического строения территории. *LXX Герценовские чтения. География: развитие науки и образования. Мат. Междунар. науч.-практ. конф.*, 251–257.

Кулькова М.А. (2015) Петрографический анализ в оценке формовочных масс при изучении древней глиняной посуды. *Самарский научный вестник*, 3(12), 100–107.

Кулькова М.А., Кашуба М.Т., Стрельцов М.А. и др. (2024) Геоархеология Северного Причерноморья: данные междисциплинарных исследований. Свиде. о рег. базы данных № 2024624873 от 02.11.2024.

Кулькова М.А., Стрельцов М.А., Малярова А.Д. (2026) Археологическая керамика: информационные базы данных и аналитические ресурсы. *Археологические вести*, 50, 232–238.

Обе Р.О., Хсу Л.С. (2023) PostGIS в действии. М.: ДМК Пресс, 736 с.

Растегаева М.Н. (2022) Керамическая петрография: история метода и современное состояние. *Материалы по археологии и истории античного и средневекового Причерноморья*, S1, 110–125 https://doi.org/10.53737/2713-2021.2022.36.62.004.

Стрельцов М.А., Кулькова М.А., Кашуба М.Т. и др. (2024) Фонд источников: принципы формирования и структура базы данных по материалам Северного Причерноморья. *Палеосреда и культурно-исторические процессы в Северо-Западном Причерноморье в эпоху бронзы – раннем железном веке*. С.-Пб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 9–13.

Стрельцов М.А., Кулькова М.А., Кашуба М.Т., Кульков А.М., Маркова М.А. (2025) База данных «Геоархеология Северного Причерноморья: междисциплинарный подход»: интеграция археологических, минералого-геохимических и палеоэкологических данных для изучения древних культур Крыма. *Геоархеология и археологическая минералогия-2025*, 12, 205–209.

Hein A., Kilikoglou V. (2012) ceraDAT – prototype of a web-based relational database for archaeological ceramics. *Archaeometry*, 54(2), 230–243 https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2011.00618.x.

Knappett C., Pirrie D., Power M.R., Nikolakopoulou I., Hilditch J., Rollinson G.K. (2011) Mineralogical analysis and provenancing of ancient ceramics using automated SEM-EDS analysis (QEMSCAN®): a pilot study on LB I pottery from Akrotiri, Thera. *Journal of Archaeological Science*, 38(2), 219–232 https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.08.022.

Michelaki K., Hughes M.J., Hancock R.G.V. (2013) On establishing ceramic chemical groups: exploring the influence of data analysis methods and the role of the elements chosen in analysis. *Open Journal of Archaeometry*, 1(1), e1. https://doi.org/10.4081/arc.2013.e1

Quinn P., Rout D., Stringer L., Alexander T., Armstrong A., Olmstead S. (2011) Petrodatabase: an on-line database for thin section ceramic petrography. *Journal of Archaeological Science*, 38(9), 2491–2496 https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.04.024.

Riera-Soto C., Agüero C., González-Maurel O., Uribe M., Menzies A. (2022) Automated SEM mineralogy and archaeological ceramics: Applications in Formative Period pottery from the Atacama Desert. *Frontiers in Earth Science*, 10, 807865 https://doi.org/10.3389/feart.2022.807865.

Watzinger A., Fassbinder J.W.E., Hanke K. et al. (2020) Towards an online database for archaeological landscapes: OpenAtlas. *Heritage*, 3(4), 1385–1401 https://doi.org/10.3390/heritage3040077.

Первые результаты петрографического анализа лепной варварской керамики из античного городища Калос Лимен (Северо-Западный Крым)

First results of thin-section analysis of non-Greek pottery from the ancient city of Kalos Limen (Northwestern Crimea)

М.А. Кулькова[1], А.Д. Малярова[1], М.Т. Кашуба[1,2], А.М. Кульков[1,3], М.А.Стрельцов[1]
M.A. Kulkova, A.D. Malyarova, M.T. Kashuba, A.M. Kulkov, M.A. Streltsov
[1]Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург, kulkova@mail.ru
[2]Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург
[3]Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Впервые выполнен петрографический анализ лепной варварской керамики из античного городища Калос Лимен (Северо-Западный Крым). Цель исследования заключалась в реконструкции технологии изготовления сосудов, определении состава формовочных масс, источни-

ков глинистого сырья и особенностей обжига. Установлено, что лепная керамика представлена несколькими культурно-хронологическими группами, относящимися к позднему бронзовому – раннему железному веку и позднескифскому периоду. Позднескифская керамика изготовлена из пластичных хлоритовых глин неогенового возраста без искусственных отощающих добавок, что свидетельствует об использовании местного сырья и, вероятно, отражает влияние античных технологических традиций на местное керамическое производство. Полученные результаты позволили выявить более ранние (доантичные) комплексы керамики и расширить представления о культурных традициях населения городища. Исследование является первым опытом применения петрографического анализа к лепной варварской керамике Калос Лимена, что создает основу для дальнейшего изучения технологии производства и культурных взаимодействий греческого и варварского населения Северо-Западного Крыма.

Ключевые слова: Северо-Западный Крым, Калос Лимен, лепная варварская керамика, петрографический анализ, технология изготовления керамики, формовочная масса, позднескифская культура, археометрия

This study presents the first results of thin-section petrographic analysis of non-Greek pottery from the ancient city of Kalos Limen (Northwestern Crimea). The research aimed to reconstruct pottery manufacturing technology by determining the composition of ceramic pastes, identifying sources of clay raw materials, and assessing firing conditions. The analysis of several ceramic sherds revealed distinct cultural and chronological groups dating to the Late Bronze–Early Iron Age, the Early Iron Age, and the Late Scythian period. The Late Scythian ceramics were manufactured from plastic chlorite-rich clays derived from Neogene deposits without the addition of artificial temper, indicating the use of local raw materials. These data suggest that Greek ceramic traditions influenced local Scythian pottery production. The study also identified earlier pre-Greek ceramic traditions that existed at this place before Greek colonization. Although preliminary, the results provide a basis for further investigations of pottery technology, clay raw material differentiations, and interactions between indigenous and Greek populations at Kalos Limen and across Northwestern Crimea.

Keywords: Northwestern Crimea, Kalos Limen, local (non-Greek) hand-made pottery, thin section analysis of ceramics, pottery technology, ceramic paste, Late Scythian culture, archaeometry

Особое значение в изучении материалов античного городища Калос Лимен в Северо-Западном Крыму имеет лепная керамика, являющаяся одним из основных археологических маркеров появления и присутствия варварского населения на территории городища. В этой связи петрографический анализ керамики является одним из наиболее информативных методов исследования, позволяющим установить состав формовочных масс, происхождение сырья и особенности температуры и условий обжига сосудов. Впервые особенности технологии изготовления лепной керамики, обнаруженной при раскопках городища Калос Лимен в 2021 г., были изучены с помощью петрографического анализа. Такой подход является важным для решения вопросов взаимодействия варварского и греческого населения, определения векторов поступления керамики, особенностей местного производства и культурных традиции варварского населения городища.

Калос Лимен (Прекрасная гавань) – античный город Северо-Западного Крыма, который расположен на Тарханкутском полуострове, на берегу бухты Узкая (бывш. Ак-Мечетская бухта) в пределах современного пос. Черноморское (рис. 1). Он был основан греческими колонистами-выходцами из Херсонеса, в первой четверти IV в. до н.э. и являлся гаванью и торгово-ремесленным центром вплоть до первых веков н.э. (Уженцев, 2006, с. 4, 19–35; Смекалова, Кутайсов, 2017, с. 248–250; и др.). Город представлял собой важный военно-стратегический центр из-за удачного расположения в удобной естественной гавани и выгодного положения на морских путях западного побережья Крыма и входил в систему поселений Херсонского государства (Кутайсов, 2011; Ланцов, 2008; и др.). Калос Лимен упоминается в античных и средневековых трактатах Геродотом,

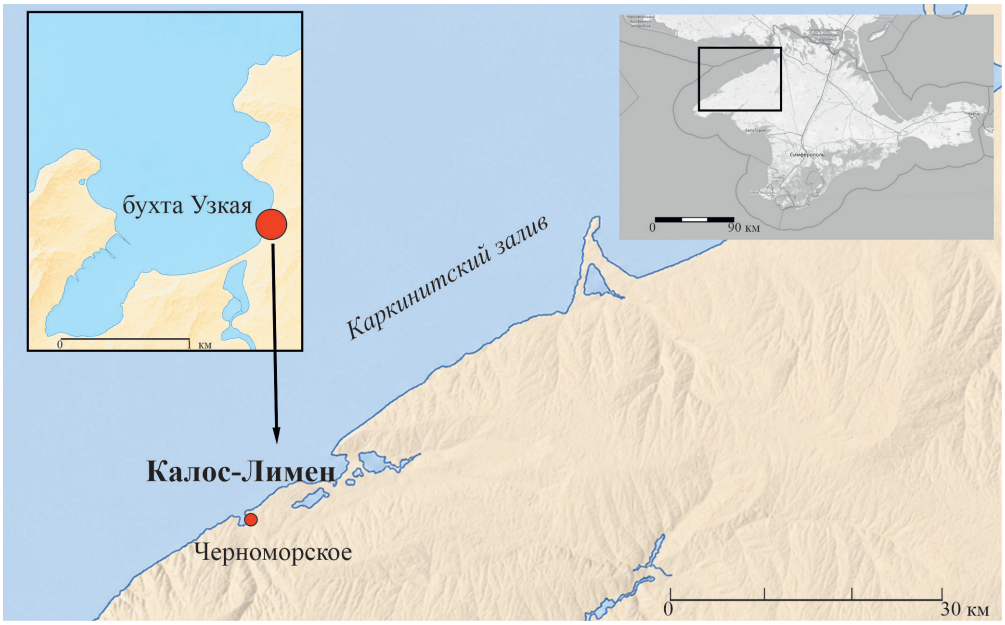


Рис. 1. Карта расположения городища Калос Лимен.

Страбоном, Флавием Аррианом и др. Уже в ранний период существования вокруг города были возведены мощные оборонительные стены с башнями, его площадь составляла около 3–4 га. В III–II вв. до н.э. была построена монументальная цитадель, которая одновременно выполняла функции сторожевой башни и маяка для судов во время атак скифских племен. Во второй половине II в. до н.э. город был захвачен скифами. Во время походов полководца Диофанта, действовавшего от имени понтийского царя Митридата VI Евпатора, Калос Лимен был возвращен под власть Херсонеса. В I в. до н.э. он вновь был захвачен скифами, а позже был оставлен населением и пришел в упадок (Там же). Как отмечает В.Б. Уженцев (2006), Калос Лимен являлся центром, где происходили активные политические, экономические и этнокультурные контакты между населявшими эту часть Таврики народами; здесь происходило смешение этносов, составивших позже основу греко-варварской культурной общности.

В исследованиях Калос Лимена большое внимание было уделено античной керамике, которая является наиболее массовым археологическим материалом и хронологическим индикатором (Уженцев, 2006; Кутайсов, 2011; и др.), в то время как изучению лепной варварской посуде посвящено очень мало исследований, что отмечено и для других памятников синхронного времени на полуострове (Дашевская, 1991, с. 28–31; Власов, 1999; и др.).

Петрографическим анализом было исследовано 8 образцов керамики из раскопок Калос Лимена, проводившихся Калос-Лименским отрядом археологической экспедиции Гос. Эрмитажа в 2021 г. (Еремеева, 2022). По данным автора раскопок А.А. Еремеевой, отобранная лепная керамика совокупно происходит из эллинистического жилого комплекса первой четверти IV – первой трети III в. до н.э., раскопанного на юге городища (Там же). Исследования керамических фрагментов выполнялось в тонких шлифах с использованием поляризационных микроскопов Полам-111 (ЦКП «Геоэкология» РГПУ им. А.И. Герцена) Leica DM4500 P с цифровой камерой Leica DFC 495 (РЦ

РДМИ СПбГУ). Номера образцов соответствуют номерам базы данных «Геоархеология Северного Причерноморья: данные междисциплинарных исследований» (Свид. от 02.11.2024).

На основе петрографического анализа выборку можно разделить на несколько групп в зависимости от состава формовочных масс (рис. 2).

Группа 1 (BD 356_№ 5). Отощитель: дресва карбонатных пород+песок.

Фрагмент стенки сосуда можно отнести к наиболее раннему типу из проанализированной выборки лепной керамики Калос Лимена. Такая керамика известна на поселениях позднего бронзового – раннего железного веков Северо-Западного Крыма (например, на поселении позднего бронзового века Бай-Кият I) (Палеосреда…, 2024, с. 126–135, 258–271). Керамика плотная, бежевого цвета. Поверхности покрыты карбонатной пастой, центральная зона и внутренняя поверхность бежево-серого цвета. Керамика тонкостенная, толщиной 6.5 мм. Изготовлена из глин карбонатного состава, тощих, кластического материала – 15 %. Состав кластического материала: кварц, мусковит, полевые шпаты, карбонаты. Размер зерен – 0.02–0.06 мм. Наблюдаются включения оолитовых карбонатов (до 0.4 мм). В качестве отощителя использовались: 1) песок (35 %): обломки метаморфических (плагиоклазы основного состава, амфибол) и магматических пород, кварц, ожелезненный сланец, полевые шпаты; размер обломков 0.2–1.8 мм, зерна средней окатанности; 2) дробленая дресва карбонатных биогенных пород (15 %), размер обломков 0.3–1.6 мм. Пористость 20 %, поры образовались в результате выгорания растительных остатков и трещиноватости. Обжиг среднетемпературный 750–800º, долговременный, в восстановительной атмосфере.

Группа 2 (BD 352_№ 1). Отощитель: шамот+песок.

Фрагмент стенки сосуда также можно отнести к наиболее раннему типу из проанализированной выборки. Также отметим, что подобная керамика известна на поселениях позднего бронзового – раннего железного века Северо-Западного Крыма (например, Бай-Кият I) (Палеосреда…, 2024, с. 126–135, 258–271). Внешняя поверхность фрагмента и центральная зона черного цвета, внутренняя – коричневого цвета. На внешней поверхности – следы от заглаживания тканью. Керамика тонкостенная, толщиной 8 мм. Изготовлена из глин хлоритового состава, жирных, кластического материала 7 %. Состав кластического материала: кварц, мусковит, полевые шпаты, карбонаты; размер зерен – 0.01–0.09 мм. В качестве отощителя использовались: 1) шамот (30 %): дробленая плохообожженная керамика различного состава (керамика того же состава, что и фрагмент; керамика из глин гидрослюдистого состава с песком и шамотом) с размером обломков 0.2–4 мм; 2) песок (15 %) состава: кварц, полевые шпаты, сланец, песчаник, гнейс, оолитовые карбонаты с размером зерен 0.2–1.5 мм, зерна хорошо окатаны. Пористость 12 %, поры образовались в результате трещиноватости и разрушения карбонатов. Обжиг среднетемпературный 750–850º, долговременный, в восстановительной атмосфере.

Группа 3 (BD 355_№ 4). Отощитель: дресва метаморфических пород+шамот+песок.

Фрагмент стенки сосуда можно отнести к раннему железному веку, что сопоставимо с посудой этого времени как на стационарных поселениях, так и в погребениях ранних кочевников («киммерийцев») Северо-Западного Причерноморья (например, Kulkova et al., 2025). Керамика бежевого цвета. Поверхности фрагмента покрыты карбонатной пастой. Внутренняя поверхность с локальными участками темно-серого цвета. Тонкостенная керамика, толщиной 5 мм. Изготовлена из глин гидрослюдисто-карбонатного состава, тощих, кластического материала 15 %. Состав кластического материала: кварц, полевые шпаты, мусковит, карбонаты с размером зерен 0.02–0.06 мм. В качестве

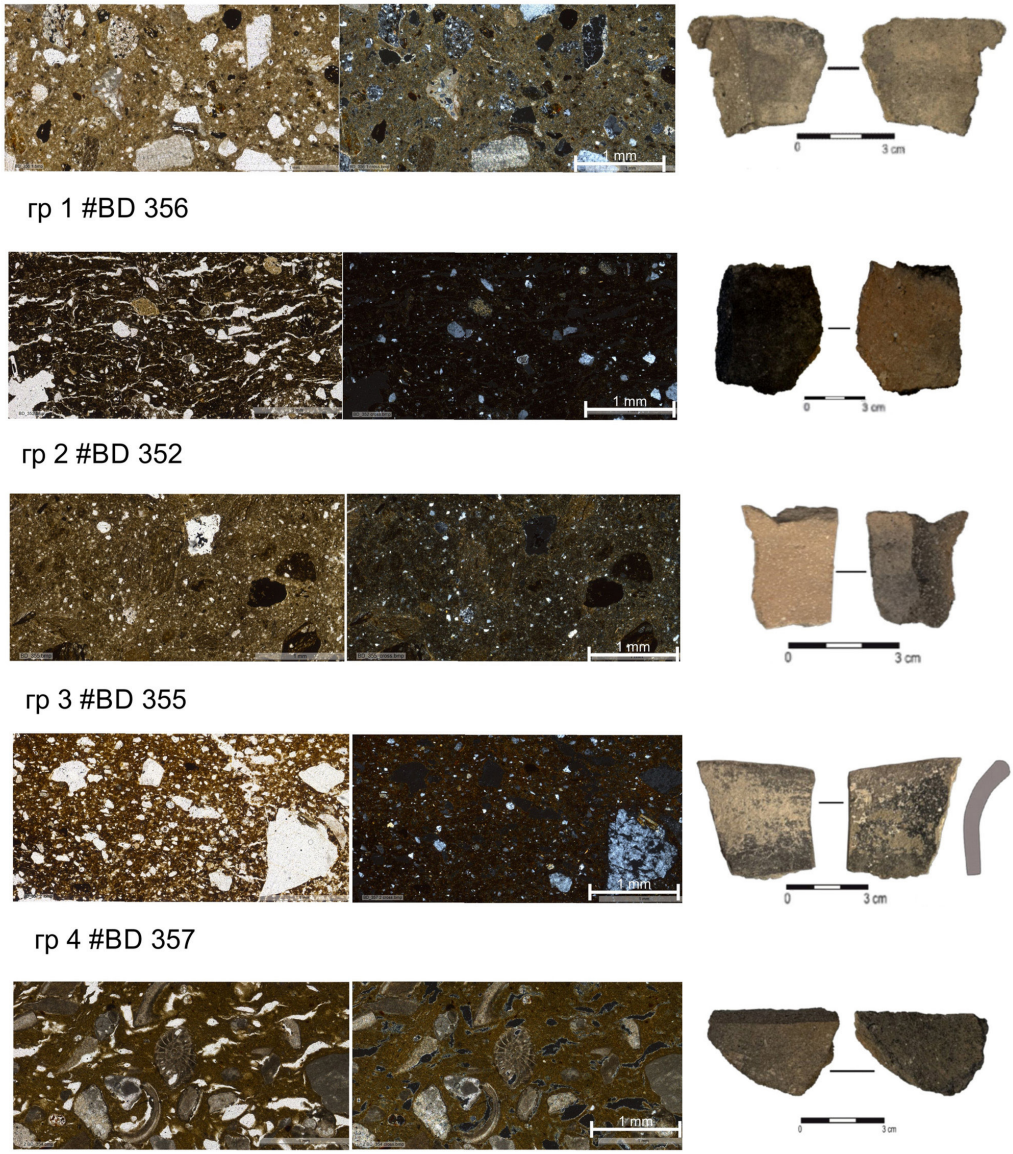


Рис. 2. Петрография керамики для выделенных групп.

отощителя использовались: 1) дресва метаморфических пород (сланец) (15 %), размер обломков 0.5–3 мм; 2) шамот (10 %): дробленая плохообожженная керамика каолинитового состава с размером обломков 0.3–0.7 мм; 3) песок (10 %): кварц, полевые шпаты, гнейс, размер 0.2–0.5 мм, зерна хорошо окатаны. Пористость 4 %, поры образовались в результате выгорания растительных остатков и трещиноватости. Обжиг среднетемпературный 750–800º, долговременный, в окислительной атмосфере.

Группа 4 (BD 357_№ 6). Отощитель: дробленая дресва магматических пород.

Фрагмент профиля горшка с дуговидной шейкой можно отнести к раннему железному веку, например, в Крыму он сопоставим с сосудами, имеющими слабоотогнутый венчик, из найденных при раскопках городища кизил-кобинской культуры Долгий Бугор (Палеосреда…, 2024, с. 26–51, 236–257). Керамика плотная, светло-коричневого цвета. Поверхности покрыты карбонатной обмазкой. Тонкостенная керамика, толщиной 6.5 мм. Изготовлена из глин смектит-иллитового состава, тощих, кластического материала 20 %. Состав кластического материала: кварц, полевые шпаты, мусковит, карбонаты; размер зерен 0.01–0.15 мм. В качестве отощителя использовалась: 1) дробленая дресва магматических пород кислого состава (30 %); гранит (состав: кварц, полевые шпаты, амфибол, слюда), размер обломков 0.2–4 мм. Пористость 8 %, поры образовались в результате трещиноватости. Обжиг среднетемпературный 750–800º, долговременный, в закрытой среде.

Группа 5 (BD 353_№ 2, BD 354_№ 4, BD 358_№ 7, BD 359_№ 8). Отощитель не использовался.

Фрагменты стенок сосудов, края миски и дна горшка принадлежат к лепной позднескифской посуде (Дашевская, 1991, с. 28–31). Керамика плотная, бежевого или коричневого цветов. Толщина фрагментов 6.5–7 мм. Изготовлена из глин хлоритового состава, жирные. В глине присутствует карбонатная кластическая составляющая, встречаются округлые, субокруглые, овальные фрагменты карбонатных пород, размер обломков 0.25–1 мм, хорошоокатанные. Встречаются также зерна мелкозернистого кварца, размером до 0.05 мм (<1 %), окислы железа субокруглой формы (гематит) размером до 0.25 мм (1–2 %), присутствуют обломки раковин ископаемых брахиопод размером 0.2–0.6 мм, включения древних фораминифер различной формы и биокластов. Доля кластической компоненты – 45 %. Отощитель не использовался. Пористость 13 %, поры образовались в результате трещиноватости. Обжиг низкотемпературный 650–750º, долговременный, в окислительной атмосфере.

Таком образом, особенности изучения технологии изготовления этой сравнительно небольшой выборки керамики показывают, что на городище Калос Лимен присутствуют разнообразные типы глиняной лепной посуды, принадлежащей к разным культурным традициям. По рецептурам формовочных масс и типолого-морфологическим особенностям фрагментов посуды можно выделить керамику, принадлежащую к позднему бронзовому – раннему железному векам, раннему железному веку и позднескифскому периоду.

Интересным является состав формовочной массы керамики позднескифского периода. Нужно отметить, что 4 изученных образца из группы 5 изготовлены по одинаковой технологии, из жирных глин хлоритового состава с включениями карбонатного кластического материала, в которых присутствуют микропалеонтологические остатки, характеризующие эти глинистые отложения как отложения неогенового периода. Вероятно, для этой группы керамики использовались глины, широко развитые в районе пос. Черноморское и представленные отложениями сарматского яруса миоцена-нижнего неогена (Юдин, 2013). Изготовление керамики из пластичных, жирных глин без добавления отощителей может имитировать технологию изготовления античной керамики, для которой выбирались, как правило, пластичные глины хорошего качества без видимых включений из выходов коренных древних пород. Вероятно, тесные контакты скифов и греков на городище Калос Лимен привели к разработке скифами новой традиции в рецептуре формовочной массы при изготовлении глиняной посуды, которая заключалась в использовании жирных пластичных глин из коренных отложений без введения искусственных добавок.

Это первые результаты исследований лепной варварской керамики городища Калос Лимен, которые позволили выявить более ранние типо-хронологические группы глиняной посуды, относящейся к доантичному периоду и, вероятно, связанные с поселениями, которые могли находиться в этом месте до основания города греческими колонистами. Петрографический анализ лепной керамики позднескифского периода позволил выявить особенности рецептур формовочных масс и определить возможные источники глинистого сырья. Петрографические исследования варварской лепной посуды городища Калос Лимен являются первым опытом применения данного метода к позднескифской керамике этого памятника, поэтому полученные результаты следует рассматривать как предварительные. Их дальнейшая проверка требует расширения исследуемой коллекции на основе образцов из стратиграфических контекстов, а также привлечения сравнительных материалов из синхронных памятников Крыма.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 25-78-10114, https://rscf.ru/project/25-78-10114/ «Керамика эпохи бронзы из памятников степного Крыма: археометрическая база данных» в РГПУ им. А.И. Герцена.

Литература

Власов В.П. (1999) Етнокультурні процеси в Криму у III ст. до н.є. – IV ст. н.є. (за матеріалами ліпної кераміки): Автореф. дісс. … канд. іст. наук. Київ, 24 с.

Дашевская О.Д. (1991) *Поздние скифы в Крыму*. М.: Наука, 141 с. (САИ, Д1-7).

Еремеева А.А. (2022) Эллинистический жилой комплекс на юге городища Калос Лимен. Раскопки 2021 года. *Западная Таврида в истории и культуре древнего и средневекового Средиземноморья. Мат. IV Междунар. науч. конф., п. Черноморское, 9–11.09.2022 г.* Симферополь: Ариал, 330–344.

Кутайсов В.А. (2011) Курганный некрополь Калос Лимена. Киев: Стилос, 240 с.

Ланцов С.Б. (2008) Владения Херсонеса в Западном Крыму (проблемы определения территории, причин и хронологических этапов ее освоения). *Калос Лимен – Ак-Мечеть – Черноморское – 2400 лет: I Междунар. науч.-практ. конф. (26–27.04.2007 г., пгт Черноморское)*. Черноморское, 56–81.

Уженцев В.Б. (2006) Эллины и варвары Прекрасной Гавани (Калос Лимен в IV в. до н.э. – II в. н.э.). Симферополь: Сонат, 248 с.

Палеосреда и культурно-исторические процессы в Северо-Западном Причерноморье в эпоху бронзы – раннем железном веке: первые результаты исследований [кол. моногр.] (2024) / науч. ред.: М.А. Кулькова, М.Т. Кашуба. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 336 с.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024624873 «Геоархеология Северного Причерноморья: данные междисциплинарных исследований» от 02.11.2024 / М.А. Кулькова, М.Т. Кашуба, М.А. Стрельцов, Ю.В. Кожуховская, А.М. Кульков, В.А. Тихомиров, М.А. Маркова, А.И. Климушина; РГПУ им. А.И. Герцена (дата обращения: 13.07.2026).

Смекалова Т.Н., Кутайсов В.А. (2017) Археологический атлас Северо-Западного Крыма. Поздний бронзовый век. Ранний железный век. СПб.: Алетейя, 448 с.

Юдин В.В. (2013) Геология и геодинамика Тарханкутского полуострова. *Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа. Сб. докл. XI Междунар. конф. «Крым-2013»*. Симферополь, 107–121.

Kulkova M.A., Kashuba M.T., Kulkov A.M. (2025) Manufacturing centers for the pottery from the early nomadic burials in the Western European steppe on the base of mineralogical and geochemical approach. *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy*. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences, 157–175. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85645-7_17

Археометрическое изучение стекол из раскопок Маркульского городища: диахронный срез

Archaeometric study of glass from the excavations of the Markul settlement: diachronic cross-section

Е.К. Столярова[1], Г.В. Требелева[2]
E.K. Stolyarova, G.V. Trebeleva
[1]Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
[2]Институт археологии РАН, г. Москва, trgv@mail.ru

Исследование посвящено стеклянным предметам, обнаруженным в ходе археологических исследований, проводившихся экспедицией ИА РАН под руководством одного из авторов, на Маркульском городище (Республика Абхазия) с 2015 по 2025 г. Археологический контекст и состав стекол, изученный методом МС-ИСП-ЛА, позволил разделить находки по трем периодам: эллинистическому, римскому и раннесредневековому. Археометрическое исследование, с одной стороны, показало отсутствие изменений в происхождении стеклянных изделий, поступавших на городище в течение всех трех этапов. Импорт поступал из Египта, Восточного Средиземноморья и Месопотамии. С другой стороны, были выявлены трансформации, касающиеся соотношений компонентов в составе стекла, то есть рецептурных норм.

Ключевые слова: стеклянные предметы, химический состав, археометрические методы, МС-ИСП-ЛА, эллинистический, римский и ранневизантийский периоды, Маркульское городище, Колхида, Республика Абхазия

This research addresses the glass ware discovered during archaeological research conducted by the IA RAS expedition led by one of the authors at the Markula fortified settlement (Republic of Abkhazia) from 2015 to 2025. The archaeological context and composition of the glasses, studied by the MS-ISP-LA method, allowed the finds to be divided into three periods: Hellenistic, Roman and Early Medieval. On the one hand, the archaeometric study showed that there were no changes in the origin of the glass products that arrived at the site during all three stages. Imports came from Egypt, the Eastern Mediterranean and Mesopotamia. On the other hand, transformations have been identified regarding the ratios of components in the glass composition, that is, recipe norm.

Keywords: glass ware, chemical composition, archaeometric methods, LA-ICP-MS, Hellenistic, Roman and Early Byzantine Periods, Markula fortified settlement, Colchis, Republic of Abkhazia

В ходе археологических исследований, проводившихся экспедицией ИА РАН под руководством одного из авторов на Маркульском городище (Республика Абхазия) с 2015 по 2022 г., на трех участках городища были обнаружены стеклянные изделия. Они были связаны с исследованными женским погребением на юго-западном склоне (Столярова и др. 2023; Stolyarova et al. 2025), христианским храмом (Столярова, Требелева 2024; Требелева, Столярова 2025; Stolyarova, Trebeleva 2026) и участком «Пифосы» (Столярова, Требелева 2025). Они относятся к двум ключевым хронологическим периодам: римскому и раннесредневековому (византийскому). Однако за последние годы коллекция стеклянных изделий городища пополнилась стеклянными находками (более 70 предметов: фрагменты сосудов, бусины, вставки и др.), найденными в склепе, датированном IV–II вв. до н. э.

Эта находка позволила взглянуть на ситуацию с импортом стекла на Маркульском городище в диахронном разрезе: эллинизм – римский период – раннесредневековый (византийский).

Таблица 1. Рецептурные нормы содовых и золистых стекол в разные хронологические периоды

Тип щелочи Рецептурная норма	Содовые стекла			Золистые стекла		
	Эллинизм	Римский период	Ранне-византийский период	Эллинизм	Римский период	Ранне-византийский период
1	-	-	-	***2***	-	1
1.25	-	-	1	-	-	***2***
1.5	-	-	1	***-***	***3***	-
1.75	1	-	-	***-***	***-***	-
2	***14***	5	***7***	1	2	1
2.5	7	***12***	2	-	-	-
3	2	5	1	-	-	1
> 3.3	2	1	-	1	-	-
Не установлено	-	2	-	-	-	-
Всего	26	25	12	4	5	5

Тридцать образцов стекла эллинистического периода были подвергнуты исследованию химического состава методом МС-ИСП-ЛА[3]. Результаты анализа показали, что большая часть (26) изготовлена на соде, остальные – на золе растений засушливой зоны. Для содовых стекол чаще всего, в 14 случаях, использована рецептурная норма 2 (табл. 1). В два раза реже применялась норма 2.5, нормы 3 и > 3.3 (3.5) встречены по два раза, норма 1.75 единична. У золистых стекол два раза отмечена норма 1, по одному разу нормы 2 и > 3.3 (5).

Сравнение с последующими периодами показывает, что большая часть стекол также имеет содовый состав: в римское время из 30 образцов 25 сварены на соде, остальные – на золе; в ранневизантийское время из 17 стекол 12 содовых, остальные – золистые.

Удалось проследить динамику изменения рецептурных норм для содовых стекол. В эллинистический период основные нормы – это 2 и 2.5 со значительным преобладанием нормы 2. В римское время наиболее популярной из этих двух норм становится норма 2.5, кроме того, возрастает роль нормы 3. С конца IV в. и в ранневизантийский период отмечено возникновение новых норм – 1.25 и 1.5, а чаще всего используется снова норма 2.

Среди золистых стекол, которых значительно меньше содовых, в целом, отмечено использование норм, нехарактерных для содовых стекол особенно в эллинистическое и римское время – 1, 1.25, 1.5. Изредка отмечены нормы 2 и 3. Можно сказать, что среди золистых стекол динамики изменений рецептурных норм по хронологическим этапам нет.

В эллинистический период стекла, изготовленные на соде, производились на территории Египта и Восточного Средиземноморья в рамках египетской и сирийской стеклоделательных школ. Для различения этих школ, возможно, помогут содержания таких микропримесей, как Sr и Zr. Стронций является спутником кальция, в стекло он может попадать из таких его источников как известняки или морские раковины, а также из золы растений-галофитов. Содержание Sr более 300 ppm говорит о применении в качестве источника кальция морских раковин, а менее 300 ppm – об использовании

[3] Исследования выполнялись с использованием научного оборудования ЦКП Исследовательский химико-аналитический центр НИЦ «Курчатовский институт» (аналитик Н.М. Родионов). Подробнее о методике анализа см. (Столярова и др., 2023, с. 81, 82; Столярова, Требелева, 2024, с. 90; 2025, с. 55).

Таблица 2. Содержания Sr и Zr в содовых и золистых стеклах разных хронологических периодов

	Содовые стекла			Золистые стекла		
	Эллинизм	Римский период	Ранне-византийский период	Эл-линизм	Римский период	Ранне-византийский период
Sr > 300 ppm Zr < 100 ppm	25	18	8	3	2	2
Sr < 300 ppm Zr > 150 ppm	1	-	-	1	-	-
Sr > 300 ppm Zr > 100 ppm	-	4	1	-	-	1
Sr > 300 ppm Zr > 150 ppm	-	-	3	-	-	-
Sr > 300 ppm Zr > 300 ppm	-	1	-	-	1	-
Sr < 300 ppm Zr < 100 ppm	-	-	-	-	-	1
Всего	26	23	12	4	3	4

известняков. Цирконий является элементом, связанным с песком. Установлено, что прибрежные средиземноморские пески имеют низкую концентрацию Zr (менее 100 ppm). Более высокое его содержание (более 150 ppm) указывает на использование материковых песков (Freestone 2005, p. OO8.1.4; Blomme et al. 2017, p. 138; Schibille 2022, p. 117).

Соответственно, можно предполагать, что стекла с высоким содержанием Sr и низким Zr изготавливались на побережье Средиземного моря, например? на территории Леванта, хотя нельзя исключать и египетскую прибрежную зону. Стекла, имеющие обратные показатели, вероятно, производились на удалении от побережья, скорее всего, на территории Египта. Среди исследованных нами 26 содовых стекол эллинистического времени 25 – можно отнести к первому варианту, и только один – ко второму (табл. 2).

В римское время египетская и сирийская школы относятся к провинциальному варианту римской стеклоделательной школы, а с конца IV–V в. и до VII в. – к византийской. В эти периоды сохраняется преобладание рецепта, использующего средиземноморские прибрежные пески и морские раковины в качестве источника кальция. В римское время такие признаки отмечены у 18 из 23 содовых стекол, а в ранневизантийский период – у 8 из 12. Следует отметить, что некоторые из таких стекол римского времени по содержаниям Ti, Al, Si и их соотношениям мы отнесли к изготовленным на территории Египта (см. напр. Столярова и др. 2026, в печати).

Важно отметить, что анализы элементного состава не обнаружили среди стекол обоих периодов второго рецепта – использования материковых песков и известняков в качестве источника кальция. Но зато обнаружились образцы, у которых при содержании Sr более 300 ppm концентрация Zr превышает 100 ppm. В нескольких случаях превышение незначительное – от 107 до 113 ppm. Четыре таких образца относятся к римскому времени, один – к ранневизантийскому. Интересно, что такие стекла римского времени по содержаниям Ti, Al, Si и их соотношениям можно отнести к египетскому производству, производство же стекла ранневизантийского периода скорее связано с территорией Леванта. Еще у 4 образцов содержание Zr более значительное. У трех стекол ранневизантийского периода оно превышает 150 ppm. Причем, два из них с содержаниями Zr 241 и 280 ppm ранее по высоким содержаниям Fe, Mn и Ti мы отнесли в группу

HIMT стекол, производившихся на территории Египта (Stolyarova, Trebeleva 2026, с. 56). Третий образец с высоким содержанием Zr (200 ppm), правда, отличающийся сильной коррозией стекла, также имеет высокие содержания Ti и Al. Однако такие показатели, как Fe и Mn, по которым стекло можно расценивать как относящееся к группе HIMT, не превышают допустимые пределы. Еще у одного стекла римского времени концентрация Zr достигает 390 ppm.

Возможно, высокие содержания Sr и Zr указывают на использование материковых песков (особенно это касается стекол с содержанием Zr более 150 ppm) в сочетании с применением раковин моллюсков как источника щелочных земель. В связи с этим уместно вспомнить рецепт, который приводит Плиний Старший в своей «Естественной истории» (Plin. NH, XXXVI, 66), где он не дает указаний использовать специальные месторождения песков, например, пески устья р. Бел, а рекомендует брать пески «из рвов»: «Раковины и песок, выкопанный из рвов, варятся на легких и сухих дровах с добавлением меди и натра, более всего египетского» (цит. по Щапова 1983, с. 46).

Золистые стекла традиционно связываются с месопотамской (ближневосточной) школой, использующей этот рецепт со II тыс. до н.э. Как сказано выше, в таких стеклах высокие содержания Sr, в первую очередь, связаны с использованием в качестве источника щелочей золы растений пустынь и полупустынь (Freestone, 2005, p. OO8.1.4; Sawada et al., 2005, 178, 180).

Среди исследованных золистых стекол (всего 11) во всех трех периодах есть образцы (7) с высоким содержанием Sr (> 300 ppm) и низким Zr (< 100 ppm). Один образец эллинистического времени имеет обратные содержания этих элементов. Два образца – один римского и один ранневизантийского времени – показали высокие содержания обоих элементов. Наоборот, низкие содержания этих элементов выявлены у одного стекла ранневизантийского периода.

Вероятно, колебания содержания Sr связаны с разным содержанием оксида кальция: при повышении содержания Ca концентрация Sr увеличивается (например, Ca = 6.45 % соответствует Sr = 441 ppm; Ca = 11.7 % соответствует Sr = 1210 ppm) и наоборот, низкому содержанию Ca соответствует низкая концентрация Sr (например, Ca = 2.04 % соответствует Sr = 133 ppm; Ca = 5.16 % соответствует Sr = 237 ppm). Коэффициент корреляции между Ca и Sr – 0.92. В свою очередь, разные количества Ca могут быть обусловлены применением зол с разным его содержанием или дополнительным введением других источников кальция, которыми, как свидетельствуют клинописные тексты разных периодов, могли быть, например, кораллы, морские раковины или в редких случаях кости овец (Oppenheim 1970, p. 39, 41, 57, 66, 67, 79).

Колебания же концентраций Zr могут быть объяснены использованием песков из разных месторождений, как прибрежных, так и материковых.

Применение археометрических методов изучения стекол разных хронологических эпох, обнаруженных на Маркульском городище, показало их значительные возможности для определения датировки и происхождения стеклянных изделий, поставляемых на городище. Исследование находок, отнесенных к трем эпохам: эллинистической, римской и раннесредневековой, с одной стороны, показало отсутствие изменений в происхождении изделий, поступавших на городище в течение всех трех периодов из Египта, Восточного Средиземноморья и Месопотамии. С другой стороны, в составе стекол, особенно содовых, были выявлены трансформации, касающиеся рецептурных норм, то есть соотношений компонентов.

Работа выполнена при поддержке РНФ в рамках проекта № 22–18–00466-П, https://rscf.ru/project/22-18-00466.

Литература

Столярова Е.К., Требелева Г.В. (2024) Предметы из стекла из раскопок христианского храма на Маркульском городище (Республика Абхазия): состав, происхождение, датировка. *Геоархеология и археологическая минералогия*. Миасс; Челябинск, ЮУрГГПУ, 89–93.

Столярова Е.К., Требелева Г.В. (2025) Стеклянные находки из раскопок Маркульского городища (Республика Абхазия): участок «Пифосы». *Геоархеология и археологическая минералогия*. Миасс; Челябинск, ЮУрГГПУ, 54–57.

Столярова Е.К., Требелева Г.В., Япрынцев А.Д. (2023) Археометрические методы изучения стеклянных бусин из погребения римского времени на Маркульском городище (Республика Абхазия). *Геоархеология и археологическая минералогия*. Миасс; Челябинск, ЮУрГГПУ, 79–83.

Столярова Е.К., Черненко В.Г., Юрков В.Г., Саканиа С.М., Требелева Г.В. (2026) Инталия из стекла с изображением Харпократа-Зевса Кассия из раскопок Маркульского городища в Абхазии. *Археология, этнография и антропология Евразии*, 3, в печати.

Требелева Г.В., Столярова Е.К. (2025) Храм на Маркульском городище: корреляция данных раскопок и археометрии стеклянных изделий. *Труды VII (XXIII) Всероссийского археологического съезда (Красноярск, 6–10 октября 2025)*. В 3 т. Т. 2. / Отв. ред. А.П. Деревянко, Н.А. Макаров, А.В. Поляков, П.В. Мандрыка. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 194–196.

Щапова Ю.Л. (1983) Очерки истории древнего стеклоделия (по материалам долины Нила, Ближнего Востока и Европы). М.: Московский университет, 200 с.

Blomme A., Degryse P., Dotsika E., Ignatiadou D., Longinelli A., Silvestri A. (2017) Provenance of polychrome and colourless 8th–4th century BC glass from Pieria, Greece: A chemical and isotopic approach. *Journal of Archaeological Science*, 78, 134–146.

Freestone I.C. (2005) The Provenance of Ancient Glass through Compositional Analysis. *Materials Issues in Art and Archaeology VII (November 29 – December 2, 2004, Boston, Massachusetts, USA)*. Warrendale, PA, The Materials Research Society, 176–189.

Oppenheim A.L. (1970) The Cuneiform Texts. *Glass and Glassmaking in Ancient Mesopotamia*. Corning, The Corning Museum of Glass Press; London and Toronto, Associated University Presses, 2–103.

Sawada T., Hokura A., Nakai I., Shindo Y. (2005) Chemical Compositions of Islamic Glass from Egypt Analyzed at Their Excavation Sites with a New Portable X-Ray Fluorescence Spectrometer. *Annales du 16e Congrès de l'Associatiion Internationale pour l'Histoire du Verre, London 2003*. Nottingham, AIHV, 178–181.

Schibille N. (2022) *Islamic Glass in the Making. Chronological and Geographical Dimensions*. Leuven, Leuven University Press, 261 p.

Stolyarova E.K., Trebeleva G.V. (2026) Glass Ware Excavated at the Church in the Markula Fortified Settlement (Republic of Abkhazia): Composition, Origin, Chronology. *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. Proceedings of 11th Geoarchaeological Conference, Miass, Russia, 16–18 September 2024*. Cham, Springer, 50–58. (GAM 2024; Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences (SPEES)).

Stolyarova E.K., Trebeleva G.V., Yapryntsev A.D. (2025) Archaeometric Study of the Glass Beads from the Burial of the Roman Age in the Markula Settlement (The Republic of Abkhazia). *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. Proceedings of 10th Geoarchaeological Conference, Miass, Russia, 18–21 September 2023*. Cham, Springer, 75–82. (GAM 2023; Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences (SPEES)).

Плиний: Pliny. Natural History. Translated with copious notes and illustrations by J. Bostock, and H.T. Riley. Vol. 6: Libre XXXII–XXXVII with general index. London, MDCCCLVII (1857). [Электронный ресурс] URL: https://psv4.userapi.com/s/v1/d/G2XBy55i13LxFZsmRMzexWnLVtK5D0XVjvYf84K9721xAJvbjT7qoyK976wzQEDgMulJ1Tekxx4Q_gkXO_bdR5Gs7BEzNe2OPWoB7ssej09losqLko8aWA/The_natural_history_of_Pliny_vol_6_1857__kn_32-37.pdf. (Дата обращения: 10.01.2026).

ЧАСТЬ 6. АРХЕОМЕТАЛЛУРГИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА

Свидетельства металлургического производства на укрепленном поселении бронзового века Княженское 17

Evidence of metallurgical production at the Knyazhenskoye 17 Bronze Age fortified settlement

И.А. Валиахметов[1], А.О. Букачёва[1,2], М.Н. Анкушев[2], М.А. Рассомахин[2]
I.A. Valiakhmetov, A.O. Bukacheva, M.N. Ankushev, M.A. Rassomakhin
[1]Челябинский государственный историко-археологический музей-заповедник «Аркаим», г. Челябинск
[2]Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс, ankushev_maksim@mail.ru

Работа посвящена комплексному изучению свидетельств металлургического производства (фрагменты горных пород с медной минерализацией и шлаков, орудия металлообработки) укрепленного поселения бронзового века Княженское 17. Одним из источников меднорудного сырья для поселения служили медно-магнетитовые руды скарновых месторождений, приуроченных к ультрабазитам. Примером разработки таких месторождений в бронзовом веке являются рудники Новотемирский и Стародубцева Яма. Минералогия двух фрагментов с поселения Княженское 17 полностью совпадает с рудами этих проявлений. Второй возможный источник – медные руды в гематит-кварцевых породах – ранее не рассматривался в контексте горного дела бронзового века Южного Урала. Морфология и минералого-геохимические особенности металлургических шлаков поселения соответствуют ранее изученным образцам с укрепленных поселений синташтинской культуры в Южном Зауралье, что свидетельствует о применении идентичных рецептов шихты и технологии выплавки. Единичные фрагменты с отличающимся минеральным составом могут быть результатом выплавки из руд иного типа или даже принадлежать к другим эпохам многослойного поселения. Набор каменных орудий металлопроизводства соответствует материалам с других укрепленных поселений позднего бронзового века Южного Зауралья.

Ключевые слова: укрепленные поселения, поздний бронзовый век, Южное Зауралье, древняя металлургия, металлургические шлаки, каменные орудия

The paper is devoted to a comprehensive study of the evidence of metallurgical production (copper mineralization fragments, slag and stone tools) of the Knyazhenskoe 17 fortified settlement. One of the sources of copper ore raw materials for the settlement was the copper-magnetite ores of the skarn deposits, confined to ultrabasic massifs. The Novotemirsky and Starodubtseva Yama mines are an example of the development of such deposits in the Bronze Age. The mineralogy of the two fragments from the Knyazhenskoye 17 settlement completely coincides with the ores of these manifestations. The second possible source, copper ores in hematite-quartz rocks, has not previously been considered in the context of mining in the Southern Urals Bronze Age. The morphology and mineralogical and geochemical features of the metallurgical slags of the settlement correspond to previously studied samples from Sintashta fortified settlements in the Southern Trans-Urals, which indicates the use of identical charge recipes and smelting technology. Single fragments that differ in mineralogy may be the result of metal smelting from ores of a different type or even belong to different eras of a multi-layered settlement. The set of stone tools of metal production corresponds to materials from other fortified settlements of the Late Bronze Age of the Southern Urals.

Keywords: fortified settlement, Late Bronze Age, Southern Trans-Urals, ancient metallurgy

Укрепленное поселение Княженское 17 находится в Брединском муниципальном округе Челябинской области на террасе правого берега одного из старичных русел реки Камысты-Аят, в 2.2 км к западу-северо-западу от пос. Княженский (Солдаткин, 2024; Валиахметов и др., 2025).

Микрорельеф поселения снивелирован многолетней распашкой. Частично сохранилась обводная стена (вал) шириной 9−17 м, высотой до 0.15 м, с внутренней стороны которой читаются ряды жилищных впадин. С юго-восточной стороны ограниченное валом пространство имеет овальную форму, в то время как с северо-западной – прямоугольную. Общие размеры поселения по внешним границам вала – 160 × 125 м. За пределами основного укрепления выделяются 4 жилищные впадины, относящиеся, вероятно, к более позднему этапу заселения площадки. Неоднородная планиграфия укрепленного поселения свидетельствует о его многослойном характере и возможных перестройках (Валиахметов и др., 2025).

В ходе работ 2025 г. для определения культурного слоя было заложено 6 шурфов, а также собраны подъемные сборы (219 ед.). Материалы коллекции включают керамику бронзового века, кости животных, металлургический шлак, фрагменты горных пород с медной минерализацией и каменные орудия. Керамическую коллекцию можно отнести к позднему бронзовому веку и выделить керамику синташтинского и петровского типа. Наличие на территории памятника фрагментов руды, шлаков и кузнечных орудий дают основания выделить на поселении различные стадии металлургического производства.

Коллекция подъемных сборов включает 50 каменных орудий, 6 фрагментов горных пород с медной минерализацией, 1 – бурого железняка и 29 фрагментов металлургического шлака. Минералогия оруденелых горных пород исследована в 3 полированных аншлифах методами оптической (Olympus BX-51) и сканирующей электронной микроскопии (Tescan Vega 3 sbu). Особенности химического состава шлаков исследованы методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на спектрометре Olympus Vanta, минеральный состав установлен методом оптической микроскопии (Olympus BX-51) в 6 полированных аншлифах. Трасологический анализ каменных орудий и следов сработанности выполнены с помощью панкратического микроскопа «Микромед» МС-2 Z00M с увеличением до ×40. Элементы-маркеры металлопроизводства (Cu, Sn, As, Pb и др.) на поверхности каменных орудий фиксировались методом РФА с помощью спектрометра Olympus Vanta, режим Geochem.

Результаты:

А) Фрагменты горных пород с медной минерализацией представлены двумя типами:

– Гематит-кварцевые породы: 4 образца размером до 12 см, красновато-бурого цвета с корочками и прожилками малахита (рис. 1, *1*). Породы состоят из кварца, гематита, полевого шпата. Минералы меди представлены малахитом и Cu-Fe-оксидами.

– Медно-магнетитовые руды: 2 образца размером до 6 см, темно-бурого до черного цвета, покрыты пленками малахита и хризоколлы (рис. 1, *2*). Образцы представляют собой густовкрапленную магнетит-гематитовую железную руду (мартит) в серпентините с прожилками гипергенных минералов меди. Реликтовые субмикронные включения сульфидов в магнетите представлены сфалеритом, халькопиритом и Co-Ni-сульфидами.

Б) Металлургические шлаки поселения Княженское 17 представляют собой фрагменты лепешек с закраиной, типичные для укрепленных поселений синташтинской культуры Южного Зауралья (Григорьев, 2013, с. 120–122) (рис. 1, *3*). По данным РФА, химический состав шлаков сходен с ранее изученными образцами укрепленных синташтинских поселений и выделяется повышенными содержаниями элементов ас-

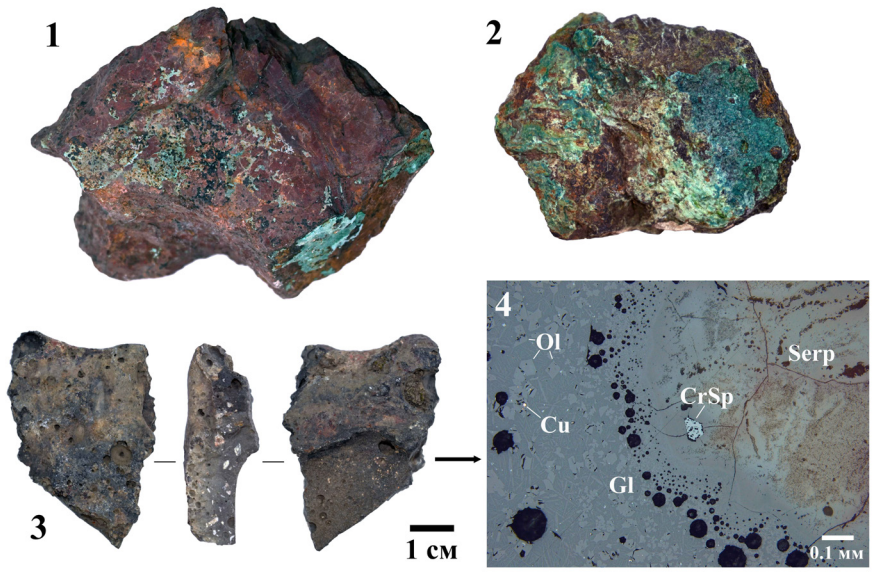


Рис. 1. Фрагменты горных пород с медной минерализацией и металлургического шлака из подъемных сборов с территории укрепленного поселения Княженское 17. 1 – гематит-кварцевая порода, шифр КП-25 б/н руда; 2 – медно-магнетитовая руда, шифр КП-25 б/н1; 3 – фрагмент лепешковидного металлургического шлака, шифр КП-25/176; 4 – микроструктура металлургического шлака: частично оплавленный реликт серпентинита (Serp) с включением хромшпинелида (CrSp) и мелкие капли меди (Cu) в основной массе шлака, представленной новообразованными кристаллами оливина (Ol) и стеклом (Gl); шифр КП-25/176; фото в отраженном свете.

социации Fe-Cr-Ni-As (Ankushev et al., 2021). Большая часть изученных образцов (5 из 6 аншлифов) относится к оливиновому хромитсодержащему минералогическому типу, также характерному для синташтинской металлургии (Ankushev et al., 2021). Шлаки состоят из новообразованных скелетных или призматических кристаллов оливина, зачастую зональных, скелетных кристаллов или мелких глобулярных выделений магнетита и реликтов серпентинита и хромшпинелидов, которые находятся в матрице стекла шлака (рис. 1, *4*). Металл шлака представлен мелкими каплями меди, сульфидных включений не отмечено.

В одном образце (КП-25/2) кристаллы оливина практически не наблюдаются, магнетит также образует скелетные кристаллы, стекла намного больше, чем в оливиновых шлаках. Отличается и состав реликтовых включений – здесь наблюдаются трещиноватые, с корродированными границами, мелкозернистые агрегаты кварцсодержащих пород.

В) Из 50 каменных орудий с поселения с металлургическим производством можно связать 16 орудий. С процессом обработки руды можно связать 2 песта со следами растирания минерального сырья. Кузнечные орудия представлены молотками для ковки (5 ед.) (рис. 2, *2, 3*), наковальнями (3 ед.) и абразивными инструментами для заточки металлических изделий (6 ед.).

Для подтверждения контакта с металлом был проведён РФА рабочих поверхностей каменных орудий. Содержание Cu в выборке варьирует от 60 до 630 ppm. В большинстве случаев Cu не превышает 200 ppm, что было предварительно принято за



Рис. 2. Каменные орудия с территории укрепленного поселения Княженское 17. 1 – плитка с повышенным содержанием As на поверхности, шифр КП-25/214; 2, 3 – кузнечные молотки, шифры КП-25/190 и КП-25/200.

верхнюю границу возможного содержания Cu в породе с учетом особенностей анализа и погрешности. На некоторых предметах зафиксированы отклонения. Повышенное значение Cu зафиксировано на двух изделиях (пассивная плитка КП-25/214 – 630 ppm; фрагмент кузнечного молотка КП-25/193 – 390 ppm). Повышенная концентрация Cu на рабочих поверхностях является признаком работы (ковка, заточка) с медными или бронзовыми предметами. На одном изделии обнаружено повышенное содержание As (КП-25/214 – 230–280 ppm), что может свидетельствовать о контакте орудия с мышьяковой бронзой (рис. 2, *1*).

Таким образом, в ходе разведочных работ на укрепленном поселении Княженское 17 выявлены свидетельства всех стадий металлопроизводства: фрагменты оруденелых горных пород, шлаков и кузнечные орудия.

Одним из источников меднорудного сырья для поселения служили медно-магнетитовые руды скарновых месторождений, приуроченных к ультрабазитам. Примером разработки таких месторождений в бронзовом веке являются рудники Новотемирский и Стародубцева Яма (Ankusheva et al., 2022). Минералогия двух фрагментов с поселения Княженское 17 полностью совпадает с рудами этих проявлений, поэтому не исключено, что именно они и являлись источниками сырья для поселения. Второй возможный источник – медные руды в гематит-кварцевых породах – ранее не рассматривался в контексте горного дела бронзового века Южного Урала. Насколько нам известно, это первая находка таких руд, и, возможно, в дальнейшем мы сможем расширить известный спектр типов месторождений, разрабатываемых в бронзовом веке Южного Зауралья.

Морфология и минералого-геохимические особенности металлургических шлаков поселения соответствуют ранее изученным образцам с укрепленных поселений синташтинской культуры в Южном Зауралье, что свидетельствует о применении идентич-

ных рецептов шихты и технологии выплавки (Григорьев, 2013, с. 120–122). Единичные фрагменты, которые отличаются по минералогии, могут быть результатом выплавки металла из руд иного типа или даже принадлежать к другим эпохам многослойного поселения. Для идентификации данных образцов планируется провести ряд более детальных анализов.

Набор каменных орудий металлопроизводства соответствует материалам с других укрепленных поселений позднего бронзового века Южного Зауралья (Зданович, Семин, 2022; Кунгурова, 2013; Молчанов, 2013).

Данные, полученные в ходе исследования артефактов металлопроизводства с поселения Княженское 17, указывают на синташтинскую технологию металлургии. При этом выявлен второй источник меднорудного сырья, который на данный момент не представляется возможным соотнести с каким-либо культурно-хронологическим горизонтом.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 25-18-20001 «Первые горняки бронзового века в Южном Зауралье: технологии, связи и повседневность». https://rscf.ru/project/25-18-20001/.

Литература

Валиахметов И.А., Батанина Н.С., Букачёва А.О., Макуров Ю.С., Петров Н.Ф., Сидорин В.М., Солдаткин Н.В. (2025) Новые укрепленные поселения эпохи бронзы, обследованные на территории Челябинской области в 2025 году: Светлогорское 3, Княженское 17 и Волковское. *Magistra Vitae: электронный журнал по историческим наукам и археологии,* 10 (3), 5–18. https://www.doi.org/10.47475/2542-0275-2025-10-3-5-18

Григорьев С.А. (2013) Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 660 с.

Зданович С.Я., Семин Д.В. (2022) Каменные орудия поселения Аркаим. *Аркаим. Археология укрепленных поселений: в 2 кн. Кн. 2: Фортификации и общественное пространство.* Челябинск: ЧелГУ, 300–322.

Кунгурова Н.Ю. (2013) Трасологическое изучение каменных предметов из раскопок укрепленного поселения Устье 1. *Древнее Устье: укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье*. Челябинск: Абрис, 285–330.

Молчанов И.В. (2013) Орудийный комплекс рубежа средней и поздней бронзы Южного Зауралья (по материалам укрепленных поселений Аландское, Каменный Амбар, Устье I). Автореф. дис. … к.и.н. Казань, 24 с.

Солдаткин Н.В. (2024) Поиск укрепленных поселений бронзового века Урало-Казахстанских степей по спутниковым снимкам. *Историко-географический журнал,* 3(3), 48–55. https://www.doi.org/10.58529/2782-6511-2024-3-3-48-55.

Ankushev M.N., Artemyev D.A., Blinov I.A., Bogdanov S.V. (2021) Bronze Age metallurgical slags from the South Urals: types, mineralogy and copper sources. *Periodico di Mineralogia,* 90, 173–193.

Ankusheva P.S., Zazovskaya E.P., Yuminov A.M., Ankushev M.N., Alaeva I.P., Epimakhov A.V. (2022) Radiocarbon chronology of Bronze Age mines in the Southern Trans-Urals: first results. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14 (218), 1–24. https://doi.org/10.1007/s12520-022-01681-5

Свидетельства металлургического производства на поселении бронзового века Степное VIII (экспериментально-трасологический анализ)

Evidences of metallurgical production on the Bronze Age settlement Stepnoye VIII (experimental use-wear analysis)

А.А. Прокопьев, Е.В. Куприянова
A.A. Prokopyev, E.V. Kupriyanova
Челябинский государственный университет, г. Челябинск, prokopev.alex.16@gmail.com

Металлургия поздних этапов бронзового века Южного Зауралья является недостаточно изученной темой. Исследование представляет данные экспериментально-трасологического анализа 8 каменных орудий с поселения Степное VIII в Пластовском районе Челябинской области (алакульская и черкаскульская археологические культуры, XVIII–XV вв. до н.э.), определенных как молотки для холодной и горячей ковки, абразивы, орудия для переработки гематита. В совокупности с другими свидетельствами металлургического производства, зафиксированными на поселении (гематитовая руда, каменный тигель, фрагмент керамической льячки, шлак), результаты исследования позволяют предполагать, что население, оставившее данный памятник, обладало навыками не только обработки, но и производства металла.

Ключевые слова: бронзовый век, Южное Зауралье, поселение, металлургия, экспериментально-трасологический анализ, каменные орудия

Metallurgy of the late stages of the Bronze Age of the Southern Trans-Urals is an insufficiently studied topic. Our research presents data from an experimental use-wear analysis of 8 stone tools from the Stepnoye VIII settlement in the Plast district of the Chelyabinsk region (Alakul and Cherkaskul archaeological cultures, XVIII–XV BC), identified as hammers for cold and hot forging, abrasives, tools for processing hematite. Together with other evidence of metallurgical production recorded at the settlement (hematite ore, a stone crucible, a fragment of ceramic ladle, slag), the results of the research suggest that the population who left this site possessed skills not only in casting and forging , but also in smelting .

Keywords: Bronze Age, Southern Trans-Urals, settlement, metallurgy, experimental use-wear analysis, stone tools

Изучение металлургии бронзового века Южного Зауралья является актуальной темой междисциплинарных исследований последних десятилетий. Однако основная часть работ посвящена памятникам синташтинско-петровского культурного круга; исследования, касающиеся металлургии и металлообработки на неукрепленных поселениях более позднего периода, встречаются гораздо реже. В настоящем исследовании рассмотрен комплекс каменных артефактов, имеющих отношение к металлургии и металлообработке, из раскопок поселения Степное VIII 2000–2004 гг., хранящихся в фондах Музея-заповедника «Аркаим».

Поселение бронзового века Степное VIII расположено на левобережье р. Уй, на краю старичного русла, в 300–400 м к западу от с. Степное в Пластовском районе Челябинской области. Памятник находится в непосредственной близости от могильника Степное VII (петровская и алакульская археологические культуры), частично перекрывая периферийными слоями погребальные сооружения. Поселение исследовалось раскопками в 2000–2004 (Д.Г. Зданович, Е.В. Куприянова), 2023 (Н.Ф. Петров) гг. На аэрофотоснимке 1981 г. читаются семь жилищных впадин, расположенных в два ряда вдоль бровки террасы. На момент начала раскопок визуально фиксировались три впадины (рис., №№ 1–3), остатки четвертой впадины были исследованы раскопом 2000 г.

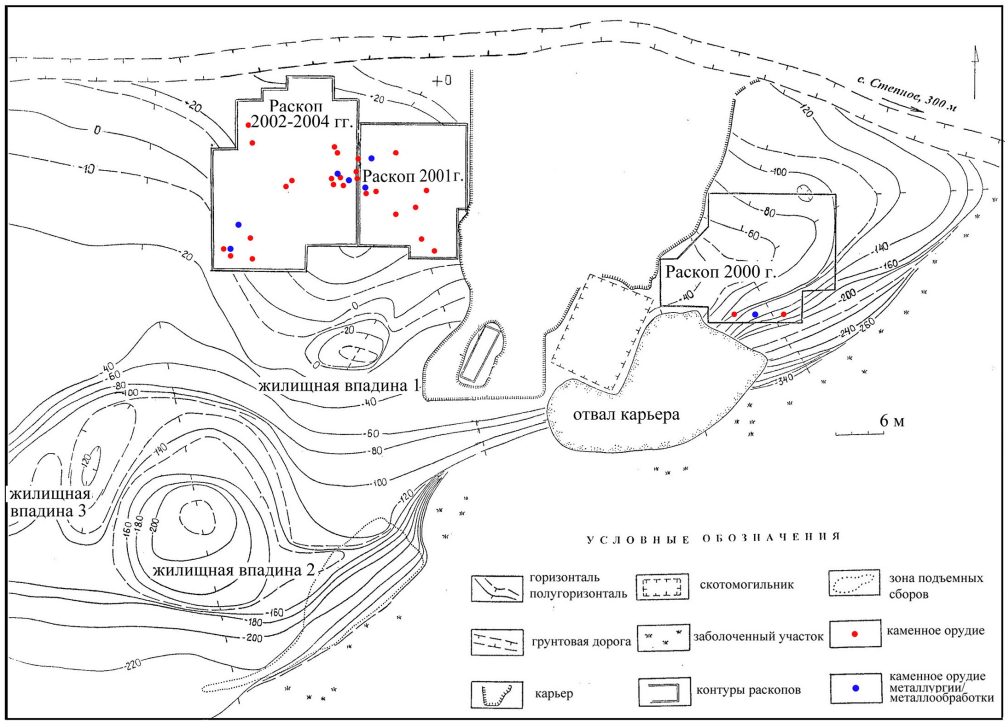


Рис. Топографический план поселения Степное VIII по состоянию на 2004 г.

(Куприянова, Зданович, 2015, с. 5–6). В 2001–2004 гг. была раскопана северная периферия жилищной впадины 1. В 2023 г. была исследована ее южная оконечность (Петров и др., 2025).

Керамический комплекс показывает, что поселение существовало довольно длительное время. В коллекции присутствует небольшое количество керамики алакульской культуры (XVIII–XVI вв. до н.э.), основная же часть материала относится к черкаскульской культуре (XVII–XV вв. до н.э.). Коллекция каменных артефактов, зафиксированная по полевой описи, в целом невелика, включает около 40 предметов. Распределение их в пространстве (см. рис.) показывает, что в раскопе 2000 г. каменные орудия, как и остальные артефакты, относящиеся к слою поселения, фиксировались вдоль южного борта, в районе края разрушенной жилищной впадины; в раскопах 2001–2004 гг. – полукругом по северной периферии впадины №1, преимущественно в слоях так называемого «зольника», залегавшего поверх погребальных сооружений. Шесть орудий из коллекции каменных артефактов составляют отходы кремневой индустрии (отщепы, сколы, пластины), шесть – каменные плитки округлой формы, два лощила на гальках, несколько фрагментов и заготовок. Среди оставшихся около 30 макроорудий было идентифицировано 8, которые, судя по данным трасологии, имеют отношение к металлургии и металлообработке, что подтверждается также наличием в поселенческом слое нескольких металлических предметов и их фрагментов.

Трасологический анализ и микрофотографии следов сработанности на орудиях выполнены с помощью панкратического микроскопа «Микромед» МС-2 Z00M вар. 2А с увеличением до ×40, при помощи цифровой камеры Levenhuk M1200 plus. Общие фотографии орудий выполнены при помощи зеркальных фотоаппаратов Nikon D7500 и

Таблица. Характеристика орудий металлургии и металлообработки пос. Степное VIII

№ п/п	Шифр	Сохранность, размеры (см), форма в плане	Вес, г	Функция
1	554C/331	Целый, 8.3 × 6.4 × 3.5, подпрямоугольная	351	Молоток для холодной ковки
2	554C/1121	Целый, 9.9 × 8.3 × 5.2, овальная	525	Абразив
3	554C/1568	Фрагмент, 7.2 × 8.2 × 4.6, многоугольная	510	Абразив
4	554C/1806	Целый, 9.7×5.3×3.5, подпрямоугольная	205	Молоток для горячей ковки
5	Марк оф. 1355	Целый, 6.9×3.7×2.2, овальная	85	Молоток для горячей ковки
6	Марк оф. 1356	Целый (склеен), 7.9 × 5.8 × 4.6, подпрямоугольная	323	Молоток для холодной ковки
7	554C/1107	Целый, 8.3 × 6.7 × 3.9, подпрямоугольная	510	Плита для растирания
8	554C/1122	Целый, 6.9×6.9×4.8, подпрямоугольная	449	Молоток для дробления

Canon EOS-1100. При дальнейшей обработке микрофотографий поверхностей орудий использовались программы HeliconFocus 7 и AdobePhotoshop CS6 x64.

Было выявлено шесть орудий металлообработки (табл., №№ 1–6). Данные инструменты можно разделить на две функциональные группы: кузнечные и абразивные инструменты. К первой группе относятся молотки для холодной ковки (2 экз.), молотки для горячей ковки (2 экз.); ко второй группе относятся абразивы по металлу (2 экз.).

Группа 1. Кузнечные инструменты. В данную группу включены молотки для холодной и горячей ковки. В основном, для изготовления данных орудий использовались конкреции породы и различные окатанные гальки подпрямоугольной и овальной в плане формы. Рабочие поверхности молотков расположены на торцах. Размеры орудий колеблются от 6.9 × 3.7 × 2.2 до 9.7 × 5.3 × 3.5 см, а вес – от 85 до 351 г. Часть молотков подготавливалась к работе: ребра и грани кузнечных инструментов оформлялись при помощи оббивки, о чем говорят негативы сколов на поверхностях орудий. Кроме того, на одном молотке для горячей ковки (см. табл., № 4) имеются признаки абразивной обработки рабочих поверхностей: это длинные тонкие не глубокие однонаправленные царапины, расположенные отдельными группами на периферии рабочей площадки. Вероятнее всего специфика расположения следов шлифовки связана с тем, что при эксплуатации орудия центральная часть рабочей поверхности использовалась активнее, что привело к перекрытию технологических следов следами сработанности. Стоит отметить, что один из молотков для холодной ковки (см. табл., № 6) имеет естественное понижение рельефа в центре рабочей поверхности, однако ее края относительно ровные. Это говорит о том, что, несмотря на необходимость наличия ровных и гладких рабочих площадок на кузнечных инструментах для правильной деформации отливок (Костомарова и др., 2025, с. 27), кузнецы поселения Степное VIII могли не модифицировать некоторые молотки.

Основная часть молотков является ручными инструментами, ребра как минимум трех инструментов сглажены и скруглены, на них фиксируется жирный тусклый проникающий в микрорельеф блеск, который мог появиться от долгого соприкосновения с кожей. Лишь на одном из молотков для ковки (см. табл., № 1) фиксируются следы крепления в рукояти: это, в первую очередь, наличие желобков на боковых гранях для фиксации орудия в рукояти при помощи ремней или веревок. Сами желобки имеют сглаженные очертания, зерна породы внутри них стерты. На использование инструмента в

рукояти также указывает сглаженная параллельная рабочим поверхностям орудия грань. На данной поверхности фиксируются следы в виде редких тонких коротких однонаправленных рисок, зерна породы сглажены.

Следы сработанности, в основном, представлены замятостью выступающих поверхностей и зерен породы, редкими округлыми выбоинами, металлическим блеском на отдельных зернах породы. Данные следы прослеживаются преимущественно на молотках для холодной ковки (см. табл., №№ 1 и 6). Следы иного характера прослеживаются на молотках для горячей ковки (см. табл., № 4–5). На данных инструментах, помимо смятости породы и выбоин, присутствуют линейные следы в виде разнонаправленных коротких и длинных, узких и широких неглубоких царапин, а также более плотный и более яркий металлический блеск, покрывающий большую часть рабочей поверхности. Примечательно то, что молоток № 5 (см. табл.) имеет небольшой размер (6.9 × 3.7 × 2.2 см) и вес (85 г). Вероятнее всего, данный инструмент использовался в горячей ковке различных украшений: бусин, блях, обойм и т.д. Аналогии подобному молотку встречаются в орудийном комплексе поселений Устье I (Костомарова и др., 2025, с. 27) и Архангельский Прииск II (Костомарова, Петрова, 2025, с. 144).

Группа 2. Абразивные инструменты. К данной группе относятся инструменты, предназначавшиеся для устранения заусенцев и остатков литников на отливках, а также для оформления рабочих поверхностей режущих и рубящих орудий из меди и бронзы. Для одного из орудий сырьем послужила окатанная овальная в плане силицитовая галька (см. табл., № 2); второе орудие (см. табл., № 3) выполнено на фрагменте плиты многоугольной в плане и подпрямоугольной в продольном сечении формы. Единичные сколы граней присутствуют на обоих инструментах, однако сложно сказать наверняка, являются эти сколы следствием модификации орудия или имеют естественный характер.

Рабочими поверхностями абразивов выступали боковые грани и частично ребра. Следы использования представлены тонкими длинными и короткими однонаправленными царапинами, истертостью выступающих зерен породы, на которых фиксируются участки яркого металлического блеска. Данные следы типичны именно для абразивов по металлу (Костомарова и др., 2025).

Кроме того, в комплексе выделено два орудия для переработки гематита (см. табл., №№ 7–8). Оба орудия имеют подпрямоугольную форму в плане, ребра инструментов выполнены в технике пикетажа и оббивки. Рабочая поверхность первого орудия расположена на сглаженной параллельной грани, в центре которой располагается округлое пятно буровато-красного цвета размерами 2.1 × 1.3 см. На микроуровне в естественных понижениях рельефа породы зафиксировано наличие порошкообразного вещества того же оттенка. Вероятнее всего, данный инструмент использовался как плита для растирания гематита. Второе орудие использовалось в рукояти, о чем говорит сглаженная параллельная рабочей поверхности грань, аналогичная орудию под № 1 (см. табл.). Сама рабочая поверхность располагается на широком торце. Следы сработанности представлены крупными выщерблинами и выбоинами, замятостью выступающих поверхностей породы. Кроме того, на макро- и микроуровнях прослеживаются пятна буровато-красного цвета, аналогичные тем, что были обнаружены на первом орудии. Вероятнее всего, данный инструмент использовался как молоток для дробления гематита.

Буро-красные следы, фиксирующиеся на орудиях, вероятнее всего, являются остатками после дробления гематита, большое количество фрагментов которого содержалось в культурном слое поселения. Из полевой документации следует также, что следы подобного цвета фиксировались при извлечении из слоя и на орудии № 2 (см. табл.), интерпретированном как абразив, что допускает его полифункциональное назначение.

Использование гематита древним населением предполагает различные функции; одна из них – в качестве красителя. Однако сложно представить, для чего нужно было столь масштабное производство минерального красителя, которое можно реконструировать по следам на трех орудиях и многочисленным фрагментам породы на небольшом пространстве раскопа. Другим, более вероятным назначением могло быть использование его как железосодержащего минерала в качестве флюсовой добавки в шихту для уменьшения вязкости шлака при плавке кварцсодержащей руды; о возможности подобных операций в древней металлургии Южного Зауралья неоднократно говорилось в исследованиях (например: Григорьев, 2013, с. 152; 154; и др.). В коллекции поселения имеются и другие предметы, имеющие отношение к производству металла: каменный тигель, фрагмент керамической льячки, шлак, что в совокупности позволяет предполагать наличие у населения, оставившего памятник, не только металлообработки, но и полноценного металлургического цикла.

Таким образом, в ходе трасологического исследования в материалах пос. Степное VIII выделена группа орудий металлообработки, в которую входят кузнечные и абразивные инструменты, а также орудия для переработки гематита. Соотношение количества орудий, связанных с металлургией к общему количеству каменных макроорудий поселения довольно представительно (8 из ~30), что говорит о значительной роли этого вида производства для населения поселка. Для примера, на пос. Кулевчи III из 44 орудий 15 имеют отношение к металлообработке, что, в процентном соотношении сопоставимо с исследуемым нами памятником (Костомарова и др., 2025).

Кузнецы-металлурги данного поселения активно применяли холодную и горячую ковку металлических изделий, а финальная доводка отливок происходила на абразивах. Отсутствие металлографических исследований для изделий из меди и бронзы, происходящих из культурного слоя пос. Степное VIII не способствует более глубокому анализу специфики металлообработки на поселении. В целом, металлообрабатывающий комплекс пос. Степное VIII находит аналогии в материалах других поселений позднего бронзового века Южного Зауралья и сопредельных территорий (Зданович, Коробкова, 1988; Зданович, Семин, 2022; Костомарова, 2017 и т.д.).

Большой интерес представляет наличие следов производства металла на поселении Степное VIII, поскольку подобные факты фиксируются на неукрепленных поселениях бронзового века Южного Зауралья относительно редко, и эта тема остается в археологии недостаточно разработанной.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-18-20009, https://rscf.ru/project/26-18-20009/.

Литература

Григорьев С.А. (2013) Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 660 с.

Зданович С.Я., Коробкова Г.Ф. (1988) Новые данные о хозяйственной деятельности населения эпохи бронзы (по данным трасологического изучения орудий труда с пос. Петровка II). *Проблемы археологии урало-казахстанских степей: межвузовский сборник.* Челябинск, 1988, 60–79.

Зданович С.Я., Семин Д.В. (2022) Каменные орудия поселения Аркаим. *Аркаим. Археология укрепленных поселений: в 2 кн. Кн. 2: Фортификации и общественное пространство.* Челябинск, ЧелГУ, 300–322.

Костомарова Ю.В. (2017) Каменные орудия в хозяйственной деятельности населения эпохи поздней бронзы лесостепного Притоболья. *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 4 (39), 28–36.

Костомарова Ю.В., Петрова Л.Ю. (2025) Результаты экспериментально-трасологического изучения орудийного комплекса эпохи поздней бронзы поселения Архангельский Прииск II. *XXIII Уральское археологическое совещание: мат. Всерос. (с междунар. участием) науч. конф.*. Т. 1. Оренбург, ОГПУ, 144–148.

Костомарова Ю.В., Давыдов Р.В., Букачева А.О., Виноградов Н.Б., Новоселов А.А. (2025) Орудия металлообработки из памятников позднего бронзового века Южного Зауралья (по материалам укрепленного поселения Устье I и поселения Кулевчи III). *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 4 (71), 20–34.

Костомарова Ю.В., Давыдов Р.В., Новоселов А.А., Букачева А.О. (2025) Результаты экспериментального изучения абразивов для обработки изделий из меди и бронзы. *Уральский исторический вестник*, 4 (89), 120–131.

Куприянова Е.В., Зданович Д.Г. (2015) Древности лесостепного Зауралья: могильник Степное VII. Челябинск: Энциклопедия, 196 с.

Петров Н.Ф., Егоров А.Д., Маркина Е.В. (2025) Поселение позднего бронзового века Степное VIII: результаты исследований 2023 года. *Этнические взаимодействия на Южном Урале. Мат. IX Всерос. науч. конф.*. Челябинск, Государственный исторический музей Южного Урала, 44–48.

Новые находки ножей-кинжалов бронзового века на территории Челябинской области

New Bronze Age knife-dagger finds in the Chelyabinsk region

Ф.Н. Петров[1,2], А.Д. Таиров[3], И.А. Блинов[4]
F.N. Petrov, A.D. Tairov, I.A. Blinov
[1]Челябинский государственный университет, г. Челябинск, petrov_fedor@mail.ru
[2]Челябинский государственный историко-археологический музей-заповедник «Аркаим», г. Челябинск
[3]Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск
[4]Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс

Работа посвящена публикации четырех ножей-кинжалов, происходящих из случайных находок, сделанных на территории Челябинской области и хранящихся в фондах Научно-образовательного центра евразийских исследований ЮУрГУ. Они изучены морфолого-типологическим методом, а состав металла определен методом рентгенофлуоресцентного анализа. Нож-кинжал из мышьяковой бронзы с ромбической пяткой черенка отнесен к числу типичных изделий абашевской и синташтинской культур. Нож-кинжал из мышьяковой бронзы с широким черенком трапециевидной формы, вероятно, был изготовлен абашевскими или синташтинскими металлургами по сейминско-турбинским образцам. Два ножа-кинжала из оловянной бронзы с трапециевидными черенками и клинками с нервюрами, скорее всего, относятся к металлокомплексу алакульской культуры.

Ключевые слова: археометаллургия, металлокомплекс, нож-кинжал, поздний бронзовый век, типология, рентгенофлуоресцентный анализ, Челябинская область

The paper presents four knife-daggers, random finds made in the Chelyabinsk region. They are housed in the collection of the Scientific and Educational Center for Eurasian Studies at SUSU. These tools were studied using morphological and typological methods, and their composition was determined using XRF analysis. An arsenic-bronze knife-dagger with a diamond-shaped tang is classified among typical artifacts of the Abashevo and Sintashta cultures. An arsenic-bronze knife-dagger with a wide, sub-trapezoidal tang was likely made based on Seima-Turbino samples by metallurgists of the Abashevo

or Sintashta cultures. Two tin-bronze knife-daggers with trapezoidal tangs and ribbed blades were most likely made by metallurgists of the Alakul culture.

Keywords: archaeometallurgy, metal complex, knife-dagger, Late Bronze Age, typology, X-ray fluorescence analysis, Chelyabinsk region

Черенковые ножи-кинжалы представляют собой самую массовую категорию металлических режущих орудий с раннего бронзового века и вплоть до эпохи финальной бронзы. Большинство их находок на территории Южного Зауралья связаны с погребальными памятниками; ножи-кинжалы первых этапов позднего бронзового века, относящиеся к металлокомплексам абашевской, синташтинской, петровской, алакульской и федоровской культур редко встречаются в числе случайных находок. Это отличает их от ножей-кинжалов заключительных этапов позднего бронзового века, связанных с саргаринской и межовской культурами, которые не использовались в погребальном обряде, но, судя по всему, фигурировали в ритуалах, совершавшихся в природном ландшафте, и до современных специалистов, в основном, доходят в качестве случайных находок.

В фондах НОЦ евразийских исследований ЮУрГУ хранятся поступившие в разные годы черенковые ножи-кинжалы, представляющие собой случайные находки, сделанные на территории Челябинской области. Настоящая работа посвящена их публикации; орудия были исследованы визуально, прорисованы и сфотографированы (рис.). Состав металла изделий был изучен в ЦКП ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) и определялся для каждого предмета дважды: по патине и по зачищенной от патины поверхности металла, с использованием анализатора INNOV-X Alpha (режим Process Analytical, время экспозиции – 30 сек) (табл.).

Нож-кинжал черенковый с ромбической пяткой черенка, перекрестьем и перехватом, листовидным клинком с ромбическим сечением длиной 10.0 см (рис., 1). Черенок согнут набок в плоскости ножа, металл на перехвате вследствие этого слегка надорван. Размеры 14.3 × 2.8 × 0.2 см, вес – 33.0 г. Случайная находка с территории Челябинской области, точное место обнаружения неизвестно. По данным РФА зачищенного от патины металла нож изготовлен из мышьяковой бронзы с содержанием As 4.6 мас. %, с примесями Ni (0.08 мас. %) и Fe (0.2 мас. %) (см. табл.).

Нож-кинжал черенковый с широким черенком подтрапециевидной формы, слабовыраженными перекрестьем и перехватом, иволистным клинком ромбического профиля длиной 10.8 см (рис., 2). На черенке с обеих сторон сохранились остатки деревянной рукояти. Размеры – 15.5 × 3.1 × 0.3 см, вес – 55.1 г. Случайная находка с территории Челябинской области, точное место обнаружения неизвестно. По данным РФА зачищенного от патины металла нож изготовлен из мышьяковой бронзы с содержанием As 5.05 мас. % с примесью Fe (0.09 мас. %) (см. табл.).

Нож-кинжал черенковый с коротким и узким черенком подтрапециевидной формы, перекрестьем и перехватом, листовидным клинком длиной 12.8 см с нервюрами с обеих сторон, заходящими на перекрестье и черенок (рис., 3). Фиксируется серия линейных повреждений патины поперек плоскости ножа. Размеры – 15.7 × 2.7 × 0.3 см, вес – 35.7 г. Случайная находка из д. Сычево Красноармейского муниципального округа Челябинской области. По данным РФА зачищенного от патины металла нож изготовлен из оловянной бронзы с содержанием Sn 1.57 мас. % с примесью Pb (0.8 мас. %) (см. табл.).

Нож-кинжал черенковый с узким черенком подтрапециевидной формы, перекрестьем и перехватом, листовидным клинком длиной 13.0 см с нервюрами с обеих сторон, заходящими на перекрестье и черенок (рис., 4). Нож согнут в плоскости клинка, сильно корродирован – весьма вероятно, он побывал в огне. Размеры – 17.4 × 3.7 × 0.3 см, вес

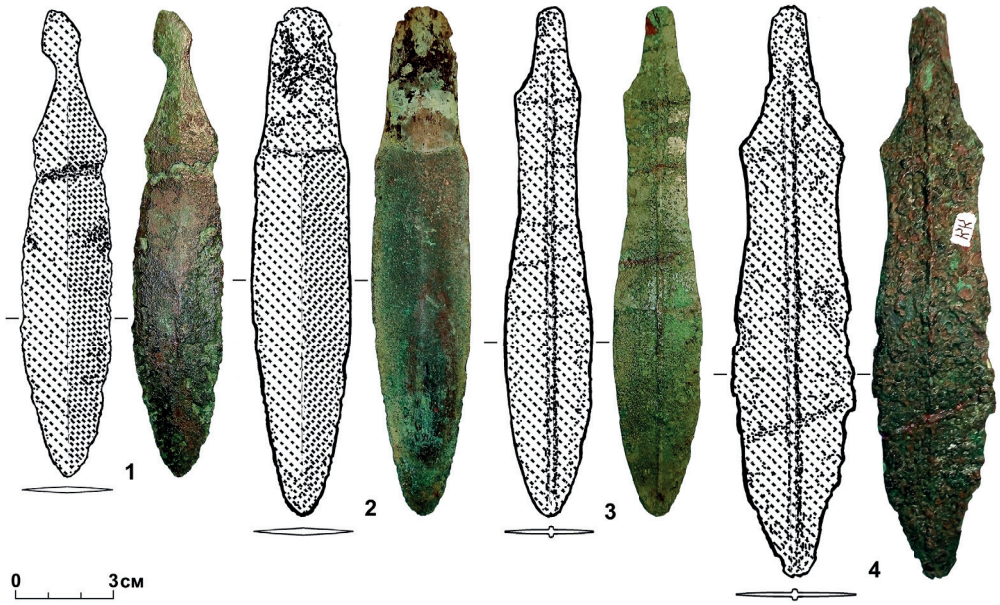


Рис. Черенковые ножи-кинжалы, случайные находки из фондов НОЦ евразийских исследований ЮУрГУ. 1, 2 – найдены на территории Челябинской области, точное место неизвестно. 3 – находка из д. Сычево Красноармейского муниципального округа Челябинской области. 4 – находка, сделанная к северо-востоку от д. Кораблево Еткульского муниципального округа Челябинской области.

Таблица. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа

№ рис.	Объект анализа	Состав металла, мас.%						Химико-металл. группа
		Cu	Sn	As	Ni	Pb	Fe	
1:1	патина	90.37		9.01	0.12		0.49	Cu+As
	металл	95.12		4.60	0.08		0.2	
1:2	патина	91.58		8.09			0.33	Cu+As
	металл	94.87		5.05			0.09	
1:3	патина	92.19	5.59			2.08	0.14	Cu+Sn
	металл	97.62	1.57			0.8		
1:4	патина	91.97	7.46			0.42	0.15	Cu+Sn
	металл	89.81	9.65			0.54		

– 70.5 г. Случайная находка, сделанная к северо-востоку от д. Кораблево Еткульского муниципального округа Челябинской области, между оз. Бол. Кункуль и Мал. Кункуль. По данным РФА зачищенного от патины металла нож изготовлен из оловянной бронзы с содержанием Sn 9.65 мас. % с примесью Pb (0.54 мас. %) (см. табл.).

Рассмотрим типологическую принадлежность орудий.

Нож-кинжал с ромбической пяткой черенка (рис., 1) относится к типу III-8 (Дегтярева, Рындина, 2020, с. 25). Это наиболее распространенный тип черенковых ножей-кинжалов для территории Южного Зауралья и прилегающих регионов начала позднего бронзового века. А.Д. Дегтярева и Н.В. Рындина отмечают 147 ножей данного типа; большинство из них на памятниках синташтинской (49 экз.), абашевской (34 экз.) и покровской (28 экз.) культур (2020, с. 26). В меньшем количестве они были обнаружены

на потаповских, петровских и сейминско-турбинских памятниках. А.Д. Дегтярева также показала, что традиция изготовления ножей этого типа сохранялась в определенной мере и в алакульской культуре (2010, с. 111). По типологии Е.Н. Черных и С.В. Кузьминых это орудие относится к типу НК-14, авторы отмечают что орудия этого типа чаще всего изготовлены из металла, который они называют «мышьяковой медью», и связаны прежде всего с уральскими памятниками абашевской культуры (1989, с. 101).

Нож-кинжал с широким черенком подтрапециевидной формы (рис., 2) относится к типу НК-6 (Черных, Кузьминых, 1989, с. 92); авторы отмечают 34 ножа-кинжала этого типа, происходящих в основном из сейминско-турбинских комплексов Восточной Европы (Черных, Кузьминых, 1989, с. 94–95). А.Д. Дегтярева и Н.В. Рындина фиксируют единичные ножи этого типа на памятниках синташтинской и петровской культур и полагают, что они происходят из сейминских очагов металлообработки (2020, с. 26). Один нож такого типа был найден на территории оренбургского Предуралья в синташтинском погребении могильника у горы Березова (Купцова, Халяпин, 2023, с. 239–240), три ножа такого типа – на территории Южного Зауралья в петровских погребениях могильника Степное VII (Петров и др., 2023, с. 185). Примечательно то, что у многих ножей данного типа на их широком черенке сохранились волокна деревянных рукоятей – точно также, как и на публикуемом в данной работе изделии.

Два ножа-кинжала с узкими черенками подтрапециевидной формы и клинками с нервюрами (рис., 3, 4) являются однотипными изделиями и могут быть отнесены к поздней вариации типа III-7 (Дегтярева, Рындина, 2020). Авторы отмечают, что ранняя версия ножей-кинжалов этого типа появляется еще на памятниках вольско-лбищенского типа на рубеже среднего и позднего бронзового века в Среднем Поволжье, затем ножкинжалы с перекрестьем и трапециевидным черенком встречаются на памятниках абашевской, синташтинской, петровской и покровской культур, но их клинки имеют линзовидное, треугольное или ромбическое сечение. На памятниках алакульской и срубной культур распространяется более поздняя версия данного типа, для которой характерен более короткий черенок и клинки с двухсторонними нервюрами (Дегтярева, Рындина, 2020, с. 23–24).

Нервюры представляют собой валики-утолщения с двух сторон плоскости кинжального клинка, обеспечивающие его повышенную прочность при нанесении колющих ударов. Изделия с такими клинками начинают распространяться на территории Южного Зауралья в срубно-алакульское время. Для более ранних ножей-кинжалов ямной, абашевской, синташтинской и петровской культур характерны иные профили клинка, как правило, линзовидные или ромбические, изредка – пластинчатые или треугольные. Есть только два ножа-кинжала с нервюрами, которые, по некоторым сведениям, могут происходить с памятников этих культур, однако оба этих случая вызывают сомнения в атрибуции. Нож-кинжал с широким прямоугольным черенком и листовидным клинком с двусторонними нервюрами был отнесен к числу предметов Верхне-Кизильского клада абашевской культуры (Кузьмина, 2000, с. 99), однако он отсутствует в других публикациях данного клада и, вероятно, причислен к нему ошибочно. Нож-кинжал с ромбической пяткой черенка и листовидным клинком с двусторонними нервюрами был найден А.В. Епимаховым в насыпи кургана 3 мог. Каменный Амбар V, в переотложенном грунте между двумя ограбленными и разрушенными могильными ямами. Хотя основной материал из этого кургана относится к синташтинской культуре, расположение данного ножакинжала в насыпи исключает его однозначную привязку к синташтинским комплексам, и автор находки отмечал, что наличие нервюр на клинке существенно отличает это изделие от других известных ножей-кинжалов синташтинской культуры (Епимахов, 2005, с. 70).

В свою очередь, с памятниками алакульской и федоровской культур связана обширная серия изделий с кинжальными клинками с двусторонними нервюрами: не только ножей-кинжалов, но и кинжалов с литыми рукоятями, например, кинжал из парного алакульского погребения могильника Степное VII (Петров и др., 2023, с. 182–183). Для ножей-кинжалов с нервюрами из погребений федоровской культуры характерны более крупные и широкие прямоугольные черенки, чем у описываемых орудий. В свою очередь, в составе ряда алакульских могильников с территории Южного Зауралья и прилегающих районов Притоболья происходит целая серия ножей-кинжалов с трапециевидными черенками, перекрестьями и листовидными клинками с двусторонними нервюрами, вполне аналогичных описываемым орудиям. В качестве примеров таких аналогий можно указать четыре ножа-кинжала из мог. Лисаковский I (Усманова, 2005, с. 12–14, 37), два ножа-кинжала из мог. Лисаковский V (Усманова, 2013, с. 70–71) и др.

Рассматривая состав металла изучаемых орудий, можно сослаться на обобщение, выполненное одним из авторов настоящей работы, согласно чему найденные на территории Южного Зауралья ножи-кинжалы, состав металла которых установлен аналитическими методами, распределяются следующим образом по археологическим культурам и химико-металлургическим группам. Все известные ножи-кинжалы абашевской культуры изготовлены из мышьяковой бронзы; большинство ножей-кинжалов синташтинской культуры – из мышьяковой бронзы, небольшая часть – из меди; большинство ножей-кинжалов петровской культуры изготовлено из мышьяково-оловянной или оловянной бронзы, небольшая часть – из мышьяковой бронзы или меди; большинство ножей-кинжалов алакульской культуры – из оловянной бронзы, небольшая часть – из мышьяково-оловянной бронзы или меди (Петров, 2025, с. 40–42).

Таким образом, нож-кинжал из мышьяковой бронзы с ромбической пяткой черенка (см. рис., 1) входит в число типичных изделий абашевской и синташтинской культур. Нож-кинжал из мышьяковой бронзы с широким черенком подтрапециевидной формы (см. рис., 2), вероятно, связан с сейминско-турбинским влиянием, но, судя по составу металла, изготовлен абашевскими или синташтинскими металлургами по сейминско-турбинским образцам. Два ножа-кинжала из оловянной бронзы с трапециевидными черенками и клинками с нервюрами (см. рис.,3, 4), скорее всего, относятся к металлокомплексу алакульской культуры.

Аналитические работы выполнены в рамках бюджетной темы ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН № 125013101191-9.

Литература

Дегтярева А.Д. (2010). История металлопроизводства Южного Зауралья в эпоху бронзы. Новосибирск, Наука, 162 с.

Дегтярева А.Д., Рындина Н.В. (2020). Ножи петровской культуры Южного Зауралья: морфолого-типологическая характеристика. *Вестник археологии, антропологии и этнографии,* 3(50), 17–34 https://doi.org/10.20874/2071-0437-2020-50-3-2.

Епимахов А.В. (2005). Ранние комплексные общества севера Центральной Евразии (по материалам могильника Каменный Амбар-5). Челябинск, Челябинский дом печати, 192 с.

Кузьмина О.В. (2000). Металлические изделия и вопросы относительной хронологии абашевской культуры. Древние общества юго-восточной Европы в эпоху палеометалла (ранние комплексные общества и вопросы культурной трансформации). СПб.: «Европейский Дом», 65–134.

Купцова Л.В., Халяпин М.В. (2023). Погребения с сейминско-турбинским инвентарем из оренбургского Предуралья: хронологический, палеодиетический и миграционный аспекты. *Археология евразийских степей,* 3, 235–248 https://doi.org/10.24852/2587-6112.2023.3.235.248.

Петров Ф.Н., Куприянова Е.В., Батанина Н.С., Петров Н.Ф., Анкушев М.Н., Блинов И.А. (2023). Медные и бронзовые ножи, серпы и кинжалы комплекса памятников у с. Степное. *Степное: новые горизонты*. Челябинск, ЧелГУ, 169–192.

Петров Ф.Н. (2025) Технология изготовления режущих и колюще-режущих орудий в Южном Зауралье эпохи бронзы. *Этнические взаимодействия на Южном Урале. Интеграция гуманитарного и естественно-научного подходов к археологии раннего металла. К 70-летию А.Д. Таирова: мат. IX Всерос. науч конф.* Челябинск: ГИМ ЮУ, 39–43.

Усманова Э.Р. (2005). Могильник Лисаковский I: факты и параллели. Караганда–Лисаковск, 232 с.

Усманова Э.Р. (2013). Могильники эпохи бронзы Лисаковской округи. Описание археологических объектов. *Памятники Лисаковской округи: археологические сюжеты*. Караганда-Лисаковск: Tengri Ltd, 20–87.

Черных Е.Н., Кузьминых С.В. (1989). Древняя металлургия Северной Евразии (сейминско-турбинский феномен). М.: Наука, 320 с.

Экспериментальная плавка бурнонит-блеклых руд по примитивным технологиям

Experimental smelting of burnonit-fahlore ores for primitive technologies

Ю.П. Шубин[1], И.Х. Шумилов[2],
Y.P. Shubin, I.Kh. Shumilov
[1]ДонГТУ, г. Алчевск, u0502823920@yandex.ru
[2]ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Изучен характер распределения продуктов второй экспериментальной плавки преимущественно тетраэдритовых руд в плавильной чаше по примитивной технологии из Журавского месторождения Донбасса. Установлены условия, более благоприятные для металлургического передела, состав продуктов плавки. Умеренные температуры плавки (кремово-розовое пламя, температура около 1050–1150 °С) минимизируют потери серебра с возгонами. Выплавленные слитки разделились по химическому составу и внутренней структуре на четыре типа. Сосредоточение в медных слитках черновой плавки до 10 % Ag позволяет рассматривать их в качестве перспективного промежуточного продукта по выплавке серебра и меди. Корректировка металлургического процесса, применение последующих операций рафинирования и купелирования необходимы для выплавки меди и серебра.

Ключевые слова: металлопроизводство, эпоха бронзы, экспериментальная плавка, блеклая руда, серебряно-медная плавка

The character of products distribution of the second experimental mostly tetrahedrites ores smelting in the smelting bowl by the primitive technology from Zhuravsky deposit of Donbass has been studied. Conditions more favorable for metallurgical conversion, composition of smelting products are established. Moderate melting temperatures (cream-pink flame, temperature around 1050–1150 °C) minimize silver losses with volatiles. The melted beads were divided into four types based on their chemical composition and internal structure. The concentration of up to 10 % Ag in rough smelted copper ingots makes them a promising intermediate product for the smelting of silver and copper. Adjusting the metallurgical process and applying subsequent refining and cupellation operations are necessary for smelting copper and silver.

Keywords: metal production, Bronze Age, experimental melting, fahlore, silver-copper smelting

Блеклые руды были важным источником меди и серебра в древности (Bourgarit at al., 2003; Nezafati at al., 2023; Hubner, Strobl, 2023). При этом в районе Кабриэр (Южная Франция) в начале III тыс. до н.э. осуществлялась технология безшлаковой плавки, когда более легкоплавкие сульфосоли рудной шихты переходили в расплав, а её силикатная составляющая оставалась нерасплавленной (температура плавки до 1200 °С; Bourgarit at al., 2003). В то же время в центральном Иране (Арисман, Сиалк, Таппе Софалин) при металлургическом переделе в расплавленное состояние переходила и силикатная составляющая рудной шихты (температура плавки до 1400 °С; Nezafati at al., 2023).

На полиметаллических рудных объектах Нагольного кряжа Донбасса наиболее распространенными минералами сульфосолей являются бурнонит и блеклые руды, которые по внешним признакам трудно различимы. В предыдущей экспериментальной плавке в отобранном рудном концентрате резко преобладал бурнонит, силикатная матрица полностью переходила в расплавленное состояние (температура плавки 1400 °С и более; Шубин, Шумилов, 2025). Нынешняя плавка показала резкое преобладание блеклых руд в концентрате, что позволило существенно увеличить содержание серебра в выплавленных металлических продуктах. При этом силикатная часть рудной шихты расплавилось лишь частично (температура плавки около 1200°С).

Исследования вещественного состава рудного сырья, использованного в экспериментальной плавке, и продуктов его переработки выполнено в ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega3 (Чехия) с энергодисперсионным анализатором Oxford instruments X-Max (аналитик Е.М. Тропников).

В составе исходного рудного материала установлен бурнонит $PbCuSbS_3$ а также тетраэдрит $(Cu,Zn,Fe,Ag,As)_3SbS_3$, которые зачастую совместно участвуют в строении полиминеральных сростков наряду с галенитом, сфалеритом, пиритом, сидеритом, церусситом и кварцем. Содержание Ag в тетраэдрите (13 ан.) колеблется в диапазоне 1.73–4.86 вес. %.

Образцы отобранных руд дробились в яшмовой ступке небольшими порциями во избежание переизмельчения рудной шихты до размера в 3 мм для исключения выдувания рудного концентрата из плавильной чаши потоком нагнетаемого через сопло воздуха. Для отделения нерудного жильного материала раздробленный материал встряхивался, при этом нерудные минералы перемещались в верхнюю часть, после чего удалялись. Параметры печи и плавильной чаши такие же, как и в предыдущей плавке (Шубин, Шумилов, 2025). Значительная доля сульфидных фаз в продуктах предыдущих плавок вызвала необходимость увеличения предварительного окислительного обжига с 20 мин до 1 часа. Кроме того, в настоящем варианте плавки для снижения температуры металлургического процесса предпринято помещение раздробленного древесного угля только внутрь плавильной чаши. При этом пространство вокруг плавильной чаши не было заполнено древесным углем так, как это было ранее, расход древесного угля оказался в два раза меньшим, чем в предыдущей плавке (0.5 и 1 кг, соответственно). В итоге цвет пламени плавки был кремово-розовым (1050–1150 °С), не достигнув светло-желтого (выше 1450 °С), как было в предыдущей плавке. В результате силикатная матрица рудной загрузки была расплавлена незначительно, причем в них отмечен лишь начальный этап раскристаллизации кальциевых пироксенов. Глубина реакционной зоны взаимодействия расплава с материалом плавильной чаши в направлении дутья составила до 2.5 мм на площади диаметром 1.5 см.

Общий вес выплавленных металлических корольков около 0.5 г, среди них можно выделить: наиболее крупные корольки до 4 мм с красноватым медным цветом, некото-

Таблица. Результаты валовой оценки химического состава металлических корольков на площади 250 × 250 мкм

Тип корольк	Количество замеров	Средние содержания химических элементов, вес. %							
		O	S	Cu	As	Ag	Sb	Pb	Сумма
1	2	-	-	93.66	-	5.00	1.35	-	100.01
2а	4	-	0.13	87.40	0.20	9.70	3.52	-	100.75
2б	2	-	0.13	89.03	0.63	5.87	5.26	0.21	101.15
3	1	-	4.07	43.27	1.82	9.18	29.35	18.41	106.09
4	1	3.10	-	4.17	6.57	-	83.88	2.89	100.61

рые пустотелые; оранжевато-красноватые слитки угловато-округлой формы размером до 3 мм; золотистые светло-желтые округлые корольки размером до 1.5 мм.

Металлические корольки также разделились по химическому составу и внутренней структуре.

Корольки первой группы шарообразной и эллипсоидальной формы размером 1–2 мм. Основной их составляющей является Cu, примесями являются Ag (до 5.70 вес. %) и Sb (до 0.70 вес. %). В медной матрице равномерно рассеяны микроскопические (1–5 мкм) изометричные включения серебра и мягких окислов сурьмы. Валовая оценка состава корольков на площади 250 × 250 мкм показало содержание Ag 4.41–5.59 вес % (табл., королек 1).

Корольки второго типа (1–4 мм) сложены Cu с примесью Ag (2.73–4.99 вес. %) и Sb (0.46–8.40 вес. %). Включения серебра в первой разновидности корольков второго типа имеют червеобразную форму (1–25×1–5 мкм) и локализуются на границе ранее образованных кристаллов меди. Иногда помимо включений серебра в них установлены включения Cu_3Sb и поликомпонентные фазы на основе оксида сурьмы. Валовое содержание серебра на площади 250 × 250 мкм 8.17–10.96 вес % (см. табл., королек 2а).

Вторая разновидность корольков имеет угловатую форму и более низкое (1.00–4.31 вес. %) содержание Ag и широким диапазоном концентраций Sb (0.83–9.07 вес. %). Доля серебра включений других фаз едва достигает 50 %, оно обычно образует каймы вокруг фаз другого состава. Содержание Sb в Ag таких включений доходит до 5–7 вес. %. Отмечено повышенное содержание включений Cu_3Sb, а также наличие включений состава приблизительно $(Sb,Pb)_2O_3$. Общее содержание Ag по площади 250 × 250 мкм составило 3.40–8.35 вес % (см. табл., слиток 2б).

Матрица корольков третьего типа сложена ксеноморфными выделениями медно-сурьмяной фазы Cu_2Sb и Ag, содержащей до 13.95 вес. % Sb. Пространство между этими фазами заполняет свинец. Равномерно по объёму слитка распределены округлые (ликвационные) включения диаметром 1–20 мкм образования фазы, близкой халькозину Cu_2S. Общее содержание Ag в слитке по площади 250 × 250 мкм составляет (вес. %) 9.18, Sb – 29.35 и Pb – 18.41 (см. табл., королек 3).

Эллипсоидальные корольки четвёртого типа (0.0n мм) сложены металлической сурьмой с примесями As и Pb. Между кристаллами сурьмы расположены фазы Ag_3Sb, Cu_3As, Cu_2SbAs, PbS и Pb. Общее содержание Ag королька по площади 250 × 250 мкм оказалось за порогом чувствительности метода (см. табл., королек 4). Между этими включениями и силикатным шлаком отмечена зона, насыщенная расплавными включениями тетраэдрита, халькозина, галенита, сфалерита, а также металлическая сурьма и гидроксид железа. В первых трех диагностировано Ag. Гидроокислы железа содержат примеси Mn (около 1 вес. %) и Zn (около 12 вес. %).

Состав шлака очень вариабельный, металлические составляющие расплава тяготеют к донной части, а силикатные – к верхней. Придонная часть сложена ликваци-

онными фазами халькозина, галенита, сфалерита и тетраэдрита, местами сидеритом. Средняя область шлака сложена фазой Sb-Fe-O с флюидальной текстурой, с повышенными содержаниями Mg, Ca, Mn, Cu, Zn, As и Pb. Верхняя часть шлака сложена стекловатой массой на основе кремнекислоты с однородной текстурой, насыщенной Na, Mg, Al, K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Sb и Pb. В стекловатой основе равномерно распределены многочисленные ксеноморфные выделения оксида железа (примесь Zn до 10.30 вес. %), немногочисленные (около 10 %) ромбовидные включения кальциевого пироксена (до 25 мкм) и шарообразные капли меди (5–20 мкм). В составе последних отмечено (вес. %): Ag до 1.68, Sb до 0.94, Fe до 0.71, S до 0.88.

Таким образом, при небольшом объеме рудной загрузки (35 г) получено большое разнообразие продуктов плавки — типов металлических корольков, а также шлакового материала при неполной плавке силикатного материала рудной загрузки. Это, а также начало кристаллизации кальциевых пироксенов, свидетельствует о сравнительно низких температурах металлургического процесса при, в целом, невыдержанных условиях плавки. Последнее происходило вследствие того, что внешняя сторона плавильной чаши не прогревалась горящим древесным углем. Такой режим плавки представляется неэффективным (всего 0.5 г металлических слитков из 35 г рудной загрузки), хотя и позволяет существенно сэкономить древесный уголь. В то же время умеренные температуры плавки (кремово-розовое пламя, температура около 1050–1150 °C) минимизируют потери серебра с возгонами. Подобные условия плавки реализовывались на древних плавильнях района Кабриэр Южной Франции (Bourgarit at al., 2003).

Наличие расплавных сульфидных фаз в нижней шлаковой зоне свидетельствует о недостаточности одночасового окислительного обжига рудных минералов. В случае использования низкообогащенного рудного концентрата сульфосолей предполагается предварительная выплавка и обособление рудной части с последующим отделением её от нерасплавившейся силикатной части с повторной переплавкой. Плавка богатого рудного концентрата позволит получить слитки чернового металла, требующего последующего разделения и очистки. Полученные металлические корольки с содержанием Ag в 5–10 % вполне могли служить исходным полуфабрикатом для получения серебра и меди в древности. Для проведения последующего процесса купелирования (Craddock, 1995) предполагается добавление свинца.

Литература

Шубин, Ю.П., Шумилов, И.Х. (2025) Экспериментальная плавка сульфосолей Нагольно-Тарасовского рудного узла Донбасса. *Геоархеология и археологическая минералогия*. Миасс-Челябинск, ЮУрГГПУ, 138–142.

Bourgarit, D., Mille, B., Prange, M., Ambert, P. Hauptmann, A. (2003) Chalcolithic Fahlore Smelting at Cabrières: Reconstruction of Smelting Processes by Archaeometallurgical Finds. *Arhaemetallurgy in Europe*. Milano, 431–440.

Craddock P. (1995) Early Metal Mining and Production. Edinburgh: Edinburgh University Press, 363 p.

Hubner R., Strobl S. (2023) Considerations on Copper Smelting from Fahlores and the Metallurgy of Cu-As Bronzes. *Berg Huettenmaenn Monatsh,* 168(9), 434–444.

Nezafati N., Pernicka E., Helwing B., Hessary M. (2023) Polymetallic ore and simultaneous silver-copper production in the late chalcolitic-early bronze age of Central Iran. *Metalla* (Bochum). Sonderheft. *Archäometrire und Denkmalpflege*. Jahrestagung an den Reiss-Engelhorn-Museum, Mannheim, Germany, 12, 67–70.

Минералогические и химические особенности связанных с металлургией артефактов поселения эпохи поздней бронзы Коктас-1 (Северо-Восточный Казахстан)

Mineralogical and Chemical Characterization of Late Bronze Age metallurgical artifacts from Koktas-1, Eastern Kazakhstan

И.В. Мерц[1], Ю. Ара[2], М. Судзуки[3], Т. Канай[4], А. Фудзисава[4], В.К. Мерц[1], Д. Чон[5]
I. V. Mertz, Y. Ara, M. Suzuki, T. Kanai, A. Fujisawa, V. K. Mertz, J. Jeong
[1] Торайгыров университет, г. Павлодар
barnaulkz@mail.ru
[2] Университет Сока, г. Хачиодзи
[3] АО «Ниппон Стил Текнолоджи», г. Китакюсю
[4] Университет Тэйкё, г. Хачиодзи
[5] Университет Донъян, г. Дондучхон

В данной работе представлены результаты исследования минералогических и химических свойств минералов и шлаков, найденных на горно-металлургическом комплексе эпохи поздней бронзы Коктас-1. Памятник расположен на северо-востоке Казахского мелкосопочника в Майском районе Павлодарской области Республики Казахстан. В результате анализа, несмотря на различия в структуре исследованных образцов руды, все содержащиеся в них медные минералы были идентифицированы как малахит. Генезис этих образцов малахита был интерпретирован как связанный с медными месторождениями осадочного происхождения. Кроме этого, на памятнике часто встречается и азурит. Были зафиксированы случаи хранения руд в специальных ямах как внутри помещений, так и снаружи. Микроструктурный и химический анализы шлаков подтвердили факт проведения металлургической плавки с использованием окисленных медных руд в качестве основного сырья. Кроме того, было установлено наличие как минимум двух типов шлака: стекловатого с низким содержанием Fe и высоким содержанием Si, а также шлака с повышенным содержанием Fe и Ca, обеспечивавшего высокую эффективность извлечения меди. Залегание обоих типов шлака в пределах единого скопления без заметного хронологического разрыва может отражать технологические поиски или нестабильность производственных условий в древней металлургии меди.

Ключевые слова: Казахский мелкосопочник, поздний бронзовый век, выплавка окисленных медных руд, низкожелезистый стекловатый шлак, высокожелезистый шлак.

This paper presents the results of a study on the mineralogical and chemical properties of minerals and slags discovered at the Late Bronze Age mining and metallurgical complex of Koktas-1. The site is located in the northeastern Kazakh Uplands, within the Maysky District of the Pavlodar Region, Republic of Kazakhstan. As a result of the analysis, despite differences in the structure of the ore samples examined, all copper minerals contained in the samples were identified as malachite. The genesis of these malachite samples was interpreted as being associated with sedimentary copper deposits. Azurite is also commonly found at the site. Instances of ore storage in designated pits were recorded both inside and outside of rooms. Microstructural and chemical analyses of the slags confirmed that metallurgical smelting was conducted using oxidized copper ores as the primary raw material. Furthermore, the presence of at least two distinct slag types was established: a glassy type with low Fe and high Si content, and another with elevated Fe and Ca content that ensured high copper extraction efficiency. The occurrence of both slag types within a single context without any noticeable chronological gap may reflect technological experimentation or the instability of production conditions in ancient copper metallurgy.

Keywords: Kazakh Uplands, Late Bronze Age, smelting of oxidized copper ores, low-iron glassy slag, iron rich slag.

Поселение Коктас-1, расположено на северо-востоке Казахского мелкосопочника в 6 км к юго-востоку от озера Алкамерген в Майском районе Павлодарской области Республики Казахстан. Местность в районе памятника типичная для мелкосопочника – скалистые возвышенности, переходящие в равнины и котловины пересохших соленых озер. Памятник представляет собой горно-металлургический комплекс, находящийся на территории медного месторождения Коктас, включает в себя два поселения и ряд горных выработок эпохи поздней бронзы. Это месторождение известно с середины XIX века (Пазухин, 1926). В 2011 г. В. К. Мерц (Объединенный археологический исследовательский центр им. А. Х. Маргулана Торайгыров университета) обнаружил здесь керамику, шлак, а также костяные и каменные орудия горного дела (Мерц и др., 2024). Эти находки подтвердили предположение о том, что добыча руды и производство меди велись на данном месте в позднем бронзовом веке. С 2020 г. на памятнике проводятся исследования остатков жилищных сооружений с каменными конструкциями и межжилищного пространства. Как внутри, так и снаружи сооружений было обнаружено большое количество медной руды, шлаков, капли меди, а также металлургическая керамика. К сожалению, остатки самих медеплавильных печей пока не известны. Однако найденные артефакты указывают на существовании полного цикла производства на памятнике – от добычи и выплавки меди до изготовления бронзовых изделий. Археологические материалы в основном относятся к саргаринско-алексеевской культуре, но также присутствует андроноидный и «южный» компонент. Результаты AMS датирования показывают, что основной период функционирования памятника относится к XV – первой половине XIV в. до н. э. (Мерц и др., 2024; 荒 他 2026).

Помимо металлургических артефактов и бронзовых предметов, были найдены костяные скребки и пряслица, указывающие на обработку кожи и ткачество. Это позволяет предположить, что древнее население проживало тут постоянно, совмещая хозяйственную деятельность с добычей медной руды и металлургическим производством. В условиях ограниченного числа исследованных древних рудников эпохи бронзы в Казахстане данный памятник является одним из ключевых для понимания характера поселений при рудниках, а также процессов производства меди и бронзовых изделий в Центральном и Северо-Восточном Казахстана. В данной работе представлены первые результаты исследования минералогических и металлургических характеристик минералов и шлаков, обнаруженных в раскопе 1.

Рудное поле месторождения Коктас имеет протяженность около 1.2 × 0.1–0.2 км, прорезано 14 современными геологоразведочными траншеями длиной около 0.1–0.2 км, между которыми сохранились древние выработки эпохи поздней бронзы. Данный регион сложен осадочными породами (преимущественно красными песчаниками) с прослоями верхнедевонских известняков; при этом в одновременных отложениях отмечается присутствие медоносных осадочных пластов (Беспаев и др., 1996, с. 58–59; Cossette et. al., 2014, Fig. 2). Древние выработки представляют собой округлые ямы диметром 25–30 м и глубиной до 1.3 м с расположенными по контуру отвалами. Возле одной из таких выработок и траншеи были заложены три раскопа. В раскопе 1 (площадь 450 м²) исследовано жилище полуземляночного типа, состоящее из трех помещений (А, Б, В) соединенные между собой узкими коридорами. В культурном слое повсеместно встречаются, помимо керамики и костей животных куски руды, предположительно малахита и азурита. На уровне, близком к полу помещения «А» был обнаружен крупный кусок медной руды (размером 10×8 см и весом 590 гр.) (рис. 1.-1). Рудная составляющая представлена малахитом, нерудная – брекчированным кварцем. Результаты рентгеноструктурного анализа (XRD) также показали, что зеленый минерал является малахитом,

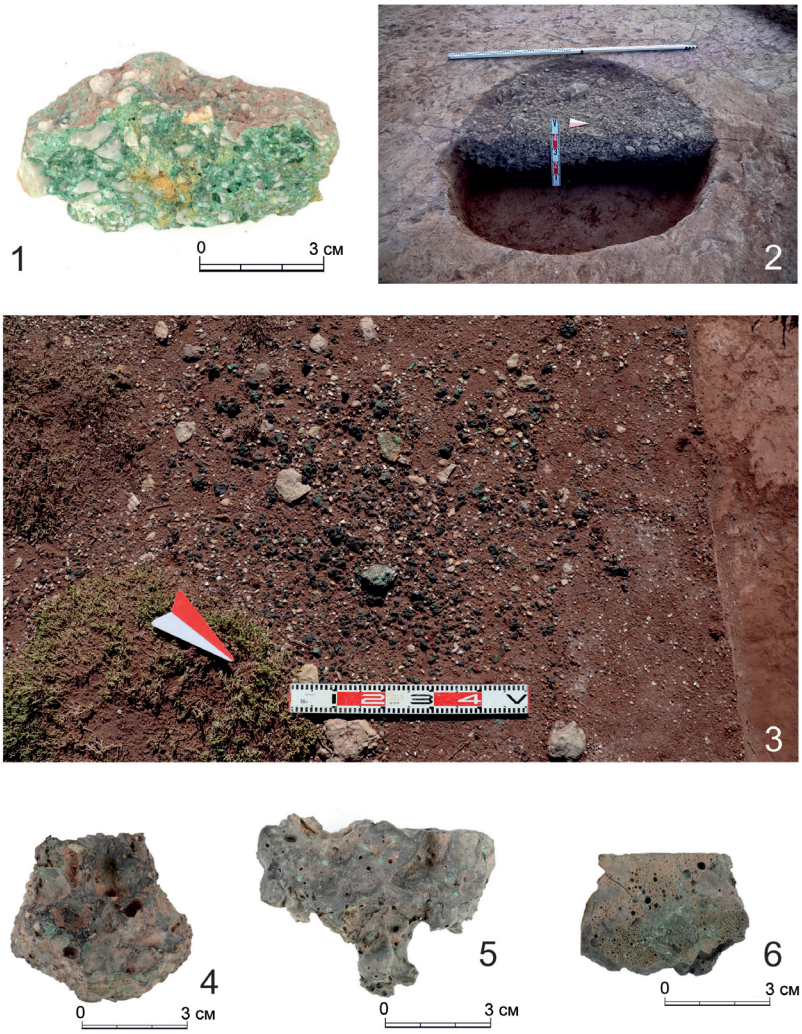


Рис. 1. Поселения Коктас 1 (раскоп 1): 1. – Малахит из помещения «А»; 2 – разрез ямы с рудой, расположенной к югу от помещения «В»; 3 – Скопление шлака в юго-западной части раскопа 1; 4 – Шлак KTS-1; 5 – Шлак KTS-3; 6 – Шлак KTS-2.

однако его петрографические характеристики коренным образом отличаются от руды, обнаруженной в яме-схроне. Можно предположить, что данная медная руда сформировалась в условиях медоносного осадочного месторождения, когда медь выщелачивалась из красных песчаников и других пород, содержащих железо и медь, относительно низкотемпературными солёными растворами, циркулировавшими в недрах. Затем в результате тектонического подъема в зоне поверхностного окисления сульфиды меди превращаются в малахит. Можно предположить, что подстилающая порода представляла собой пласт, содержащий брекчированный кварц, либо кварцевые жилы были раздроблены при тектонических движениях. В целом, происхождение брекчиевидного кварца пока не может быть установлено однозначно. На основании имеющихся на сегодняшний день данных, месторождение Коктас следует относить к медным месторождениям осадочного происхождения.

Примечательным объектом, расположенным в раскопе 1 к югу от помещения «В», является яма размером около 150 × 130 см, заполненная медной рудой. Большинство кусков руды имели размеры около 5–6 × 8–9 см. Общий вес всей руды в яме составил 584 кг. Зафиксированы два периода функционирования ямы, что указывает на многократность использования данных сооружений (рис. 1.–2). Анализ методом SEM-EDS зеленого участка одного из образцов не выявил содержания P, Si и Cl, что позволило исключить ряд минералов из зоны окисления месторождения и идентифицировать рудную составляющую как малахит. Исходя из размеров и формы кусков, можно предположить, что эта руда не была подготовлена к плавке, а яма служила временным хранилищем для добытой руды. Химический и минеральный состав матрицы будет уточнен в ходе дальнейших исследований, однако мелкий брекчированный кварц, подобный тому, что был обнаружен в малахите из помещения «А», не фиксируется. Иными словами, на поселении Коктас-1 присутствуют как минимум два типа малахитовых руд, различающиеся по структуре. На месторождении имелись все условия для формирования подобного малахита, поэтому вероятность того, что данная руда была преднамеренно привезена из другого месторождения, мала. Различия в структуре руды в зависимости от конкретного места добычи – вполне обычное явление даже в пределах одного и того же месторождения или для одного и того же типа руды.

На поселении Коктас-1 шлаки чаще всего встречаются в виде отдельных находок в культурном слое, однако в юго-западной части раскопа 1 на современной поверхности было зафиксировано скопление шлаков (рис. 1.–3). На участке размером около 80 × 80 см залегало 4.13 кг шлака. Из этой массы были отобраны 3 образца, давшие отклик на металлоискатель, которые получили обозначения KTS-1, KTS-2 и KTS-3 (рис. 1.-4-6). Все три образца были подвергнуты микроструктурному анализу и следующим видам анализа химического состава:

- Титриметрический (объемный) метод для определения общего железа ΣFe, металлического железа и закиси железа;

- Метод сжигания с объемным/кулонометрическим окончанием для определения углерода;

- Метод сжигания в токе кислорода с инфракрасной детекцией для определения серы;

- Метод оптической эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-ES) для определения основных металлов и других элементов.

Результаты микроструктурного анализа показали присутствие в образцах KTS-1–3 многочисленных мелких корольков (капель) металлической меди диаметром менее 1 мм. Наличие таких мелких металлических включений позволяет утверждать, что данные шлаки являются шлаками черновой выплавки, а не рафинирования. Медные корольки распределены локальными скоплениями. В относительно крупных корольках зафиксирована равноосная кристаллическая структура (α-фаза). Это свидетельствует о том, что выплавленная металлическая медь полностью расплавлялась и находилась в жидком состоянии перед затвердеванием, однако не слилась в единый слиток и осталась рассеянной в шлаке. Общей чертой всех трех образцов шлака является присутствие внутри медных корольков микроскопических серо-голубых включений сульфида меди. Однако при содержании в шлаке Cu от 6.63 % до 16.1 % содержание S остается на крайне низком уровне (0.05–0.12 %). Это указывает на то, что плавка проводилась не из сульфидных руд, а из окисленных медных руд, таких как малахит, с незначительной примесью сульфидных минералов, сопутствовавших им в зоне окисления месторождения. Данный вывод подтверждается и тем, что основной рудой, обнаруженной на памятнике, является малахит.

Рассматривая характеристики матрицы (основы) шлака, следует отметить, что у двух из трех образцов (KTS-1 и KTS-3) матрица представлена остеклованной фазой (аморфными силикатами). Доля оксидов железа в них низкая (ΣFe 7.34 % и 10.59 %). Высокое содержание SiO_2 49.50–53.09 % и Al_2O_3 6.58-7.01 % позволяет охарактеризовать этот шлак как продукт с высокой долей кварца или полевого шпата, сопутствующих медной руде, либо расплавленной глины стенок печи. Содержание Cu составляет 16.1 % в KTS-1 и 10.6 % в KTS-3. В отличие от них, третий образец (KTS-2) характеризуется относительно высоким содержанием оксидов железа (ΣFe 22.03 %). В нем зафиксированы магнетит и силикаты железа. Кроме того, отмечено повышенное содержание CaO – 6.29 %. Высокая концентрация этих компонентов указывает на то, что температура плавления шлака снижалась, а его текучесть улучшалась, что способствовало коагуляции и отделению капель металлической меди. Содержание меди (Cu) в этом образце составляет 6.63 %, что относительно ниже, чем в KTS-1 и KTS-3, и свидетельствует о более высокой эффективности извлечения меди.

Причиной сосуществования стекловатых шлаков с низким содержанием Fe (KTS-1, 3) и шлака с высоким содержанием Fe (KTS-2), по-видимому, являются различия в технологических параметрах плавки или составе загружаемой руды. Заслуживает внимания вопрос о том, обусловлены ли различия в составе шлаков из одного скопления (не имеющего заметного хронологического разрыва) технологическими поисками или же случайными колебаниями в ходе производственного процесса. На данный момент на памятнике не обнаружены бурый железняк (лимонит) или кальцитовые (известняковые) породы, поэтому пока невозможно однозначно судить о том, добавлялись ли флюсы намеренно в ходе плавки, сформировавшей шлак KTS-2. В настоящее время продолжается анализ руд, найденных на памятнике, что позволит в дальнейшем глубже осветить эти вопросы.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта МНВО РК ИРН AP26199457 «Поздний бронзовый век Казахстанского Прииртышья» и гранта JSPS KAKENHI (№: JP23K25414, JP24K04351).

Литература

Беспаев Х. А., Глоба В. А., Абишев В. М., Гуляева Н. Я. (1996) *Месторождения меди Казахстана. Алматы. Справочник.* Минеральные ресурсы Казахстана.

Мерц И. В., Горячев А. А., Мерц В. К., Варфоломеев В. В. (2024) Исследования поселения позднебронзового века Коктас-1 (по материалам раскопа № 3). *Культуры и цивилизации Центральной Азии от неолита до средневековья: Материалы международной научной конференции, посвященной 120-летию А. М. Беленицкого, 95-летию В. М. Массона и 100-летию Ю. А. Заднепровского (Санкт-Петербург, 5–8 ноября 2024 г.)* , СПб.: ИИМК РАН, 138–142.

Пазухин В. А. (1926) Металлургия в Киргизской степи: Монографический очерк. М.-Л.: Промиздат, 208 с.

Cossette P. M., Bookstrom A. A., Hayes T. S., Robinson G. R., Jr., Wallis J. C., and Zientek M. L. (2014) *Sandstone copper assessment of the Teniz Basin, Kazakhstan: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010–5090–R*. http://dx.doi.org/10.3133/sir20105090R

荒　友里子、イリヤ・メルツ、ヴィクトル・メルツ（2026）「カザフスタン東部コクタス遺跡の青銅製遺物について」『筑波大学　先史学・考古学研究』37、筑波大学人文社会科学研究科　歴史・人類学専攻、21–31

Изделия из цветного металла из раскопок Маркульского городища: диахронный срез

Non-ferrous metal artifacts from the excavations of the Markul settlement: diachronic overview

И.А. Сапрыкина, Г.В. Требелева
I.A. Saprykina, G.V. Trebeleva
Институт археологии РАН, г. Москва, trgv@mail.ru

Аналитическая выборка из раскопок Маркульского городища в 2023–2024 гг. датируется в широких хронологических пределах от V–III вв. до н.э. до периода Средневековья. Это позволяет наметить динамику изменений в номенклатуре металлов и сплавов цветного и драгоценного металла в диахронном разрезе. Для периода античности характерно доминирование сплавов на основе меди: CuSnPb, CuSn; присутствуют также сплавы на основе серебра и золота, в т.ч. высокопробные; «чистый» свинец. Для римского периода (II в. н.э.) основу выборки составляют сплавы с цинком (латуни, многокомпонентные сплавы), сплавы на основе серебра; большую долю также занимают тройная и оловянная бронзы (CuSnPb, CuSn). Выборка этого периода также содержит «чистую» медь, помимо свинца. В средневековье, в целом, сохраняется эта же динамика доминирования сплавов с цинком.

Ключевые слова: Колхида, Маркульское городище, цветные металлы, элементный анализ, безэталонный РФлА

The analytical sample from the excavations of the Markul hillfort in 2023–2024 is dated within a broad chronological range, from the 5th-3rd centuries BC to the Middle Ages. This provides to assume the dynamics of changes in the nomenclature of metals and alloys of non-ferrous and precious metals in a diachronic context. The period of antiquity is characterized by the dominance of Cu-based alloys: CuSnPb, CuSn; Ag- and Au-based alloys, including high-grade ones, and "pure" Pb are also present. For the Roman period (2nd century AD), the basis is various types of brass, including multi-component ones, and Ag-based alloys; triple and tin bronzes (CuSnPb, CuSn) also occupy a significant share. The sample from this period also contains "pure" Cu, in addition to Pb. In the Middle Ages, in general, the same dynamics of the dominance of zinc alloys continued.

Keywords: Colchis, Markul Hillfort, non-ferrous metals, elemental analysis, non-reference X-ray fluorescence analysis

Маркульское городище исследуется с 2014 г., и за это время накопилась определенная коллекция изделий из цветных металлов. Первая попытка обобщить результаты по исследованию данных предметов была предпринята нами в 2022 г. Было исследовано в общей сложности 27 предметов средневекового периода, 9 предметов римского времени и 12 предметов из подъемного материала (Требелева и др., 2024). Но с тех пор коллекция предметов значительно пополнилась, особенно предметами античного периода, что позволило посмотреть на динамику изменения состава сплавов цветного металла в диахронном разрезе.

Новая выборка была исследована на приборной базе ЦКП ИА РАН методом безэталонного РФлА на портативном спектрометре 5i Tracer (Bruker). Источник возбуждения: рентгеновская трубка (мощность 4 Вт) с зеркалом из Rh, напряжение: 6–50 кВ (анализ выполнялся при напряжении в 40 кВ), ток: 4.5–195 мкА, параметр автоматической подстройки напряжения и тока под режим работы. Время измерения составляло 30–60 сек.

Элементный анализ проводился методом фундаментальных параметров (FP), позволяющим получать воспроизводимые результаты (Heginbotham et al., 2010); этот метод также позволяет выявить общий элементный состав конкретно на площади про-

ведения анализа. В части исследуемой выборки, анализ проводился с использованием коллиматора 0.8 см, он выполнялся на 2–3 точках. Поверхность изделий из цветного металла предварительно очищалась механическим способом: очистка проводилась с помощью многофункционального инструмента Dremel 3000, в процессе которого снималась металлическая стружка до «чистого» металла. Изделия из драгоценного металла механической очистке не подвергались.

Однако, даже при механической очистке остаётся вопрос достоверности полученных данных: так, к примеру, на поверхности оловянных бронз часто образуется стабилизирующий слой, содержащий оксиды Cu и Sn, где содержание легирующего компонента превышает его содержание в сплаве; или под воздействием коррозионных процессов образуются обеднённые или обогащенные вторичные поверхностные слои и т.д. (Ениосова, Митоян, 2014; Pearce, 2018), которые не всегда возможно удалить. По результатам экспериментальных работ известно, что, к примеру, расчётная глубина проникновения рентгенофлуоресцентного излучения для Kα-линии в матрицу оловянной бронзы составляет ок. 25 мкм (Šatović et al., 2013), а для серебра и серебряных сплавов она может превышать 200 мкм (Mass, Matsen, 2012, p. 226). Соответственно, расчет данных по основным компонентам сплава (за исключением Pb и Au) по Kα-линиям может давать относительно достоверные данные по содержанию элементов, дополнительно к глубокой механической очистке поверхности металлического образца, и может быть использован для получения первичных данных о номенклатуре металлов и сплавов.

Полученные по разным точкам поверхности результаты суммировались и в итоговую таблицу вносились уже обобщенные данные (табл.).

Аналитическая выборка из Маркульского городища (раскопки 2023–2024 гг.) содержит предметы, датируемые, преимущественно, V–III вв. до н.э. (42 пр.) и II в. н.э. (31 пр.) и 5 предметов средневекового периода (см. табл.).

Период V–III вв. до н.э. демонстрирует присутствие следующих металлов и сплавов: тройная (CuSnPb) и оловянная (CuSn) бронзы, сплавы на основе серебра (AgCu; в т.ч., с позолотой) и золота (AuAgCu), «чистый» свинец (Pb) (рис., *1*). Оловянная бронза представлена двумя группами: низколегированной (Sn < 10 %; см. табл., № 25, 51, 56) и высоколегированной (Sn>10 %; 15 обр.) бронзами (Коновалов и др., 2008, с. 129, табл. 2.7); здесь нужно отметить общую загрязнённость сплава свинцом. Тройная бронза представлена, в основном, высоколегированным оловом сплавом, с относительно низким % содержанием свинца (CuSnPb; Sn 14.2–30.2 %, Pb 4.1–10.03 %). Также присутствуют предметы из сплава с сопоставимым содержанием легирующих компонентов (см. табл., № 15, 28), и предмет из низколегированной тройной бронзы (см. табл., № 39). Из такой тройной бронзы также оказался выполнен сосуд (см. табл., № 5), украшенный плакировкой из серебряных пластин, выполненных из высокопробного серебра (см. табл., № 2–4, 6, 10). Поверхность пластин дополнительно покрыта позолотой (см. табл., № 7–9, 11); следов присутствия ртути[1] на участках с позолотой не зафиксировано, можно предположить золочение по методу диффузии. Из низкопробного серебра были выполнены украшения: перстень с гравированным щитком (см. табл., № 22), серьги с привесками (см. табл., № 16, 18), выполненными из золота 800 пробы (см. табл., № 17, 19). В выборке также присутствуют золотой медальон (Au 840 пробы; см. табл., № 13) и подвеска из т.н. «чистого» золота (см. табл., № 14).

[1] Следы ртути на участках золочения анализом с помощью спектрометра 5i Tracer фиксируются достоверно.

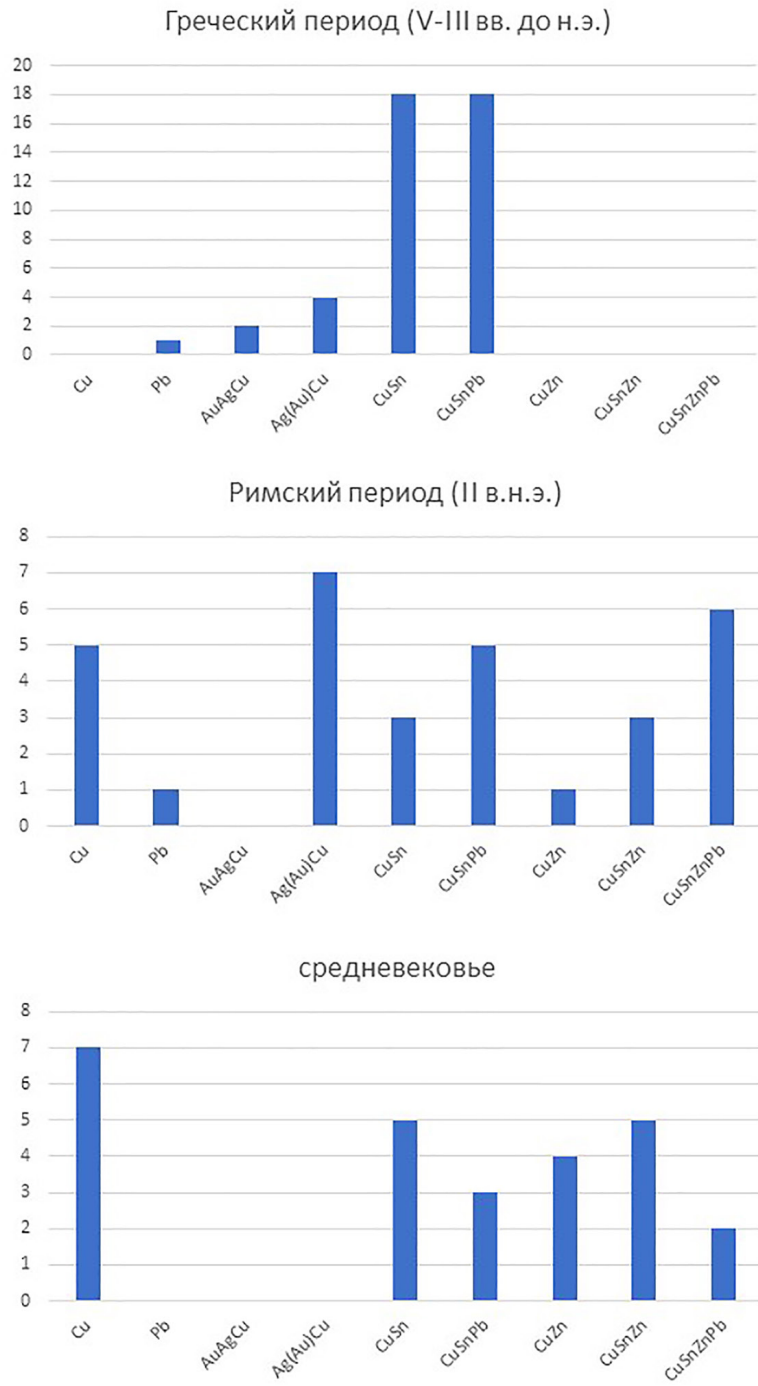


Рис. Номенклатура металлов и сплавов: 1. Греческий период (V–III вв. до н.э.), 2. Римский период (II в. н.э.), 3. Средневековье.

Таблица. Обобщённые результаты анализов выборки изделий из цветных металлов 2023–2025 гг. раскопок Маркульского городища

№№	Наименование	Дата	Прим.	Ag	Au	Pd	Cu	Fe	Pb	Sn	Zn	As	Sb	Mn	Ni	Te	Bi
1	Топор	VIII-VII вв до н.э.		0.04			96.51	0.06	0.37			2.83	0.1		0.05		0.04
2	Ручки сосуда с плакировкой	V-IV вв. до н.э.	№ 2	97.81			0.13	0.68	0.12			1.21		0.05			
3		V-IV вв. до н.э.	№ 3	94.5	1.82		0.14	1.72	0.12		0.01	1.69					
4		V-IV вв. до н.э.	№ 4	97.02			0.17	1.44				1.37					
5		V-IV вв. до н.э.	№ 5	10.94			64.37	0.78	13.52	10.04	0.35						
6		V-IV вв. до н.э.	№ 6	98.73			0.05					1.22					
7		V-IV вв. до н.э.	№ 6а	66.77	28.75		0.16	0.21		0.58	0.18	3.35					
8		V-IV вв. до н.э.	№ 7	26.76	71.91		0.001			1.33	0.001						
9		V-IV вв. до н.э.	№ 7а	91.48	6.33		0.07				0.04	2.08					
10		V-IV вв. до н.э.	№ 8	97.78	0.57		0.08				0.02	1.55					
11		V-IV вв. до н.э.	№ 8а	83.79	13.56		0.09	0.29			0.05	2.22					
12	Колокольчик с железным язычком	V в. до н.э.		0.32			40.42	2.63	16.61	37.83	0.02		2.15		0.02		
13	Медальон от ожерелья	V-III вв. до н.э.		11.61	83.59		1.37	3.26		0.15				0.02			
14	Подвеска амфориска	V-III вв. до н.э.		1.29	97.28		1.43										
15	Наконечник стрелы	V-III вв. до н.э.					65.65	0.34	18.77	15.24			0.001				
16	Серьга с привеской	V-III вв. до н.э.	дрот	57.86			36.15	4.41	0.81	0.68	0.07			0.01	0.01		
17		V-III вв. до н.э.	привеска	13	79.11		4.87	1.39			0.001		1.63				
18	Серьга с привеской	V-III вв. до н.э.	дрот	61.56			35.93	1.33	0.73		0.07	0.38					
19		V-III вв. до н.э.	привеска	13.42	79.98		3.72	2		0.52	0.001		0.18		0.001	0.18	
20	Каст со вставкой	V-III вв. до н.э.	основа	0.77			51.1	2.78	12.41	32.85	0.05		0.001	0.02	0.02		
21		V-III вв. до н.э.	каст	85.98	0.62		3.7	1.3	6.79	1.49			0.12				
22	Перстень с гравир.щитком	V-III вв. до н.э.		72.19	0.47		26.25		0.85		0.04	0.12					0.08
23	Колокольчик	V-III вв. до н.э.		0.17			81.93	0.1	0.84	16.53	0.001	0.28	0.15				
24	Пластина	V-III вв. до н.э.		0.22			0.86	6.99	90.24	1.29	0.02			0.38			
25	Тарелка	V-III вв. до н.э.		0.39			94.35	0.3	0.24	4.11	0.001	0.38	0.2		0.03		
26		V-III вв. до н.э.	заклепка					100									

Продолжение таблицы

№№	Наименование	Дата	Прим.	Ag	Au	Pd	Cu	Fe	Pb	Sn	Zn	As	Sb	Mn	Ni	Te	Bi
27	Браслета фр-т	V-III вв. до н.э.		0.37			65.9	0.26	2.05	30.01	0.07	0.58	0.76				
28	Браслет целый орнаментир.	V-III вв. до н.э.		0.32			77.02		10.04	10.9	0.06	0.89	0.77				
29	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.5			78.46	0.16	5.6	14.28	0.09	0.64	0.27				
30	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.12			73.949	0.24	3.83	20.67	0.001	0.96	0.23				
31	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.13			68.699	0.33	3.29	26.94	0.1	0.51	0.001				
32	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.17			75.639		6.85	17.12	0.22		0.001				
33	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.29			66.92	0.4	8.77	21.86	0.09	0.93	0.74				
34	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.17			74.06	0.78	3.53	20.99	0.09		0.38				
35	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.25			64.49	0.67	2.75	30.65	0.07	0.48	0.64				
36	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.36			63.25	0.24	2.33	32.34	0.09	0.47	0.92				
37	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.21			73.12		6.03	19.03	0.11	0.83	0.67				
38	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.38			82.169	0.21	3.96	12.36	0.001	0.42	0.46		0.04		
39	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.7			85.03		4.21	7.52	0.001	1.56	0.92		0.06		
40	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.21			71.499	0.09	2.79	24.33	0.001	0.66	0.4		0.02		
41	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.18			75.389	0.2	1.36	22.27	0.001	0.23	0.35		0.02		
42	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.28			68.55		8.4	21.38	0.19	0.66	0.54				
43	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.14			71.25	0.36	3.18	24.67	0.09		0.31				
44	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.23			67.16	0.39	6.08	25.36	0.09	0.36	0.33				
45	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.22			62.44	1.29	4.43	30.22	0.06	0.75	0.57		0.02		
46	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.4			69.12	0.3	10.03	18.65	0.07	0.51	0.92				
47	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.12			70.449	0.15	3.62	25.07	0.001	0.29	0.3				
48	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.11			76.879		4.1	17.2	0.09	1.62	0.001				
49	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.21			75.32	0.08	5.95	17.74	0.001	0.44	0.23		0.03		
50	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.18			77.67	0.08	2	19.35	0.001	0.36	0.33		0.04		
51	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.36			87.9		3.23	7.11	0.001	0.71	0.64		0.05		
52	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.17			74.41	0.22	5.9	18.47	0.1	0.39	0.34				
53	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.17			78.687	0.25	2.37	18.4	0.001	0.12	0.001		0.001		
54	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.06			83.39	0.17	3.96	11.51	0.001	0.6	0.27		0.04		
55	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.14			79.068	0.17	4.65	14.64	0.001	0.83	0.5		0.001		
56	Браслет	V-III вв. до н.э.		0.72			83.819	0.5	3.69	9.15	0.001	0.87	1.21		0.04		

Продолжение таблицы

№№	Наименование	Дата	Прим.	Ag	Au	Pd	Cu	Fe	Pb	Sn	Zn	As	Sb	Mn	Ni	Te	Bi
57	Булавки-шпильки	II в н.э.	пирамид.нав.	1.14			28.82	1.78	42.61	24.02	1.63						
58		II в н.э.	шишка	0.3			69.49	1.21	16.03	7.97	4.76		0.24				
59		II в н.э.	кругл.нав.	0.23			75.18	0.6	0.74	17.64	5.43	0.12	0.001		0.06		
60		II в н.э.	пирамид.нав.	0.88			44.86	2.53	24.24	26.65	0.8		0.001		0.04		
61		II в н.э.	грибовид.нав.	0.57			62.34	1.88	22.65	9.43	3.12		0.001	0.01			
62		II в н.э.	кругл.нав.	0.77			44.6	4.86	19.79	28.91	1.07		0.001				
63		II в н.э.	кругл.нав.	0.3			63.69	1.07	20.19	13.13	1.62		0.001				
64	Фр-т браслета с зернью	II в н.э.		74.69	4.91		12.37	6.93		0.74	0.25			0.02			0.09
65	Браслета фр-т	II в н.э.		95.48	0.58		3.53		0.4					0.01			
66	Браслета фр-т	II в н.э.					62.64	0.93	1.49	32.13	0.08	0.36	2.37				
67	Выплеск крупный	II в н.э.		0.1			95.55	2.67	0.22	1.09	0.001	0.22	0.15				
68	Крестовина	II в н.э.		1.1			51.55	0.16	42.92	4.06	0.04		0.17				
69	Пластина аморфная	II в н.э.		0.07			96.58	1.6	1.28	0.17	0.001	0.13	0.13		0.04		
70	Кольцо	II в н.э.	шинка	0.7			35.13	2.03	10.73	50.7	0.08		0.62	0.01			
71	Пластина изделия	II в н.э.		0.25			93.23	0.39	2.24		0.001	1.73	2.11		0.05		
72	Выплеск мелкий	II в н.э.					86.388	1.77	0.39	11.37	0.001	0.06	0.001		0.02		
73	Колокольчик с железным язычком	II в н.э.		0.07			75.67	0.62	3.54	18.77	0.001	1	0.33				
74	Браслета фр-т	II в н.э.		0.05			89.57	0.21	0.14	3.21	6.7	0.02	0.04		0.03		0.03
75	Бляшка	II в н.э.					0.2	0.6	97								2.2
76	Пластина	II в н.э.		0.04			99.63	0.05	0.12			0.06	0.05		0.02		0.03
77	Монета	II в н.э.		77.14			21	0.26	0.2	1.2	0.2						
78	Монета	II в н.э.		90.56	0.75		8.15		0.41		0.11				0.02		
79	Монета	II в н.э.		92.31			6.64		0.89		0.11						0.05
80	Монета	II в н.э.		88.68	0.54		9.89		0.5		0.13		0.26				
81	Фибула	II в н.э.		0.07			87.68	0.34	0.41	0.52	10.78	0.07	0.05		0.03		0.05
82	Перстень	II в н.э.		48			50	0.7	0.7	0.6							

Окончание таблицы

№№	Наименование	Дата	Прим.	Ag	Au	Pd	Cu	Fe	Pb	Sn	Zn	As	Sb	Mn	Ni	Te	Bi
83	Бусина	II в н.э.		0.23			73.53	0.22	0.89	24.75		0.1	0.18				0.1
84	Булавка	II в н.э.		0.23			65.06	0.35	6.56	25.75	1.92		0.001				0.13
85	Фибула	II в н.э.		0.08			98.87	0.37	0.14	0.33		0.06	0.1				0.05
86	Пряжка	II в н.э.		0.31			71.18	4.13	0.14	23.07	1.17						
87	Кольцо	II в н.э.		0.04			82.44	0.25	13.23	2.82		0.72	0.06				0.44
88	Проволока	Средневековье					98.98	0.6				0.05			0.37		
89	Пластина	Средневековье		0.05			98.78	0.19	0.23	0.6		0.03	0.07				0.05
90	Бусина	Средневековье		0.7			89.15	0.19	0.35	2.16	7.14	0.02	0.1		0.13		0.06
91	Проволока	Средневековье		0.31			90.81	0.17	0.13	0.55	7.84	0.02	0.11				0.06
92	Бубенчик	Средневековье		0.54			82.53	4.52	2.66	8.15	1.33						0.27

Выборка, датируемая II вв. н.э., демонстрирует характерную смену номенклатуры металлов и сплавов (рис., *2*): основу составляют цинкосодержащие сплавы (CuSnPbZn, CuSnZn, CuZn) и сплавы на основе серебра (AgCu; в т.ч., с позолотой), «чистая» медь (Cu); в небольшом количестве присутствуют тройные (CuSnPb) и оловянные (CuSn) бронзы, чистый свинец (Pb). Цинкосодержащие сплавы, в основном, представляют собой многократно переплавленный лом цветного металла (см. табл., № 57–59, 61-63, 74, 84, 86), из которого была отлита серия разнотипных булавок-шпилек; только одна фибула может быть отнесена к классическим для этого периода римским латуням (Zn 10.78 %; см. табл., № 81). Тройные бронзы (CuSnPb) относятся к высоколегированным свинцом и/или оловом (см. табл., № 60, 68, 70, 73, 87); оловянные бронзы (CuSn) относятся к высоколегированным (см. табл., № 66, 72, 83). Выборка также содержит относительно большое количество предметов из сплавов на основе серебра: прежде всего, это дидрахмы императора Адриана, чекан Кесарии Каппадокийской, выполненные из серебра 770, 880, 900, 920 проб (см. табл., № 77–80), а также ювелирные украшения, в т.ч. со следами золочения поверхности (см. табл., № 64–65). В целом, пробность драгоценного металла в выборке этого периода варьирует от 740 до 950.

В выборке присутствует также небольшой объем средневекового металла из раскопок храма: он представлен «чистой» медью (см. табл., № 88, 89), переплавленным многокомпонентным сплавом (CuSnPbZn; см. табл., № 92) и латунями (CuZnSn, CuZn) (Zn 7.14–7.84 %; табл., № 90, 91). Если обратиться к результатам анализа средневековых предметов, проведенным ранее (Требелева и др., 2024), и обобщённым данным (рис., *3*), то можно сказать, что ранее сделанный вывод о доминировании в средневековье т.н. «чистой» меди и латуни подтверждается.

Работа выполнена при поддержке РНФ в рамках проекта № 22-18-00466-П, https://rscf.ru/project/22-18-00466

Литература

Ениосова Н.В., Митоян Р.А. (2014) Рентгеноспектральный метод анализа археологического металла: преимущества, ограничения и ловушки в процессе измерения и интерпретации. *Труды IV (XX) Всерос. археологического съезда в Казани.* Т. IV. Казань: «Отечество», 143–146.

Коновалов А.А., Ениосова Н.В., Митоян Р.А., Сарачева Т.Г. (2008) Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху средневековья. М.: Вост. лит., 191 с.

Требелева Г.В., Сапрыкина И.А., Луньков В.Ю., Юрков Г.Ю. (2024) Анализ бронзовых изделий из раскопок Маркульского городища. *Достижения и перспективы изучения археологии Северного Кавказа в XX – первой четверти XXI века. Мат. Междунар. науч. конф. по археологии Северного Кавказа «XXXIII Крупновские чтения», посвящ. 120-летию со дня рождения Е.И. Крупнова.* М.: ИА РАН, 224–226.

Šatović D., Desnica V., Fazinić S. (2013) Use of portable X-ray fluorescence instrument for bulk alloy analysis on low corroded indoor bronzes. *Spectrochimica Acta,* B 89, 7–13.

Mass J., Matsen C. (2012) Quantitative non-destructive analysis of historic silver alloys: X-ray fluorescence approaches and challenges. *Handheld XRF for Art and Archaeology. Studies in Archaeological Sciences 3*. Leuven University Press, 215–248.

Heginbotham A., Bezur A., Bouchard M., Davis J.M., Eremin K., Frantz J.H., Glinsman L., Hayek L.-A., Hook D., Kantarelou V., Karydas A.G., Lee L., Mass J., Matsen C., McCarthy B., McGath M., Shugar A., Sirois J., Smith D., Speakman R.J. (2010) An evaluation of inter-laboratory reproducibility for quantitative XRF of historic copper alloys. *Metal International Conference on Metal Conservation*. Clemson University, 178–188.

Pearce M. (2018) The curse of the pXRF: the negative consequences of the popularity of Handheld XRF Analysis of copper-based metal artifacts. *Metalla*, 24.2, 81–85.

Опыт экспериментальной плавки железа сыродутным способом (по археологическим аналогиям средневекового Пермского Предуралья)

An experiment in iron smelting using the bloomery process (based on archaeological analogies from the Medieval Permian Cis-Urals)

А.Р. Смертин[1], М.В. Чирков[2]
A.R. Smertin, M.V. Chirkov
[1]Институт гуманитарных исследований ПФИЦ УрО РАН, г. Пермь, arsmertin@mail.ru
[2]Институт археологии РАН, г. Москва

Работа посвящена археологическому эксперименту по плавке железа сыродутным способом (по материалам металлургических комплексов Пермского Предуралья). Плавка осуществлялась в небольших наземных печах в форме усеченного конуса. Болотная руда могла служить реальным сырьем для металлургического процесса. Губчатые шлаки были пригодны для повторной переплавки. В качестве ошибок можно отметить несоблюдение нужного объёма в подаче кислорода и выбор размера печи. Эксперимент позволяет оживить древние процессы и сделать объект познания более понятным. Экспериментальное направление является весьма перспективным в археологической науке.

Ключевые слова: чёрная металлургия, сыродутный процесс, болотная руда, археологический эксперимент, Пермское Предуралье

The study is devoted to an archaeological experiment on the smelting of iron by the bloomery method (based on materials of metallurgical complexes from the Perm Pre-Urals). Melting was carried out in small ground furnaces in the form of a truncated cone. Swamp ore could serve as a real raw material for the metallurgical process. Sponge slags were suitable for remelting. Failure to provide the required amount of oxygen and to select the size of the furnace were mistakes. The experiment allows us to revive ancient processes and make the object of knowledge more understandable. This field is is very promising in archaeological science.

Keywords: iron metallurgy, bloomery process, swamp ore, archaeological experiment, Perm Pre-Urals

Чёрная металлургия Пермского Предуралья (верхнее и среднее течения р. Камы) в период Средневековья (ломоватовская и родановская археологические культуры VII–XV вв.) имела статус весьма развитого производства (Голдина и др., 1989, с. 104–106). Традиционно, основным сырьевым источником для плавки железа считается т.н. болотная руда – лимонит (осадочная группа низкоожелезненной руды) (Рыбаков, 1948, с. 39; Колчин, 1953, с. 37; Оборин и др., 2008, с. 10 и др.). Металлургический процесс реализовывался сыродутным способом в ямных, а чаще в наземных конусообразных глинобитных печах (Голдина и др., 1989, с. 104; Смертин, 2025, с. 344). В качестве топлива выступал древесный березово-сосновый уголь (Смертин и др., 2025).

В тонких местах научных теорий верифицировать археологические данные помогает археологический эксперимент (Коробкова и др., 1987, с. 37). По мнению авторов одного из первых металлургических экспериментов в России – Б.А. Колчина и О.Ю. Круг – эксперимент позволяет: оживить древние процессы, дать современную оценку технологиям; сопоставить эксперимент и древний процесс (Колчин и др., 196, с. 196–197). Подобные пробы не получили широкого развития в СНГ и применяются лишь отдельными учеными (Завьялов и др., 2023; Андреев, 2021, с. 184–194; Водясов, 2012, с. 17–18).

Моделирование сыродутного процесса впервые производится на материалах исследуемой территории. Нашими усилиями проведены два эксперимента с различной степенью оснащения. Авторы сознательно выборочно использовали современное оборудование, т.к. стремились получить конечный продукт плавки, а не рассчитать трудозатраты средневековых металлургов. Поэтому было решено упростить нагнетание воздуха.

Двумя экспериментами (рис.) проверялись гипотезы возможности использования болотной руды в качестве сырья и о многоступенчатой плавке железа.

Эксперимент 1

Опыт был произведен авторами в июле 2022 г. Для опытов была добыта болотная руда, образовавшаяся в виде линзы в затапливаемой пойме на берегу Чашкинского озера. Месторождение руды залегало на глубине -0.4 м, сразу под дерном и светло-серым подзолом (горизонтом вымывания). Руда была представлена отдельными комками разного размера. Через сито была отобрана наиболее крупная фракция. Основу составили фрагменты 1–10 мм. После добычи руда была раздроблена, промыта и высушена под воздействием атмосферы.

Руда была представлена рассыпчатой осадочной породой – лимонитом (бурый железняк), сцементированным на кремнеземе.

В качестве топлива использовался фабричный смешанный древесный уголь (береза и сосна). Естественным флюсом выступал кремнезем, который является естественной примесью в руде.



Рис. Экспериментальная плавка. I – месторождение болотной руды на берегу оз. Чашкинское; II – конкреция болотной руды; III – процесс плавки – интенсивное дутье; IV – процесс плавки – загрузка шихты (эксп. 2); V – результат плавки (1 – части горновой крицы ошлакованной, недовосстановленной – ан. 14070; 2 – руда ошлакованная невосстановленная).

Преобразование руды (обогащение) происходило 2 ч. в костре, после его прогорания руда стала рассыпчатой, частично обрела магнитные свойства, поменяла цвет с рыжего на темно-багровый. Сбор руды производился вместе с частью недогоревшего угля.

Сырьем для печи была выбрана илистая глина с примесью песка. Для увеличения жаростойкости стенок и снижения уровня влаги в глиняное тесто был добавлен шамот.

Печь строилась в соответствии с реконструированными объектами Предуралья. Она имела форму усеченного конуса высотой до 80 см, диаметр в основании – 80 см, в колошниковой части – 40 см, толщина стенок – 5–10 см, толщина дна – 8–10 см, отверстие для шлаковыпуска располагалось на дне с наклоном наружу, отверстие для поддува находилось выше дна на 10 см с наклоном внутрь. Внутренний объем печи составил около 0.2 м^3. Лепка конструкции производилась вокруг каркаса и заняла около 3 ч (без учета подготовки сырья). Просушка конструкции на воздухе составила 5 дней, после чего выполнялся обжиг печи в течение 40 мин.

Шихта была подготовлена из руды и угля в соотношении 1:1 по весу. Вес одной части составлял 1.5 кг.

В течение всего процесса поддув воздуха выполнялся при помощи электромотора мощностью 210 Вт, объем регулировался шаровым краном.

Металлургический процесс начался с прогрева печи сосновыми дровами и составлял 15 мин. После чего прогрев выполнялся на угле. Им печь была заполнена наполовину, а через 6 мин после разогрева – полностью.

После прогрева 5 порций шихты были загружены с интервалами 10, 10, 15, 29, 20 мин. В третьей порции было отмечено, что уголь прогорает не до конца, в связи с чем было решено увеличить порцию руды до 2:1 к углю. Четвертая и пятая порции были загружены с увеличенным интервалом в пропорции 1:1. После четвертой загрузки была попытка выпустить шлак, однако он не вытек.

На протяжении всего процесса после засыпки шихты ощущался отчетливый запах серы (селитры?) и фиксировалось прозрачное фиолетовое пламя.

После окончания процесса в основании печи было пробито отверстие для выема продукта. Наиболее крупные спекшиеся фрагменты были остужены в воде. Было обнаружено, что стенки печи прокалились изнутри на 3–4 см. Стекловидный шлак толстым слоем налип на стенку с соплом и не стек вниз. Вероятно, использование песка в качестве флюса не дало нужной текучести шлака. Продуктом процесса стали многочисленные кусочки стекловидного и губчатого железосодержащего шлака, несколько фрагментов невосстановленной руды. Железо было представлено губчатым образованием с отдельными железными корольками. Всего было отобрано порядка 100 г частиц с магнитными свойствами. От наиболее информативных фрагментов были отобраны по одному образцу для металлографического анализа.

Образец 1. При микроскопическом анализе были зафиксированы структуры феррита в стекловидной массе шлака, фаялит с дендритным вюститом. Железо представлено отдельными округлыми образованиями, его микротвердость высока и составляет 270 кг/мм^2, что может свидетельствовать о содержании фосфора – примеси болотной руды (Завьялов и др., 2023, с. 27). Таким образом, восстановление железа из руды не закончено и представлено лишь отдельными включениями в шлаке.

Образец 2. При микроскопическом анализе была зафиксирована структура фаялита и отдельные участки невосстановленной руды. Т.е. фрагмент руды принадлежал к одной из последних порций шихты и не успел восстановиться.

Вероятно, характер пламени над колошником мог свидетельствовать о преобладании окислительных процессов при плавке. Обилие кислорода не позволило обеспечить достаточную восстановительную атмосферу в печи.

Тем не менее, преобразование руды в железо было зафиксировано металлографически. Найденная болотная руда на берегу Чашкинского озера могла выступать в качестве исходного сырья для древних обществ. Получение железа могло происходить в конструктивно простых печах с искусственной подачей воздуха. Варка железа могла

производиться в два этапа. В ходе первого процесса на выходе получался шлак с большим количеством железа. В ходе повторного процесса могло получиться ковкое железо, что подтверждается аналогичными экспериментальными работами в Центральной России (Завьялов и др., 2024, с. 95).

Эксперимент 2

Опыт был произведен в июле 2023 г. В качестве руды был взят железистый шлак из раскопок городища Саламатово I. Шлак имел слабую магнитность, был расколот до фракции 1–5 мм. Топливо было использовано аналогичное первому эксперименту. В качестве флюса использовалась известь.

Печь была установлена на ровном месте, осыпанном песком. Сырьем для конструкции печи была выбрана глина. Тип печи был аналогичен первому эксперименту. Однако ее размеры и объем были меньшими. В высоту печь достигала 90 см, диаметр основания составлял 65 см, колошника – 20 см. Толщина конструкции в донной части достигала 10 см, в стенках – 2–8 см. Отверстие для шлаковыпуска и выема продукта было плотно прикрыто кирпичами из шамотной глины, но не замазывалось полностью. Отверстие для поддува имело диаметр 30 мм и входило в печь перпендикулярно на высоте 40 см. Таким образом, объем печи составил до 0.13 м^3. Лепка печи производилась вокруг жердевого каркаса и заняла около 2 ч. (без учета подготовки сырья). Просушка конструкции на воздухе составила 7 дней, после чего выполнялся равномерный обжиг печи в течение 1 ч.

Шихта была подготовлена из дробленого археологического шлака и угля в соотношении 1:1 по весу. Вес одной части составлял 1 кг. Дополнительно добавлялось 25 гр извести.

В течение всего процесса поддув воздуха выполнялся равномерно при помощи ручных мехов.

Металлургический процесс начался с прогрева печи сосновыми дровами и составлял 1 ч. После чего прогрев выполнялся на угле. Им печь была заполнена наполовину, а через 10 мин после разогрева – полностью. После окончания прогрева 6 порций шихты были загружены с интервалами 10, 10, 10, 10, 15, 25 мин. После последней загрузки металлургический процесс длился еще 30 мин. После засыпки второй порции было отмечено, что уголь прогорает не до конца, в связи с чем было решено уменьшить вес руды и угля до 500–600 г. Так как камера печи не была закрыта наглухо, отдельные маленькие струи шлака вытекали из груди печи.

В процессе плавки было отмечено слабое прохождение пламени через все слои шихты. После загрузки порции шихты появление огня над колошником удавалось достичь только через 3–4 мин.

После окончания процесса в основании печи была убрана задвижка. Было обнаружено, что продукт процесса формировался как на дне печи, так и в районе сопла. Выем содержимого производился из незакрытого основания. Застрявшие фрагменты изымались через колошник после его частичного разлома. Продуктом процесса выступал железистый шлак в стекловидной матрице, который плотно спекся в аморфные конгломераты. После первичного остужения и проковки отделилось большое количество стекловидного шлака, выделились плотные участки с металлом. Эти части обрели высокую магнитность, блеск и иные металлические свойства. При микроскопическом рассмотрении были зафиксированы отдельные ошлакованные корольки металла, представленные ферритом (аналогично эксперименту 1).

В качестве ошибок процесса можно назвать не до конца удачную конструкцию печи. Узкая шахта позволила сырью спечься в районе поддува до осаждения на дно

печи. В случае осаждения всей шихты на дно была вероятность получить более крупную крицу. Исследователи приходят к тому, что помимо всего прочего, удача сыродутного процесса зависит от опыта мастера-металлурга (Завьялов и др., 2023, с. 37).

Тем не менее, было установлено, что низкоожелезненная болотная руда могла являться реальным источником сырья; стекловидный шлак является конечным отходом производства, в то время как губчатый железный шлак может служить сырьем и идти на повторную переплавку. Вероятно, процесс восстановления руды в металл мог происходить за несколько процедур плавки. Кроме того, использование извести в качестве флюса позволило шлаку стать более жидкотекучим.

Важно признать, что результаты единичных опытов субъективны, не решают вопросов древней технологии, требуют перепроверки и наращивания серий новых опытов. Тем не менее, хотя бы единичные пробы позволяют оживить древние процессы и превратить их в объяснимые объекты для исследователя.

Литература

Андреев Д.В. (2021) Исследование эффективности сыродутного способа получения углеродистых сталей на территории современной Беларуси в доиндустриальный период. *Литье и металлургия*, 1, 100–105.

Водясов Е.В. (2012) Черная металлургия в Обь-Томском междуречье в эпоху средневековья: дис. к.и.н. Томск, 234 с.

Голдина Р.Д., Кананин В.А. (1989) Средневековые памятники верховьев Камы. Свердловск: УрГУ, 216 с.

Завьялов В.И., Терехова Н.Н., Щербаков В.Л. (2024) Металлургия и железообработка на сельских поселениях Древней Руси. М.: Таус, 216 с.

Завьялов В.И., Терехова Н.Н. (2023) Сыродутный процесс как основа древней металлургии. *Теория и практика археологических исследований*, 35(3), 23–41.

Колчин Б.А., Круг О.Ю. (1965) Физическое моделирование сыродутного процесса производства железа. *Археология и естественные науки*. М.: Наука, 1965, 196–216.

Колчин Б.А. (1953) Черная металлургия и металлообработка в древней Руси (домонгольский период). *Материалы и исследования по археологии СССР.* 32, М.: АН СССР, 259 с.

Коробкова Г.Ф. (1987) Хозяйственные комплексы ранних земледельческо-скотоводческих обществ юга СССР. Л.: Наука, 313 с.

Оборин В.А., Ленц Г.Т. (2008) Городище Анюшкар (по раскопкам 1951–1955, 1989–1991 гг.). *Вестник музея археологии и этнографии*, 2. Пермь: ПГПУ, 10–15.

Рыбаков Б.А. (1948) Ремесло древней Руси, 792 с.

Смертин А.Р. (2025) Средневековые металлургические сооружения бассейна р. Чусовой (к проблеме интерпретации). *Тр. VII (XXIII) Всерос. археологического съезда*. Красноярск: СФУ, 2, 343–346.

Смертин А.Р., Курунова Е.А., Каменщиков О.Ю., Мокрушин И.Г. (2025) Топливные ресурсы для черной металлургии Пермского Предуралья в средневековье (опыт определения древесного угля методом сканирующей электронной микроскопии*). Археология Евразийских степей*, 1, 303–314.

Результаты химического анализа средневековых железных изделий Прибайкалья

Results of chemical analysis of medieval iron products of the Baikal region

С.В. Снопков[1,2], С.А. Сасим[1]
S.V. Snopkov, S.A. Sasim
[1]Иркутский государственный университет, г. Иркутск, snopkov_serg@mail.ru
[2]Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск

В ходе исследований было проведено изучение химического состава железных изделий, обнаруженных в двух районах Прибайкалья (Приольхонье и Тункинской долине). Изучение химического состава металла выполнялось методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии. Сравнение состава металла изделий из Приольхонья и Тункинской котловины показало их незначительное расхождение. Было обнаружено, что поверхность украшений из железа ранее была покрыта слоем другого металла – серебра либо олова.

Ключевые слова: Прибайкалье, железные изделия, химический состав, металлическое покрытие украшений

The study was carried out on the chemical composition of iron products found in two regions of the Baikal region (Priolkhonye and Tunkinsky valley). The chemical composition of the metal was studied by X-ray fluorescence spectrometry. Comparison of the metal composition of products from the Olkhonye and Tunkinsky basins showed their slight discrepancy. It was found that the surface of iron jewelry was previously covered with a layer of another metal – silver or tin.

Keywords: Baikal region, iron products, chemical composition, metal coating of jewelry

В течение последних трех десятилетий в ходе геоархеологических исследований было установлено, что на территории юго-западного Прибайкалья в древности было широко развито железоделательное производство. Наиболее ранние железоделательные горны относятся к концу первого тысячелетия до н.э. (Снопков и др., 2019). В рамках этих исследований был проведен химический анализ металлургических шлаков и железных руд, который выявил разнообразие используемых железных руд и особенности технологии получения железа в различные исторические периоды (Снопков, 2017).

Целью данной работы было исследование химического состава железных изделий, обнаруженных на территории юго-западного Прибайкалья. Химический состав изделий определялся методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии, позволяющей проводить неразрушающий анализ артефактов. Для определения состава использовался настольный энергодисперсионный спектрометр CTX800 (Bruker, Германия). Рентгенофлуоресцентная спектрометрия позволяет проводить приближенно-количественный экспресс-анализ химического состава артефактов (Пашкова, 2021). Анализируемыми компонентами являлись Mg, Al, Si, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn. Остальные химические элементы встречаются в составе изделий в содержаниях сопоставимых с точностью измерений.

Для исследования использовались две коллекции железных изделий, собранных в 2008–2013 гг. в виде подъемного материала на средневековых стоянках в Приольхонье (западное побережье залива Малое море оз. Байкал) и Тункинской долине (юго-западное Прибайкалье). Возраст артефактов составляет приблизительно 700–1300 лет. Точное определение принадлежности изделий к археологическим культурам сделать сложно, т.к. период железного века в Прибайкалье характеризуется частой сменой культур и одновременным нахождением нескольких из них на одной территории (Харинский,

Таблица 1. Химический состав железных изделий

Химические элементы	Коллекция 1 (Приольхонье)		Коллекция 2 (Тункинская долина)	
	Диапазон изменений, %	X, %	Диапазон изменений, %	X, %
Fe	83.96–97.71	91.72	85.17–97.58	92.24
Si	1.26–11.78	5.03	1.41–11.71	5.73
Al	0.00–2.92	0.89	0.00–1.52	0.72
Mg	0.00–1.16	0.52	0.00–0.98	0.33
Co	0.21–0.51	0.31	0.12–0.40	0.26
Mn	0.04–0.25	0.12	0.02–0.43	0.10
Cr	0.07–0.10	0.08	0.06–0.16	0.09
Cu	0.00–0.35	0.08	0.03–0.35	0.09
Ti	0.00–0.29	0.06	0.00–0.19	0.02
Zn	0.01–0.03	0.02	0.00–0.04	0.01
Сумма	97.1–99.67	99.07	98.87–99.92	99.59

Примечание: компоненты размещены в таблице в порядке уменьшения их содержания.

2001). Коллекция из Приольхонья включала 7 артефактов, коллекция из Тункинской долины – 18.

Размер изделий составлял от 1 до 6 см, толщина – до 3 мм. Образцы измерялись с двух сторон, по 2–3 измерения с каждой стороны. Для анализа результатов были рассчитаны средние значения (X) и стандартные отклонения (S) по каждому анализируемому параметру отдельно для каждой коллекции, а также коэффициенты взаимной корреляции параметров – R_{xy}. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Состав материала в обеих коллекциях соответствует железу получаемому сыродутным способом: Fe – около 92 %, Si и Al – около 6 %. Последние являются компонентами железосиликатного шлака, который остается между зернами железа при проковке крицы. Коэффициент корреляции Si и Al в материале составляет 0.99 и 0.86, соответственно, для коллекций 1 и 2 (пороговые значения коэффициента корреляции при доверительной вероятности 0.95 составляют 0.58 и 0.42, соответственно.) Коэффициент корреляции содержаний Si и Fe в артефактах показывает значимую обратную зависимость: -0.98 и -0.99, соответственно, для коллекций 1 и 2.

Из остальных химических элементов лишь у Ti наблюдается значимая обратная корреляция с содержанием Fe (-0.65 и -0.47, соответственно, 1 и 2 коллекций). Для остальных элементов статистической связи между содержанием железа и шлаков не проявляется.

При сравнении химического состава изделий двух коллекций было обнаружено, что для изделий с Приольхонья характерны повышенные содержанияMg, Co и Ti по сравнению с артефактами из Тункинской долины.

Интересным результатам определения химического состава изделий стало обнаружение серебряного и оловянного покрытия на железных украшениях (табл. 2).

Все железные украшения в обеих коллекциях имеют следы покрытия, из них только на пластинке № 7 визуально можно наблюдать орнамент, выполненный серебром. На остальных украшениях невооруженным глазом рассмотреть следы покрытия невозможно.

Покрытие железных предметов выполнялось, преимущественно, серебром с добавками меди и олова. Причем содержание последних варьирует от 0 до 20 %. Покрытие

Таблица 2. Состав покрытия железных изделий

№	Описание	Cu, %	Ag, %	Sn, %
Приольхонье				
1	Бляшка, внешняя сторона	41.9	44.3	13.8
	внутренняя сторона	7.3	–	92.7
2	Бляшка, внешняя сторона	9.3	82.6	8.1
	внутренняя сторона	11.1	81.5	7.2
3	Бляшка, внешняя сторона	3.3	96.7	–
4	Орнаментированная пластина, внешняя сторона	19.6	73.6	6.8
Тункинская долина				
5	Бляшка в виде цветочка, внешняя сторона	20.8	79.2	–
6	Бляшка в виде цветочка, внешняя сторона	–	9.1	90.9
	внутренняя сторона	–	5.6	93.9
7	Орнаментированная пластина, внешняя сторона	1.3	98.7	–

Примечание: 1) в таблице приведены только те измерения, в которых были обнаружены содержание меди, серебра и олова значительно превышающие фоновые значения этих элементов в железных изделиях; 2) указаны процентные соотношения металлов в составе покрытия на поверхности железного изделия

трех железных украшений (3, 5, 7), кроме серебра, содержит медь; у двух – в серебре присутствует и медь, и олово (2, 4). Две железных бляшки (1 и 6) были покрыты оловом с небольшой примесью серебра. Интересно то, что из 7 украшений 3 были покрыты блестящим металлом с обеих сторон. Если украшения 2 и 6 имели одно и то же металлическое покрытие для обеих сторон (серебряное и оловянное, соответственно), то бляшка № 1 имеет оригинальное покрытие: внутренняя сторона – преимущественно оловянная, внешняя – преимущественно серебряно-медная.

Таким образом, изучение химического состава железных изделий юго-западного Прибайкалья показали, что:

1) Артефакты с двух районов Прибайкалья (Приольхонья и Тункинской долины) имеют близкий состав, характерный для сыродутного железа. Железные изделия с Приольхонья имеют повышенные содержания Mg, Co и Ti по сравнению с артефактами из Тункинской долины.

2) Все артефакты, являющиеся украшениями, содержат следы серебряно-оловянно-медного покрытия. Причем способы изготовления покрытия отличались большим разнообразием. Сравнение способов покрытия железных изделий в двух районах Прибайкалья не обнаружило характерных особенностей.

Литература

Пашкова Г.В. (2021) Сравнительный анализ методик рентгенофлуоресцентного определения элементного состава археологической керамики из малых навесок. *Аналитика и контроль*, 25(1), 20–23.

Снопков С.В. (2017) Особенности технологии получения железа в Прибайкалье по результатам исследования древних железосиликатных шлаков. *Геоархеология и археологическая минералогия*. Миасс: ИМин УрО РАН, 154–157.

Снопков С.В., Харинский А.В. (2019) Приольхонский горно-металлургический район. *Геоархеология и археологическая минералогия*. Миасс-Екатеринбург: ООО «ФортДиалог-Исеть», 109–115.

Харинский А.В. (2001) Предбайкалье в конце I тыс. до н.э. – середине II тыс. н.э.: генезис культур и их периодизация. Иркутск: ИРГТУ, 199 с.

Состав металла котлов раннего железного века с территории лесостепного Притоболья

The metal composition of the Early Iron Age cauldrons from the forest-steppe Tobol region

Е.А. Рябинина[1], М.Н. Анкушев[2], М.А. Рассомахин[2], П.В. Хворов[2], И.К. Новиков[1], Д.Н. Маслюженко[1]
E.A. Ryabinina, M.N. Ankushev, M.A. Rassomakhin, P.V. Khvorov, I.K. Novikov, D.N. Maslyuzhenko

[1] Курганский государственный университет, г. Курган, novikov2479@mail.ru
[2] Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс

В статье рассматриваются находки литых бронзовых и медных котлов эпохи раннего железного века и гуннского периода, обнаруженные на территории Шадринского района Курганской области. Приведены описание котлов и состав металла, из которого они сделаны. Установлено, что для изготовления котлов № 1–3, соотносимых с гуннским периодом (IV–V вв. н.э.) использовалась Pb-Sn бронза. Котлы № 4 и 5, датируемые V-III вв. до н.э., изготовлены из меди с малым количеством включений.

Ключевые слова: котлы, ранний железный век, гуннский период, лесостепное Притоболье

The article examines finds of cast bronze and copper cauldrons from the Early Iron Age and the Hunnic period, discovered in the Shadrinsk district of the Kurgan region. Descriptions of the cauldrons and the composition of the metal they are made of are provided. It has been established that Pb-Sn bronze was used in the manufacture of cauldrons Nos. 1–3, which date back to the Hunnic period (4th–5th centuries CE). Cauldrons Nos. 4 and 5, dating from the 5th-3rd centuries BC, are made of copper with a small number of inclusions.

Keywords: cauldrons, Early Iron Age, Hunnic period, Tobol forest-steppe region

Литые котлы являются редкой находкой на территории лесостепного Притоболья (территория современной Курганской области). Каждая находка, включая фрагменты, подвергается каталогизации (Демиденко, 2008; Любчанский, 2025; Рябинина, 2016). Находки котлов часто бывают случайными или исследуются дистанционно, в силу различных причин, что зачастую создает пробел в области технологии изготовления и состава металла, из которого они сделаны.

В данной работе рассматривается состав металла пяти котлов, три из которых составляют единый комплекс. Весной 2025 года сотрудниками правоохранительных органов в ходе оперативной работы были конфискованы три котла, найденные в одной локации. В процессе работы выяснилось, что всего в данном комплексе было пять котлов, но два впоследствии были утрачены.

Для проведения первичной экспертизы три котла были переданы в учебно-исследовательскую археологическую лабораторию Курганского государственного университета. В месте предполагаемого обнаружения котлов в окрестностях деревни Плоская Шадринского района Курганской области была проведена археологическая разведка, в результате которой удалось локализовать яму, в которой находились крупные предметы из цветного металла. В яме обнаружен грунт с медной минерализацией и многочисленные фрагменты бересты, в том числе с перфорацией.

Котел № 1. Общая высота (с ручками) 71 см, без ручек 58.2 см, диаметр 40 см, высота поддона 10 см, диаметр поддона (внизу) 20 см, у дна котла 10 см, ширина венчика 1.5–2 см, вес 24.1 кг. Котел литой, с дополнительно отлитым сплошным воронковидным поддоном. Судя по следам литейных швов, котел отливали в двухстворчатой форме, как и остальные два в этом комплексе. Тулово цилиндрической формы, без расширения, с округлым дном и плоским, прямым венчиком, с прямоугольными рамкообразными вертикальными ручками. Ручки украшены тремя плоскими грибовидными выступами, аналогичные выступы высотой до 5.5 см расположены по обеим сторонам от каждой ручки. На лицевой части котла внутренние плоскости ручек, включая грибовидные элементы, заполнены линиями и скоплениями из сосцевидных выступов высотой до 0.5 см. Под венчиком котла проходит орнамент в виде «бахромы» – вертикальных рельефных линий, на окончании которых находятся сосцевидные выступы. Верхняя часть котла отделена горизонтальной рельефной линией, ниже которой рельефными линиями поверхность тулова котла разделяется на 4 плоскости П-образными фигурами. В верхней части каждого поля также проходит горизонтальная полоса орнамента в виде «бахромы». Между плоскостями котла расположены вертикальные полосы под ручками и по бокам котла, которые заполнены орнаментом в виде «бахромы», линии орнамента имеют форму сужающейся ко дну «елочки» с сосцевидными выступами по краям.

Котел № 2. Общая высота (с ручками) 67 см, без ручек 53 см, диаметр 38 см, высота поддона 10 см, диаметр поддона (внизу) 20 см, у дна 10 см, ширина венчика 1.5–2 см, примерный вес 18.9 кг. Котел литой, с дополнительно отлитым сплошным воронковидным поддоном. В целом за исключением оформления ручек и верхней части котла, орнамент и его расположение практически идентичные котлу № 1. Внешний и внутренний край прямоугольных рамкообразных вертикальных ручек оконтурены рельефным ребром, которое продолжается на верхнюю часть котла. Ручки украшены тремя плоскими вертикальными закругленными выступами, такие же выступы высотой до 6.3 см и шириной до 3.5 см. расположены по четыре между ручками, по периметру всего венчика, образуя вместе с ручками своеобразную «корону».

Наиболее близкими по орнаментации тулова являются котел из с. Липнягово Каргапольского района Курганской области и котел, найденный у Татарского Сунчелеево в Татарстане (Любчанский И.Э., 2025, с. 57, рис. 5–10, 15), а также котел из Сыктывкара (Боковенко, Засецкая, 1993, рис. 7 -34). Они датируются концом IV–V вв. н.э. Особенностью котла № 1 являются плоские грибовидные выступы на ручках и по обеим сторонам, орнаментированные выступами. Возможным близким аналогом таких выступов с орнаментом являются аналогичные элементы у котла, обнаруженного на Цимлянском водохранилище, также датируемого V в. н.э. (Круглов Е.В., 2020, с. 172–173). Особенностью котла № 2 является оформление верхней части ручек и венчика. Подобное оформление у иных котлов на сегодняшний момент неизвестно, что делает данный котел уникальным.

Котел № 3. Общая высота (с ручками) 46 см, без ручек 38.5 см, диаметр 27.5 см, высота поддона 6.5-7 см, диаметр поддона (внизу) 14.5 см, у дна 9 см, примерный вес 11.1 кг. Котел литой, с дополнительно отлитым сплошным воронковидным поддоном. В отличии от котлов № 1 и 2 литейные швы на поддоне не совпадают со швами на тулове котла, что может свидетельствовать о том, что поддон доделывали гораздо позже или сместили при ремонте. Тулово цилиндрической формы, с округлым дном и воронкообразным расширением верхней части тулова, образующим уступ на внутренней стороне котла. Венчик округлый, скошенный вовнутрь, образующим дополнительный уступ на внутренней стороне. Ручки котла вертикальные прямоугольные, чуть согнутые вовнутрь, рамкообразные с объемными вертикальными грибовидными выступами по

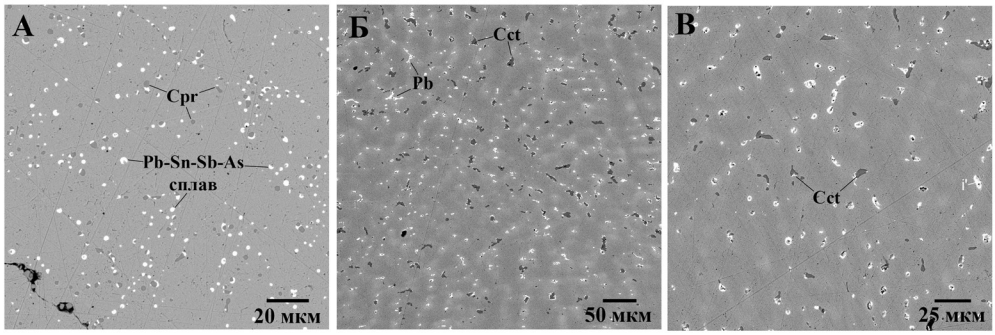


Рис. 1. Микроструктуры металлических котлов. А – котел 1; Б – котел 2; В – котел 3. Обозначения минералов: Cpr – куприт, Cct – халькозин. Фото в отраженных электронах.

три на каждой ручке. Аналогичные выступы находятся по одному с каждой стороны от ручек. Внешний и внутренний край ручек, оконтурены рельефным ребром, которое продолжается на верхнюю часть котла, также рельефное ребро проходит по центральной части лицевой стороны ручек и по центру боковых выступов. Верхняя часть котла под венчиком отделена горизонтальной рельефной линией, другая линия проходит ниже по основанию расширения. Ниже, поверхность тулова котла рельефными линиями разделяется на 4 плоскости П-образными фигурами. Судя по всему, котел активно использовался, о чем свидетельствуют следы нагара и ремонта.

Наиболее близкими аналогами являются котел из с. Ивановское Ростовской области, котел из Ионешти (Румыния) (Боковенко, Засецкая, 1993, рис. 7, - 38,40), а также котел из музея Урумчи (Синцзян) (Любчанский, 2025, с.57, рис. 5-19). Они датируются в пределах IV-V вв. н.э.

Найденные котлы относятся к так называемому «гуннскому типу» литых котлов, который был характерен как для самих гуннов, так и для племен, которые вошли в их состав в период миграции на запад из Монголии к границам Римской империи. Ранее котлы гуннского типа и их фрагменты находили на территории Среднего Притоболья и примыкающего к нему Приисетья (Рябинина, 2016, с.74; Боталов, 2008, рис. 9–7). Однако такая концентрация котлов в одном месте представляется уникальной не только в данном регионе, но и в целом в археологии этого времени.

Котел № 4 происходит из погребения № 1 кургана № 5 курганного могильника Озерный -1, расположенного на юге Звериноголовского района Курганской области и исследованного экспедицией КГУ под руководством С.Н. Шилова в 2006 г.

Котел обнаружен в северо-западной части небольшого погребения, вплотную к западной стенке. По-видимому, изначально располагался вертикально на уступе под накатником, но под давлением земли и проседанием накатника накренился устьем на восток, в результате чего часть накатника оказалась внутри котла. В погребении зафиксированы только мелкие фрагменты костей животного, вероятно, мелкого рогатого скота (?). Четко определимых человеческих останков и другого инвентаря в погребении не обнаружено. Погребение относится к периоду раннего железного века, оно было впущено в курган эпохи бронзового века, прорезав при этом слой кострища предыдущей эпохи.

Котел небольших размеров, литой с полусферическим туловом и сужающимися к устью стенками, на воронковидном поддоне с расширенной нижней частью, с плоским венчиком, оттянутым наружу и скошенным вовнутрь, с двумя ручками петельками под венчиком. Ручки приливались к тулову отдельно. Дно, судя по всему, было изготовлено

отдельно от тулова. Не орнаментирован. Котел хорошей сохранности, но деформирован в древности, поддон сильно смят на сторону, в результате чего повреждено дно. На внутренней поверхности – следы тонких царапин. Размеры: общая изначальная высота – около 23 см, диаметр тулова – около 19 см, высота поддона – 6.5–7 см.

По форме тулова и поддона его можно отнести к типу VI по С.В. Демиденко (котлы, имеющие полусферическое тулово с сужающимися к устью стенками на воронковидном поддоне) (Демиденко, 2008, с. 17). Кроме того, судя по описанию, аналогичный котел был найден в конце XIX века в Сургутском округе и возле деревни Ключевская Курганского округа (№ 609 и № 607 по Н.А. Лыткину) (Лыткин, 1890, с. 12).

Датировку котла затрудняет отсутствие сопутствующего инвентаря. Вместе с тем, инвентарь других впускных погребений раннего железного века данного кургана также дает размытую датировку в рамках V-III вв. до н.э.

Котел № 5 обнаружен в 2015 году местными жителями возле деревни Духовка Шатровского района Курганской области, на распашке, и передан в археологическую лабораторию КГУ. Вместе с котлом, по свидетельству очевидцев, были найдены бронзовые втульчатые наконечники стрел (к сожалению, утраченные). В окрестностях местонахождения котла обнаружено скопление небольших курганов, которые могут быть соотнесены с курганной группой Духовка II. Памятник не датирован, но при распашке в 1960-е годы были обнаружены каменные изделия – плиты подквадратной формы, одна из которых была с изображение головы барана (Археологическая карта, 1993, с. 254). Судя по месту обнаружения и сопутствующим находкам, котел происходит из разрушенного погребения раннего железного века. Котел плохой сохранности, половина тулова отсутствует. Тем не менее, его форма полностью восстанавливается.

Котел небольших размеров, по форме, скорее всего, полностью аналогичен предыдущему – форма тулова, поддона, венчика, ручек (отличаются только пропорции). Интерес представляет то, что, судя по литейным следам на котлах № 1 и 2, у них был одинаковый способ отливки - формирование поддона и ручек-петелек, что, скорее всего, в отсутствии аналогов говорит об общей датировке. Размеры: общая высота – 15 см, диаметр тулова – около 14 см, высота поддона – 4 см.

Состав металла котлов был исследован в ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН. Предварительный рентгенофлуоресцентый анализ выполнен с помощью портативного спектрометра INNOV-X α 400 (режим Process Analytical), съемка проводилась по патинированной поверхности, на разных участках котлов: тулово, ручка, поддон и пр. Цель серийных замеров – установить закономерность и однородность состава металла для последующего сравнения.

Также от ручек и поддонов котлов с помощью ювелирного лобзика отбирались микрочастицы металла, которые помещались в эпоксидную смолу и полировались. Состав металла определен на сканирующем электронном микроскопе Tescan VEGA 3 sbu (ускоряющее напряжение 20 кВ, живое время 120 с, поглощенный ток на эталоне Co около 260 pA). Минеральные и металлические включения анализировались точечно. Для характеристики общего состава металлического изделия снимался общий спектр по растру площадью 1 ± 0.1 мм^2.

По результатам РФА, котлы № 1 и 2 изготовлены из Pb-Sn бронзы, котел № 3 – из Pb-Sn бронзы с примесями Sb и As, котлы № 4 и 5 – из меди. Эти данные подтверждаются анализами полированных микрочастиц металла на СЭМ-ЭДС (табл. 1). Фото микроструктур котлов показывает значительную разницу при изготовлении изделий, и, возможно, выборе сырья (рис. 1). В котле № 1 широко развиты включения куприта, в котлах № 2 и 3 – сульфидов, котлы № 4 и 5 практически не содержат включений.

Таблица 1. Состав фрагментов металлических котлов по данным СЭМ-ЭДС, мас. %

Предмет и место анализа	Cu	Sn	Pb	Fe	Sb	S	O	Минеральные и металлические включения
Котел № 1, ручка	98.3	0.6	1.1	–	–	–	–	Халькозин, свинец
Котел № 1, поддон	98.9	–	1.1	–	–	–	–	Куприт, Pb-Sn-Sb-As сплав
Котел № 2, ручка	94.1	3.0	2.2	0.2	–	0.5	–	Халькозин, свинец
Котел № 2, поддон	96.7	2.7	0.6	–	–	–	–	–
Котел № 3, ручка	97.0	1.0	2.0	–	–	–	–	Халькозин
Котел № 3, поддон	95.5	1.2	1.8	–	0.6	–	0.8	Свинец
Котел № 4, венчик	100.0	–	–	–	–	–	–	–
Котел № 4, поддон	100.0	–	–	–	–	–	–	–
Котел № 5, тулово	100.0	–	–	–	–	–	–	Pb-Sb-As сплав

Примечание: сумма приведена к 100 %; прочерк – не обнаружено.

При этом, серийные анализы разных участков котлов показали неравномерность их состава. Например, по данным РФА, состав котла № 1 соответствует Cu-Pb-Sn сплаву, но исследование микровключений в ручке и поддоне котла показало их существенную разницу (см. табл. 1). Это свидетельствует, что, по крайней мере, ручка и поддон котла изготовлены из различного металла. В котле № 2 напротив сходным составом характеризуются тулово и поддон котла, а ручка существенно отличается от них (см. табл. 1). По данным РФА, следы ремонта (заплатки) на тулове котла № 2 также состоят из Cu-Pb-Sn сплава, но отличаются от самого котла содержанием отдельных элементов. В котле № 3 тулово котла и ручка похожи по составу, в поддоне отмечается Sb. Котел № 4 полностью изготовлен из меди, но в ручке наблюдались следы As. Похожая ситуация наблюдалась в котле № 5, также изготовленном из меди, где в поддоне отмечены следы Pb и As. Конечно, следовые примеси, зафиксированные по патине не следует рассматривать как доказательство использования разного металла. Это предположение следует проверить более чувствительными видами анализов.

Таким образом, было установлено, что в гуннское время для изготовления крупных литых котлов сложной морфологии предпочтительным сплавом была Pb-Sn бронза. Многокомпонентные металлические включения могут свидетельствовать об использовании различного металла или его переплаве. Различный состав составных частей котлов (тулова и поддон) говорит об их раздельном изготовлении. Котлы № 4 и 5, которые относятся к более ранней эпохе, изготовлены из меди с малым количеством включений, что может свидетельствовать, например, об использовании медной руды без примесей (карбонатные или оксидные медные руды) или о многократных переплавах металла.

Исследование состава металла выполнено в рамках бюджетной темы ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН № 125013101191-9.

Литература

Археологическая карта Курганской области (1993) / ред. Н.Б. Виноградов. Курган, Зауралье, 348 с.

Боковенко Н.А., Засецкая И.П. (1993) Происхождение котлов «гуннского типа» восточной Европы в свете проблемы хунно-гуннских связей. *Петербургский археологический вестник*, 3. СПб., Фарн, 73–88.

Боталов С.Г. (2008) Гунны и тюрки (историко-археологическая реконструкция). Челябинск, ООО «ЦИКР «Рифей»», 706 с.

Демиденко С.В. (2008) Бронзовые котлы древних племен Нижнего Поволжья и Южного Приуралья (V в. до н.э. - III в. н.э.). М., Издательство ЛКИ, 328 с.

Круглов Е.В. (2020) Новый котел «гуннского типа». *Труды VI (XXII) Всероссийского археологического съезда в Самаре.* Т. II. Самара, Самарский обл. историко-краеведческий музей им. П.В. Алабина; СГСПУ, 172–173.

Любчанский И.Э. (2025) Бронзовые литые котлы: картография возможных миграций кочевых племен евразийских степей (I тысячелетие н.э.). *Труды Камской археолого-этнографической экспедиции. Выпуск XXVII: сборник научных трудов, посвященный 75-летнему юбилею профессора В.А. Иванова.* Пермь, ПГГПУ, 47–57.

Лыткин Н.А. (1890) Археологический отдел Тобольскаго губернскаго музея. Тобольск, Типография Тобольского Губернского Правления, 17 с.

Рябинина Е.А. (2016) Находки бронзовых котлов на территории Среднего Притоболья (предварительные данные). *Археология Среднего Притоболья и сопредельных территорий. Материалы межрегионального круглого стола, посвященного 50-летию Курганской археологической экспедиции (8 декабря 2016 г.)*. Курган, КГУ, 69–76.

Особенности хозяйства позднего бронзового века на поселениях Роптанка II и Роптанка III (Западное Оренбуржье)

Features of the Late Bronze Age economy at the settlements of Roptanka II and Roptanka III (Western Orenburg region)

И.А. Файзуллин[1], М.Н. Анкушев[2], Ю.В. Костомарова[3], Л.В. Купцова[1], М.А. Рассомахин[2], И.М. Сосновцева[4], А.Н. Усачук[5]
I.A. Faizullin, M.N. Ankushev, Yu.V. Kostomarova, L.V. Kuptsova, M.A. Rassomakhin, I.M. Sosnovtseva, A.N. Usachuk

[1] Оренбургский государственный педагогический университет, г. Оренбург, ildar-1988@mail.ru
[2] Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс
[3] Тюменский научный центр СО РАН, г. Тюмень
[4] Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара
[5] Институт археологии РАН, г. Москва

В работе представлены предварительные результаты исследования материалов с поселений позднего бронзового века Роптанка II и Роптанка III, открытых в 2024 г. в Новосергиевском районе Оренбургской области. Исследовался материал из шурфов и подъемных сборов. Костные остатки изучены археозоологическими методами. Проведена трасология костяного тупика, наличие которого подтверждает кожевенное дело на поселении Роптанка II. Металлургические шлаки поселения Роптанка II относятся к стекловатому сульфидсодержащему минералогическому типу и аналогичны ранее изученным образцам с поселений срубной культуры, сырьем для которых служили месторождения медистых песчаников. Керамика и, в целом, весь комплекс находок с поселений характерны для памятников срубной культуры эпохи поздней бронзы Южного Предуралья.

Ключевые слова: Южное Предуралье, поздний бронзовый век, срубная культура, древняя металлургия, археозоология, трасология

This paper presents preliminary results from a study of materials from the Roptanka II and Roptanka III Late Bronze Age settlements, discovered in 2024 in the Novosergievsky District of the Orenburg Region. Material from test pits and surface collections was analyzed. Bone remains were examined using archaeozoological methods. Traceology of a hide scraper was conducted, the presence of which is confirmed by tannery at the Roptanka II settlement. Metallurgical slags from the Roptanka II settlement belong to the glassy sulfide-containing mineralogical type and are similar to previously studied samples from Srubnaya culture settlements, which were produced from copper sandstone deposits. Ceramics and, in general, the entire assemblage of finds from the settlements are characteristic of Late Bronze Age Srubnaya culture sites in the Southern Cis-Urals.

Keywords: Southern Cis-Urals, Late Bronze Age, Srubnaya culture, ancient metallurgy, use-wear analysis, archaeozoology

Археологические памятники, оставленные носителями срубной культуры, являются довольно хорошо изученными как в плане раскопок широкими площадями (поселения, погребальные и производственные памятники), так и с помощью радиоуглеродного датирования или других естественно-научных методов (Купцова, Лыганов, 2021). Тем не менее, в некоторых актуальных вопросах, например в изучении важнейших отраслей хозяйства существуют «белые пятна», избавиться от которых можно как изучая старые материалы, так и вводя в научный оборот коллекции с памятников, открытые в последние годы. В данной работе мы привлекаем материалы с двух поселений позднего бронзового века в Западном Оренбуржье.

Поселения Роптанка II и Роптанка III открыты в 2024 г. разведочным отрядом Оренбургского государственного педагогического университета в Новосергиевском районе Оренбургской области, на первой террасе левого берега реки Роптанка (правобережный приток реки Большой Уран (правобережный приток р. Самара, Волжский речной бассейн)). Расстояние между выявленными границами поселений составляет 60 м, их разделяет сезонный водоток и существующий карьер. Вероятнее всего, в древности оба памятника представляли собой одно поселение.

Подъемный материал представлен фрагментами керамики позднего бронзового века, а также костей животных. За пределами границ поселения Роптанка II, у насыпной искусственной дамбы был найден металлический нож (рис. 1А). Для строительства дамбы использовался грунт из северо-западной части поселения, так как именно в этой части памятника грунт срезан до материка и найдены разрозненные кости животных.

Согласно выявленным границам, размер поселения Роптанка II составляет 80 × 100 м, поселения Роптанка III – 80–115 м. На поселении Роптанка II в центре памятника был заложен шурф. На глубине от – 20 до – 40 см (гумусированный слой темного цвета, располагавшийся непосредственно под дерном) были обнаружены фрагменты лепной керамики (рис. 2, *1-4*), кости животных и металлургические шлаки. Также в шурфе найдены изделия: тупик из челюсти КРС (рис. 1Б), лепной керамический сосуд серого цвета баночной формы без орнамента (рис. 1Г) и предмет неопределенного назначения, изготовленный из трубчатой кости животного с предполагаемыми следами механической обработки (рис. 1В). Три шурфа, заложенные в центре поселения Роптанка III также содержали большое количество фрагментов керамики и костей животных (рис. 2, *5–6*).

Остеологическая коллекция включает 55 фрагментов костей. Трасология костяного изделия проводилась с использованием стереомикроскопа МБС-10. Минералогия и структурно-текстурные особенности четырех фрагментов шлака изучены в полированных аншлифах на оптическом микроскопе Olympus BX-51. Частица металлического

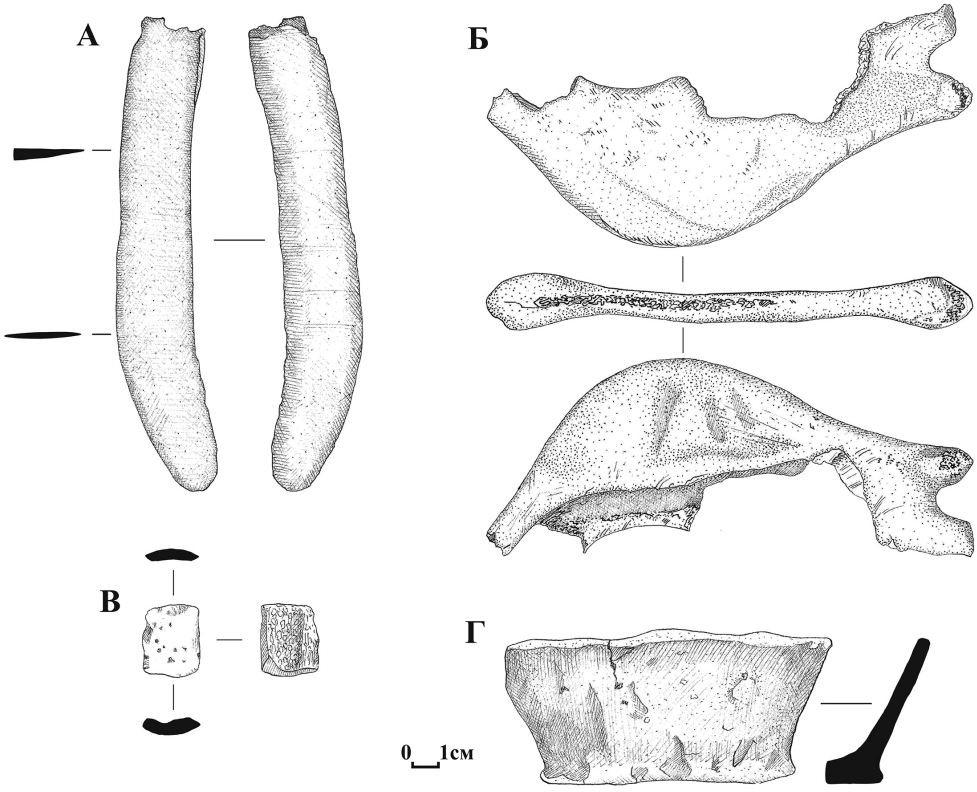


Рис. 1. Изделия с поселения Роптанка II: А – металлический нож, Б – тупик, В – изделие из трубчатой кости, Г – керамический сосуд.

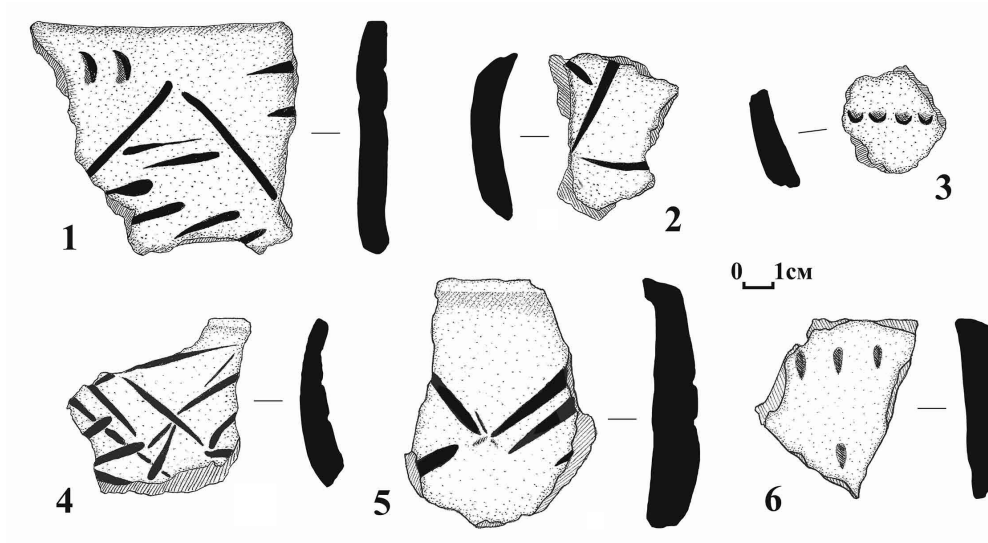


Рис. 2. Фрагменты орнаментированной керамики с поселений Роптанка II (1-4) и Роптанка III (5-6).

Таблица 1. Статистическое распределение костей животных из поселений Роптанка II и Роптанка III

Памятник	КРС	МРС	Лошадь	КК	СК	Всего
Роптанка II	5	8	-	3	-	16
Роптанка III	7	9	3	14	6	39

Таблица 2. Следы искусственного воздействия на костях из поселений Роптанка II и Роптанка III

Памятник	Разбивание	Порезы острым лезвием	Воздействие огня	Погрызы грызуном	Всего
Роптанка II	5	-	1	-	6
Роптанка III	4	1	2	1	8

ножа отбиралась ювелирным лобзиком, затем была отполирована в аншлифе. Состав металла установлен на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 sbu.

Археозоологический анализ. Естественная сохранность костных остатков соответствует хорошей оценке (3 балла по пятибалльной шкале), до вида определено 81.2 % и 48.7 % костей на поселениях Роптанка II и Роптанка III соответственно. Большинство костей принадлежат домашним животным: быку домашнему – крупному рогатому скоту *Bos taurus* (далее КРС), мелкому рогатому скоту (далее МРС) - овце *Ovis aries* или козе *Capra hircus*, лошади *Equus caballus* (таблица 1). Некоторые кости не определены до вида и являются остатками средних (далее СК) и крупных (далее КК) копытных. Большую долю всех определимых остатков составляют кости МРС. Костные остатки домашних копытных представлены полным составом элементов скелета.

На костях (14 фрагментов) зафиксированы следы искусственного воздействия: кухонное дробление – разрубы, порезы острым лезвием, погрызы грызуном (собакой?), воздействие огня (таблица 2). Характер раздробленности костного материала и следов искусственного воздействия на костях позволяют отнести коллекцию памятника к категории «кухонные остатки».

Исследование продуктов металлургии. Шлаки поселения Роптанка II представлены фрагментами размером до 5 см (рис. 3). Шлаки комковатые, средней пористости. Цвет темно-серный, темно-бурый, до черного. На поверхности зачастую фиксируются окисленные капли меди.

Шлаки относятся к стекловатому сульфидсодержащему минералогическому типу, основная масса шлака сложена стеклом и реликтовыми зернами кварца, также встречается окремненная древесина (рис. 3А, Г). В массе шлака широко распространена медь, которая образует капли размером до 1 мм, по их периферии зачастую развита кайма из новообразованного халькозина или куприта (рис. 3А, В). Встречаются включения, выполненные только сульфидами (рис. 3Б).

Трасология изделий. Фрагмент костяного орудия изготовлен из левой половины нижней челюсти КРС – типичного сырья для изготовления тупиков (Усачук, 1996, с. 68–69; Древнее Устье…, 2013, с. 331; Панковський, 2012, с. 64–67; Килейников, 2009, с. 104; Усачук, Файзуллин, 2016, с. 128; Усачук, Бахшиев, 2020, с. 58; и др.). Естественное состояние изделия можно оценить в пределах 4-х баллов по пятибалльной шкале (Антипина, 2016, с. 106–107). Утрачен довольно большой участок челюстной ветви (сломы свежие) с частью венечного (мышечного) отростка.

От целого тупика сохранилась челюстная ветвь с началом тела челюсти. Венечный (мышечный) отросток неровно подрезан с обеих сторон и довольно аккуратно сло-

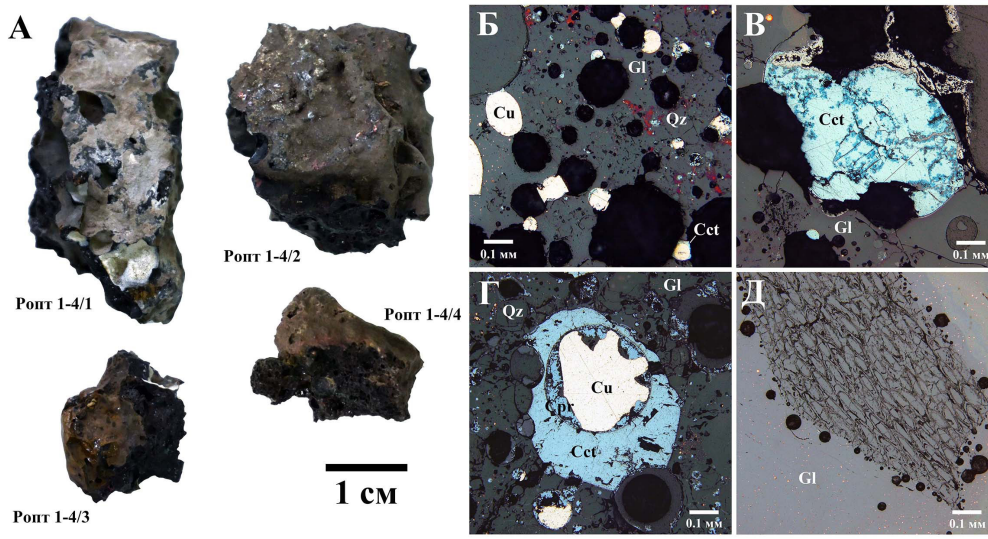


Рис. 3. Металлургические шлаки с поселения Роптанка II. А – общий вид, Б-Д – фото полированных аншлифов в отраженном свете: Б - зерна кварца (Qz) и капли меди (Cu) в матрице стекла шлака (Gl), образец Ропт 1-4/4; В – включения халькозина (Cct) в стекле шлака), образец Ропт 1-4/4; Г – капля меди с каймой из новообразованных куприта (Cpr) и халькозина), образец Ропт 1-4/1; Д – реликт окремненной древесины), образец Ропт 1-4/1.

ман, мыщелковый (суставной) – подрублен тяжелым орудием с металлическим лезвием. На обеих сторонах этого отростка сохранились следы подрубки. Немного ниже участка слома венечного отростка сохранился короткий след резки металлическим лезвием. Скорее всего, это след не разделки туши, а начало процесса удаления венечного отростка: «мастер» примерялся, а затем передвинул линию резки-рубки чуть выше. Немного подрезан-подрублен челюстной угол. Заострена подтеской узкая грань латеральной (внешней) части тела челюсти. Очевидно, так же была заострена и узкая грань челюстной ветви, почти вся утраченная из-за поломки, о чем упоминалось выше. Очень низко вырубили медиальную (внутреннюю, щечную) часть тела.

Процесс изготовления найденного тупика даже при его фрагментарности (сохранилось немного менее половины орудия) понятен и не отличается от иных позднебронзовых памятников различных регионов (Килейников, 2009, с. 112; Усачук, 1996; Древнее Устье…2013, с. 331–332; Усачук, Файзуллин, 2016, с. 143; Рафикова и др., 2019, с. 93; Усачук, Бахшиев, 2020, с. 58–59). Это видно по обработке отростков челюстных ветвей: мыщелковый уплощен подрубкой со всех сторон, венечный для аккуратного отделения от челюсти слегка подрезан-подрублен по периметру, а затем сломан. Как правило, всегда при изготовлении таких тупиков немного подрубались-подрезались челюстные углы. Внутренние (медиальные) части тел челюстей обычно оформлялись очень низко, что видно и на фрагменте изученного изделия. Почти не сохранились участки альвеол, но самое начало тела челюсти на внутренней части вычищено довольно аккуратно. Очевидно, также аккуратно были обработаны и участки альвеол после удаления зубов из тела челюсти.

Следы износа на тупике выражаются в сильной залощенности, доходящей иногда до заполировки. Достаточно залощен срез челюстного угла, участки отростков. Следы сработанности концентрируются на рабочих краях орудия и отчасти заходят на плоскости тупика (Килейников, 2009, с. 104). Участки рабочих краев тупика заполированы вплоть до обесцвеченности. Залощенность линейная, поскольку основная масса сохра-

нившихся следов концентрируется на гранях и возле граней рабочих краев. Кроме того, участок рабочего края на внутренней части челюсти имеет залощенные и сглаженные следы микросломов небольших участков компакты. Подобные утраты очень мелких фрагментов компакты на рабочих краях часто встречаются при эксплуатации тупиков (Древнее Устье…2013, с. 333; Усачук, Файзуллин, 2016, с. 130; Евгеньев и др. 2016, с. 135; Рафикова и др., 2019, с. 93; Усачук, Бахшиев, 2020, с. 60; и др.).

Следы сработанности представленного тупика свидетельствуют, что он довольно долго использовался для мездрения и разминания шкур (Килейников, 2009, с. 104, 107; Древнее Устье…2013, с. 333; Евгеньев и др. 2016, с. 135-136; Усачук, Файзуллин, 2016, с. 130; Усачук, Бахшиев, 2020, с. 60). Обратим внимание и на участок древнего слома изделия – так ломалась основная часть подобных орудий – на стыке ветви и тела челюсти (Усачук, 1996, с. 68; Древнее Устье…2013, с. 332; Усачук, Файзуллин, 2016, с. 129; и др.).

Нож отлит в одностороннюю форму с крышкой (поверхность отливки относительно ровная, визуально отсутствуют раковины, пористость). В процессе литья образовались затеки металла между формой и крышкой. На черешковой части ближе к пятке и по спинке они загнуты на одну сторону ковкой. Об этом свидетельствует четкий сгиб, замятость и забитость сгиба. Эти признаки сильнее выражены у пятки ножа. Лезвийная часть – в центральной части изделия, почти посередине фиксируется продольное ребро, образовавшееся в результате оформления (заострения) лезвия ножа, вероятно, также ковкой, а затем абразивной обработкой. Кромка лезвия в плане волнистая, зубчатая, местами рваная. Металл на выступающих участках загнут на одну из сторон изделия. Признаки отличаются от технологических и являются следами сработанности. Инструмент использовался и обновлялся абразивной обработкой, из-за чего кромка лезвия в поперечном сечении истончилась и загнулась.

По данным СЭМ-ЭДС, нож изготовлен из меди, с примесью Fe 0.25 мас. %. Патина на поверхности изделия выполнена хризоколлой и нантокитом. Стоит отметить, что в составе изделия не отмечены включения сульфидов, широко распространенные в других металлических изделиях позднего бронзового века Оренбургского Предуралья (Ровира, 2004; Файзуллин и др., 2024). Это может объясняться использованием многократно переплавленного металла, либо, что менее вероятно, импортным происхождением изделия. Запланированное исследование состава элементов-примесей в металле изделия методом ЛА-ИСП-МС поможет ответить на этот вопрос.

Керамика и, в целом, весь комплекс находок характерны для памятников срубной культуры эпохи поздней бронзы Южного Предуралья. По предварительным данным, жители поселения разводили домашних копытных: МРС, КРС, лошадь. Анатомический состав домашних копытных представлен всеми элементами скелета. Это позволяет предположить, что разделка туш животных производилась непосредственно на территории памятника. Среди забитых животных преобладают животные, достигшие своих максимальных размеров. Находка тупика свидетельствует о наличии кожевенного производства и является еще одним аргументом в пользу разделки туш на поселении Роптанка II. Минералогия и структурно-текстурные особенности металлургических шлаков также аналогичны ранее изученным образцам с поселений срубной культуры Оренбургского Предуралья (Анкушев, Файзуллин, 2025). Это указывает на аналогичную технологию выплавки и использование доступного сырья с многочисленных месторождений медистых песчаников.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-68-10006 «Этнокультурные процессы в бронзовом и раннем железном веке в свете междисциплинарных исследований в Южном Приуралье» (Файзуллин И.А, Купцова Л.В., Сосновцева И.М.)

Литература

Анкушев М.Н., Файзуллин И.А. (2025) Металлургические шлаки и металлообработка поселений позднего бронзового века Оренбургского Предуралья. *Археология Евразийских степей*, 3, 181–195. https://doi.org/10.24852/2587-6112.2025.3.181.195

Антипина Е.Е. (2016) Масштабы современных археозоологических исследований. Междисциплинарная интеграция в археологии (по материалам лекций для аспирантов и молодых сотрудников). М., ИА РАН, 96–117.

Евгеньев А.А., Купцова Л.В., Мухаметдинов В.И., Рослякова Н.В., Усачук А.Н., Файзуллин И.А., Хохлов А.А. (2016) Поселение Малоюлдашево I эпохи неолита и поздней бронзы в Западном Оренбуржье. Оренбург, Издательский центр ОГАУ, 196 с.

Килейников В.В. (2009) Обработка шкур и выделка кожи у населения эпохи бронзы в лесостепном Подонье. *Археология восточноевропейской лесостепи.* Воронеж, Изд. полиграф. центр ВГУ, 96–113.

Купцова Л.В., Лыганов А.В. (2021) Срубная культурно-историческая общность между Волгой и Уралом. *Археология Волго-Уралья. В 7 т. Т. 2. Энеолит и бронзовый век.* Казань, Изд-во АН РТ, 368–394.

Панковський В.Б. (2012) Кістяна і рогова індустрії доби пізньої бронзи в Північному Причорномор'ї. Дис. … канд. іст. наук., Київ. 596 с.

Рафикова Я.В., Федоров В.К., Усачук А.Н. (2019) Коллекция изделий из кости и рога поселения Ново-Байрамгулово-1. *Вопросы археологии Поволжья. Вып. 7.* Самара, СГСПУ, 86–150.

Ровира С. (2004) Глава 4. Технология выплавки металла и его обработки. *Каргалы, том III: Селище Горный: Археологические материалы: Технология горно-металлургического производства: Археобиологические исследования.* М., Языки славянской культуры, 106–133.

Файзуллин И.А., Анкушев М.Н., Артемьев Д.А. (2024) Медные шлаки и артефакты поселения позднего бронзового века у с. Камышовка (Оренбургское Предуралье). *Геоархеология и археологическая минералогия*, 11, 161–167.

Усачук А.Н. (1996) К вопросу о тупиках – орудиях кожевенного производства на поселениях позднего бронзового века. *Древности Волго-Донских степей в системе восточноевропейского бронзового века. Материалы международной научной конференции.* Волгоград, 66–71.

Древнее Устье. Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье. Коллективная монография (2013) / Отв. ред. Виноградов Н.Б., науч. ред. Епимахов А.В. Челябинск, Абрис, 331–362.

Усачук А.Н., Файзуллин И.А. (2016) Костяные изделия Токского и Покровского поселений эпохи поздней бронзы в Западном Оренбуржье. *Археологические памятники Оренбуржья*, 12. Оренбург, ООО «ИПК Университет», 127–148.

Усачук А.Н., Бахшиев И.И. (2020) Коллекция костяных изделий поселения Оло Хаз. *Archaeoastronomy and Ancient Technologies*, 8(2), 55–123.

ЧАСТЬ 7. ГИС И ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ В АРХЕОЛОГИИ

Оценка эффективности микротопографической съемки археологических памятников с помощью БПЛА в условиях Южного Зауралья

Evaluation of the accuracy of UAV-derived microtopographic plans of archaeological sites in the Southern Trans-Urals

Д.В. Шарапов[1], А.Л. Плаксина[2]
D.V. Sharapov, A.L. Plaksina
[1]Тюменский государственный университет, г. Тюмень, d.sharapov@utmn.ru
[2]Челябинский государственный университет. г. Челябинск

Проведено сравнение результатов съёмки микрорельефа трех поселений, находящихся в степной зоне Южного Зауралья двумя методами: тахеометрическая съемка с регулярным шагом 2.5 м и аэрофотограмметрическая съёмка с помощью БПЛА. В результате сравнения выяснилось, что средняя вертикальная погрешность аэрофотограмметрической съёмки составила 19 см (±3 см, при доверительном интервале 95 %). Также средние значения вертикальных погрешностей на трех поселениях существенно отличались друг от друга в зависимости от растительного покрова, преобладающего на памятнике. Дальнейший план работ включает в себя создание рекомендаций для археологов относительно того, при каком растительном покрове (проценте проективного покрытия, высоте травостоя и т.д.) можно полагаться на данные сгенерированные с помощью БПЛА для создания достоверных цифровых моделей рельефа археологических памятников Южного Зауралья.

Ключевые слова: БПЛА, микрорельеф, жилищные впадины, эпоха бронзы, поселения

In the paper, we compare the results of generating microtopographic plans of three settlements, located in the steppe zone of the Southern Trans-Urals. The digital elevation models were generated via two methods: total station mapping with a regular measurement interval of 2.5 m, and aerostereophotogrammetry with an Unmanned Aerial Vehicle (UAV). The comparison showed that the vertical error of the UAV method was 19 cm (±3 cm, at a 95 % confidence interval). Also, the vertical errors varied significantly between the three settlements, depending on the prevalent vegetation cover. Further research entails offering recommendations regarding what characteristics of plant cover (vegetation cover percentage, vegetation height, etc.) may be associated with accurate digital elevation models of archaeological sites in the Southern Trans-Urals.

Keywords: UAV, microtopography, housing depressions, Bronze Age, settlements

Трудно переоценить значение микротопографических данных в изучении археологических объектов. Изучение мелких форм рельефа (валы, рвы, западины, насыпи) позволяет выявлять скрытые структуры и реконструировать планировку памятника. Под микрорельефом здесь подразумеваются высотные колебания до 1 м. Помимо прочего, микрорельеф также является полезным источником палеодемографической информации. В частности, в контексте изучения памятников поздней бронзы Южного Зауралья (2100–950 BC), микрорельеф часто используется в определении размеров поселений, а также количества древних жилищ (Зданович и др., 2003; Зданович, Батанина, 2007; Епимахов, 2009).

Популярным методом, используемым для измерения микрорельефа археологических памятников, сейчас является аэростереофотограмметрия, осуществляемая с по-

мощью беспилотного летательного аппарата (БПЛА), оснащенного GPS приемником и фотокамерой. БПЛА делает облет объекта исследования, фотографируя его с разных ракурсов. Затем компьютерная программа находит на фотографиях одни и те же точки, снятые с разных ракурсов, и проводит через них прямые линии видимости. Места пересечений этих линий – это координаты искомой точки в трехмерном пространстве. Благодаря тому факту, что GPS приемник фиксирует местоположение дрона во время фотографирования, компьютерная программа способна создать трехмерную модель искомого объекта, основываясь на реконструируемых вышеописанным образом координатах.

Описанный выше метод аэростереофотограмметрии является быстрым и относительно дешевым. Главный его минус состоит в том, что полученная цифровая модель рельефа (ЦМР) отражает верхнюю границу растительного покрова – травы, кустарников или деревьев, а не истинный рельеф местности под ними. На территориях с густой растительностью это может приводить к искажению микрорельефа археологического памятника. Что касается степной зоны Южного Зауралья, хотя наиболее типичной является ковыльно-типчаковая травяная растительность, присутствие кустарников, лесных колков и высокого лугового травостоя может искажать параметры ЦМР, полученных с помощью БПЛА. Исследовательский вопрос, который стоял перед авторами: насколько фактор обструкции рельефа растительностью актуален в условиях Южного Зауралья?

Для ответа на данный вопрос, была проведена съемка микрорельефа трех поселений в долине р. Зингейка (Кизильский район, Челябинская область): Лебяжье-4, Заря-1 и Кацбах-6. Все три поселения не укреплены и датируются в рамках I и II фаз позднего бронзового века (2100–1400 ВС) (Алаева, Молчанов, 2025; Анкушева и др., 2026; Sharapov, 2017).

Съемка осуществляясь двумя методами. Первый метод включал в себя съемку с БПЛА MavicPro в режиме автопилота с помощью мобильного приложения DroneDeploy (табл. 1). Полученные таким образом фотографии обрабатывались в программе Agisoft Metashape (v.1.7.4). Обработка данных включала следующие этапы: выравнивание снимков, построение плотного облака точек и построение ЦМР. Все съемки с БПЛА проводились в первой половине мая.

Второй метод включал в себя тахеометрическую съемку местности с регулярным шагом 2,5 м (детали методики описаны в работах (Шарапов и др., 2023; 2024). Сгенерированные таким образом точки также использовались в создании ЦМР в среде программного продукта ArcMap (v.10.3.1), методом статистической интерполяции «крикинг».

Касательно второго метода, стоит отметить, что благодаря совмещению функций теодолита и дальномера, электронный тахеометр способен определить пространственные координаты искомой точки земной поверхности с точностью от нескольких миллиметров до 1–2 см, (в зависимости от расстояния между станцией и измеряемой точкой). Так как при измерении веха устанавливается непосредственно на землю, тахеометрическая съемка измеряет координаты земной поверхности вне зависимости от покрывающей ее растительности. Следовательно, в нашем случае, результаты тахеометрической съемки служили стандартом, с которым сравнивались данные БПЛА, чтобы определить валидность последних.

В процессе съемки БПЛА, на поверхности каждого памятника было заложено 4–5 наземных опознавательных знака. Планово-высотное положение каждого опознавательного знака было определено с помощью тахеометра. Далее, в программе Agisoft Metashape, опознавательные знаки использовались для оптимизации камер, а также геопривязки ЦМР, полученной с помощью БПЛА, к единой системе координат.

Таблица 1. Параметры съемки в мобильном приложении DroneDeploy

Поселение	Высота полёта (м)	Продольное перекрытие снимков (%)	Поперечное перекрытие снимков (%)	Площадь участка (га)	Кол-во снимков	Пространственное разрешение (см/пиксель)
Кацбах-6	89	80	75	1	47	2.0
Лебяжье-4	94	80	75	1	66	2.1
Заря-1	99	75	70	3	88	2.2



Рис. Сравнение профилей рельефа для жилищной впадины No. 1, пос. Лебяжье-4, сгенерированных с помощью тахеометра и БПЛА.

Для сравнения результатов съемки двумя вышеперечисленными методами (БПЛА и тахеометром) через поверхность каждого из трех памятников в компьютерной программе ArcPro (v.3.4.2), случайным образом проводилась линия длиной 120 м. Вдоль линии генерировалось 60 точек (одна точка через каждые 2 м). Затем для каждой точки извлекались значения из двух нижележащих растров – одного, сгенерированного с помощью тахеометра и другого – сгенерированного с помощью БПЛА. Затем соответствующие значения сравнивались друг с другом.

В среднем, основываясь на данных с трех поселений, погрешность микротопографической съемки с помощью БПЛА составила 19 см (±3 см, при доверительном интервале (ДИ) 95 %). Учитывая, что глубина впадин варьировала от 82 до 2 см, наличие некоторых из них (5 из 11) не могло бы быть с уверенностью установлено с помощью БПЛА. Помимо этого, даже при установлении наличия впадин с помощью БПЛА, микротопографические данные, полученные данным способом, имеют более низкое качество по сравнению с данными полученными с помощью тахеометра. А именно, реконструируемая поверхность представляется более ребристой, насыщенной пиками и падениями и, соответственно, более трудной для интерпретации (рис.).

При этом средние значения вертикальной погрешности на трех поселениях существенно отличались друг от друга (табл. 2). На наш взгляд, это, в первую очередь, связано с растительностью. Так, поселение Кацбах-6 было довольно плотно покрыто кустарником (зарослями караганы), поселение Заря-1 было охарактеризовано смешанной растительностью (частично покрыто кустарником, а частично представляло из себя залежь с травяной растительностью), тогда как Лебяжье-4 представляло собой регуляр-

Таблица 2. Растительность и вертикальная погрешность БПЛА на трех изучаемых поселениях

Поселение	Диапазон погрешности измерения БПЛА (95 % ДИ) (см)	Растительность (превалирующий тип)
Лебяжье-4	3–4	Пашня с минимальной травяной растительностью
Заря-1	14–24	Смешанная растительность (кустарник + залежь)
Кацбах-6	27–41	Кустарник (заросли караганы)

но распахиваемую пашню с минимальной растительностью. Таблица 2 иллюстрирует, как и ожидалось, что более высокая растительность приводит к большей погрешности.

План дальнейших изысканий включает в себя расширение выборки поселений, проанализированных описанными в данной работе методами, а также формализация критериев описания растительности (включая процент проективного покрытия, высоту травостоя и т.д.). Конечной целью подобных исследований будет создание рекомендаций для археологов относительно того, при каком растительном покрове можно полагаться на данные, сгенерированные с помощью аэростереофотограмметрии для создания достоверных ЦМР памятников эпохи бронзы в Южном Зауралье.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-02877, https://rscf.ru/project/25-28-02877/.

Литература

Алаева И.П., Молчанов И.В. (2025) Новые памятники абашевской культуры в степях Южного Зауралья. *Археология евразийских степей*, 3, 210–223.

Анкушева П.С., Алаева И.П., Анкушев М.Н., Артемьев Д.А., Блинов И.А., Епимахов А.В., Зазовская Э.П., Киселева Д.В., Рассадников А.Ю., Шарапов Д.В. (2026) Лебяжье IV – поселение-спутник рудника Воровская Яма (бронзовый век Южного Зауралья). *Российская археология*, 1, 38–54.

Епимахов А.В. (2009) От археологии памятника к археологии социума: эпоха бронзы Южного Зауралья. *Проблемы истории, филологии, культуры*, 3(25), 92–104.

Зданович Г.Б., Батанина И.М., Левит Н.В., Батанин С.А. (2003) Археологический атлас Челябинской области. Вып. 1. Степь-лесостепь. Кизильский район. Челябинск: Юж.-Ур. кн. изд-во, 256 с.

Зданович Г.Б., Батанина Н.С. (2007) Аркаим – «Страна городов»: пространство и образы (Аркаим: горизонты исследований). Челябинск: Крокус: Юж.-Ур. кн. изд-во, 256 с.

Шарапов Д.В., Петрова Л.Ю., Якимов А.С., Топорков И.Н., Батанина Н.С. (2023) Использование геодезических, геохимических и археологических методов в изучении поселения позднего бронзового века Куйсак I. *Геоархеология и археологическая минералогия: Мат. X Всерос. науч. конф. с междунар. участием им. проф. В.В. Зайкова*. Миасс-Челябинск: ЮУрГГПУ, 36–44.

Шарапов Д.В., Петрова Л.Ю., Якимов А.С., Топорков И.Н., Батанина Н.С. (2024) Использование фосфора в обнаружении поселенческой архитектуры бронзового века в Южном Зауралье. *Геоархеология и археологическая минералогия: Мат. X Всерос. науч. конф. с междунар. участием им. проф. В.В. Зайкова.* Миасс-Челябинск: ЮУрГГПУ, 63–69.

Sharapov D.V. (2017). Bronze Age settlement patterns and the development of complex societies in the southern Ural steppes (3500–1400 BC). PhD Dissertation. University of Pittsburgh.

«Кавказский лимес» в Колхиде: косвенные данные минералогии, археозоологии и ГИС

The "Caucasian Limes" in Colchis: indirect evidences from mineralogy, archaeozoology, and GIS

Г.В. Требелева[1], Т.А.Садчикова[2], С.М.Саканиа[3], С.М., И.В.Третьяков[4], Л.В. Яворская[1], В.Г.Юрков[1,5], Г.Ю.Юрков[1,4]

G.V. Trebeleva T. A. Sadchikova, S.M. Sakania, I.V. Tretyakov, L.V. Yavorskaya, V.G. Yurkov, G.Yu. Yurkov

[1]Институт археологии РАН, г. Москва, trgv@mail.ru

[2]Геологический институт РАН, г.Москва

[3]Абхазский институт гуманитарных исследований им. Д. Гулиа АНА, г. Сухум, респ. Абхазия

[4]Федеральный исследовательский центр по химической физике им. Н.Н.Семенова РАН, г. Москва

[5]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

На территории Абхазии существует сеть крепостей, которые, по результатам частичных раскопок внутри башен, или вообще без исследований, традиционно связывают с эпохой Средневековья. Однако наши детальные исследования на этих объектах показали, что по своей архитектуре они относятся к римскому времени. Не противоречат этой ранней дате и раскопанные рядом с крепостями могильники, и обнаруженные клады монет. Исследования на Маркульском городище дали еще более интересные факты: были обнаружены искусственные камни, изготовленные в технике римского бетона. Археозоологами отмечено изменение в диете, возникшее именно в римское время и соответствующее традиционной диете в римской армии. В ходе раскопок был найден римский строительный топор II в н.э., а исследования в ГИС выявили цепочки храмов, связанных непосредственной визуальной связью, расположенных на древних дорогах к перевалам через Кавказский хребет, в земли алан, с которыми Рим во II в н.э. вел военные действия. Таким образом, весь этот комплекс данных позволяет связать данные крепости именно с Римом.

Ключевые слова: Колхида, Маркульское городище, «Кавказский лимес», искусственный камень, римский бетон, археозоология, ГИС.

There is a network of fortresses in Abkhazia, which, based on partial excavations inside the towers, or no excavations at all, are traditionally associated with the Middle Ages. However, our detailed studies of these sites have revealed that their architecture dates back to Roman times. This early date is supported by the burial mounds discovered near the fortresses and the coins found in the vicinity. The excavations at the Markul Hillfort have provided even more intriguing findings, including the discovery of artificial stones made using Roman concrete techniques. Archaeozoologists have noted a change in the diet that occurred during the Roman period and corresponds to the traditional diet of the Roman army. During the excavations, a Roman construction axe from the 2nd century AD was discovered, and GIS research revealed a chain of temples connected by direct visual links, located on ancient roads leading to the passes through the Caucasus Mountains and the lands of the Alans, with whom Rome was engaged in military operations during the 2nd century AD. Thus, this entire set of data allows us to link the fortress to Rome.

Keywords: Colchis, Markul Hillfort, Caucasian limes, artificial stone, Roman concrete, Archaeozoology, GIS.

Лимес, в его изначальном значении – это незапаханный участок земли между двумя владениями (Plin.HN, XVIII, 326). Позже этот термин стал обозначать пограничные земли Римской империи (Tac., Agr., 41; Germ., 29). В состав лимеса входили как система

укреплений границы, так и пути сообщения, по которым происходила переброска войск (Козленко, 2011, с. 2). Римские войска впервые дошли до гор Кавказа в ходе восточных кампаний Лукулла и Помпея (66–65 гг. до н.э.), но лимес стал создаваться лишь в правление Веспасиана (69–79 гг. н.э.) (Ярцев, Зубарев, 2020, с. 44). Войска, размещенные на Кавказе, приписывались к провинции Каппадокия. В отличие от рейнского, дунайского и других лимесов, Кавказский не представлял сплошной линии обороны из рвов и палисадов, а состоял из сети фортов и легионных лагерей, располагавшихся на караванных путях и побережье. В целом, обычно в историографии выделяют отдельно континентальный лимес, связанный с Каппадокией и Арменией, и морской – Понтийский: от Трапезунда до Питиунта (точно локализованного) (Перевалов, 2007, с. 2–4) и выше по побережью, вплоть до реки Пшада (Требелева, Кизилов, 2020, с. 154). Укрепления на караванных путях в северо-западной Колхиде не связывают с римским лимесом и вообще с римлянами. Однако наши исследования в Абхазии, детальное и внимательное обследование крепостей в районе Цебельды, вдоль Военно-Сухумской дороги (Саканиа и др., 2026; Саканиа, Требелева, 2026; Требелева, 2026), однозначно показали, что крепости построены полностью в римских технологиях (использованы знаменитые римские кладки opus mixtum и opus incertum, присутствует система водопровода и водосборочных цистерн). Этой ранней датировке не противоречат раскопанные рядом с крепостями могильники (Мастыкова, 2008) и обнаруженные клады монет (Абрамзон, 2005, с.195).

Исследования на Маркульском городище дали еще более интересные факты. В 2023 г. при раскопках храма были найдены архитектурные детали, одна из которых оказалась сделана из искусственного камня, о чем ранее сообщалось (Требелева и др., 2025). В этом году авторами исследованы механические свойства этого искусственного камня: его прочность, сохранившаяся сквозь века, составляет 2.5 кгс/мм^2, т.е. 250 кгс/см^2, что имеет промежуточное значение с прочностью изделий, изготовленных из марок современного цемента М 200 и М 300.

Чтобы проверить, не случайна ли эта находка, авторами были отбиты фрагменты образцов от камней песчаника, лежащих непосредственно в кладке храма: один из наиболее сохранившегося северо-западного угла храма, второй – из аспидной части. Еще было взято два камня из северо-восточного угла башни Алахаш-абаа, расположенных над и под прямоугольным следом от перевязочной балки, а также камни из кладки эллинистического склепа и непосредственно от скальной породы, слагающей плато. Следует отметить то, что абсолютно все исследования еще не завершены. На данный момент изучены только камни из кладки храма и башни Алахаш-абаа. Исследованы их структура, текстура и минеральный состав в плоскополированных покрытых шлифах в проходящем свете с оптическим микроскопом ЛОМО ПОЛАМ -213М и при большом увеличении с помощью анализатора изображения KS-400 (электронно-оптическая система Zeiss Axiolab), получены фотографии шлифов. Был определен валовый минеральный состав породы в порошковых препаратах на рентгеновском дифрактометре D8 Advance Bruker (Германия), а также сделаны точечные определения состава элементов в обломочных зернах и в цементе породы с помощью электронного сканирующего микроскопа Tescan Vega с микрозондовым анализатором Aztec (Tescan, Брно, Чехия). По камням из склепа и образцам от природной скалы данных пока еще нет. Но даже эти, пока еще не полные результаты оказались крайне интересными (рис. 1).

Образцы камня от храма имеют особенности строения и состава, не характерные для природного песчаника. Это, в первую очередь, базальная текстура цемента, при которой песчаные частицы практически не соприкасаются в кальцитовой массе; пелитоморфная и мелкозернистая структура цемента, без признаков вторичной перекристалли-

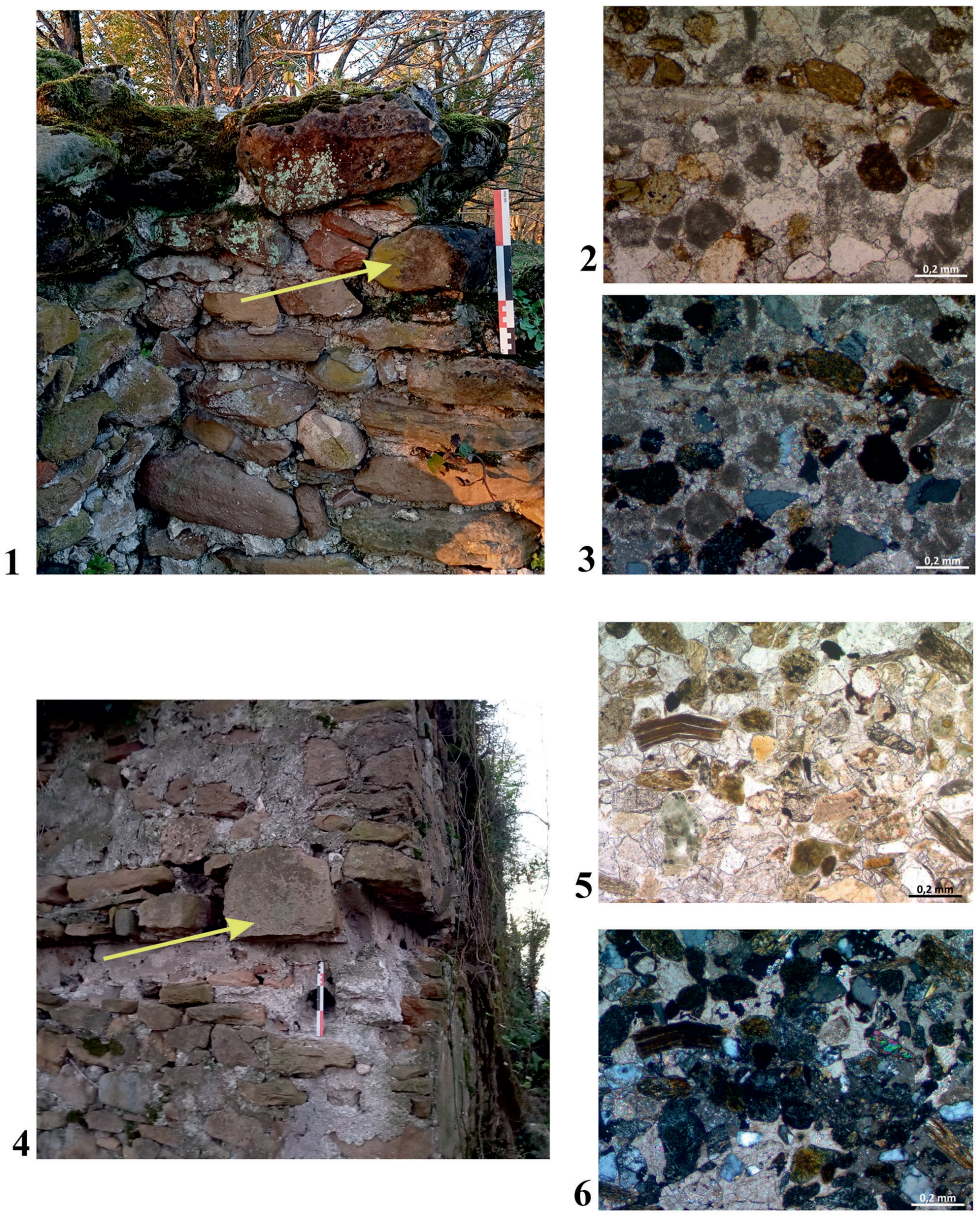


Рис. 1. Исследуемые камни из кладок храма и башни на Маркульском городище: 1 – местоположение камня в храме; 2 – камень из кладки стены храма без анализатора; 3 – камень из кладки стены храма с анализатором; 4 – местоположение камня в башне Алахаш-Абаа; 5 – камень из кладки в башне Алахаш-Абаа (без анализатора); 6 – камень из кладки в башне Алахаш-Абаа (с анализатором).

зации, что часто имеет место в природных карбонатах; отсутствие глинистой примеси в цементе, почти исключительно двухкомпонентный состав породы – кварц-кальцитовый, с малой примесью полевых шпатов. Таким образом, можно предположить, что это искусственный строительный материал на основе кварцевого песка и известкового цемен-

та: в известковый раствор, для которого был использован известняк достаточно чистый, без глинистой примеси, засыпался кварцевый песок, и после затвердения смеси подвергался обжигу. В результате чего обожженный кальцит уже не подвергался перекристаллизации, как это часто бывает в природных песчаниках (при диагенезе либо под воздействием поровых растворов).

Образцы пород, взятые из башни Алахаш-абаа, вероятнее всего, представлены природным песчаником. Текстура кальцитового цемента типа заполнения пор типична для песчаных пород, в которых карбонатсодержащие растворы фильтруются через песчаную толщу, осаждают в пустотах пелитоморфный кальцит, который с течением времени может перекристаллизоваться, образуя пойкилитовую текстуру. В составе карбонатных растворов часто присутствует примесь глинистых частиц, захватываемых из породы и перемещаемых совместно, поэтому в составе кальцитового цемента обнаруживается глинистый компонент, в виде смешаннослойного минерала слюда-смектит. Состав обломочного материала песчаников поликомпонентный (полимиктовый песчаник), помимо кварца присутствуют плагиоклазы кислого и среднего состава, амфиболы, слюды, обломки изверженных пород с вторичной серицитизацией, цеолиты (гейландит, вероятно, по вулканическому стеклу), углистый материал. Состав не подбирался специально чисто кварцевый, тем не менее плотная упаковка зерен за счет контактного типа цемента и заполнения пор обеспечивает достаточную твердость и крепость породы, что позволяло использовать этот песчаник в качестве строительного материала.

Конечно, исследования отобранных образцов, включая сравнение их механических свойств, будут продолжены. А пока можно сделать важнейший вывод: при строительстве храма использовались искусственные элементы, что однозначно свидетельствует, как минимум, о присутствии римских инженеров.

В этой связи интересны археозоологические исследования на городище. Изучение костных останков животных из слоев эллинистического (IV–I вв. до н.э.) и римско-византийского (I–VII вв. н.э.) времен показало изменение структуры рациона мясного потребления в римско-византийский период. В эллинистический период первое место (около 62 %) занимала говядина, доля свинины не превышала 40 %, в очень незначительном количестве (десятые доли) присутствовали также баранина/козлятина и дикие животные. В римский же период доля говядины сокращается до 45 %, а свинины – возрастает до 50 %, сохраняется, и даже несколько возрастает, потребление баранины/козлятины, дикие животные практически отсутствуют. Возникшие новые пропорций употребления разных типов мяса находят себе параллели в структуре мясного потребления в римских армиях (Davies, 1971, p. 126–128).

В этой связи в новом свете видится и римский строительный топор, обнаруженный в сезоне 2024 г. на могильнике римского времени на городище (Юрков и др., 2026), аналогичный римским топорам из Лорндиниума (Humphreys, 2021, fig. 14.9; type 3A). Могильник расположен недалеко от башни Алахаш-абаа. Интересно то, что сама башня также сложена из «естественных» камней, но по римской технологии «перевязочных балок», описанной Витрувием (Vitr. De architectura I, V, 3). Возможно, именно использование данной технологии и обусловило применение менее крепкого естественного камня. Толщина стен у башни в основании 120 см, толщина стен храма – всего 60 см.

Аналогичная технология «перевязочных балок» в Абхазии встречена на двух других памятниках. Первая – это приморская башня Себастополиса (Трапш, 1969, с. 300), где дислокация римских легионов подтверждена надписями и находками фрагментов черепицы с клеймами римского легиона XV Apollinaris (Воронов, 1969, с. 86, 100). Вторая – в крепости Нарджхеу. Последняя башня раскопками не изучалась, но в подъемном

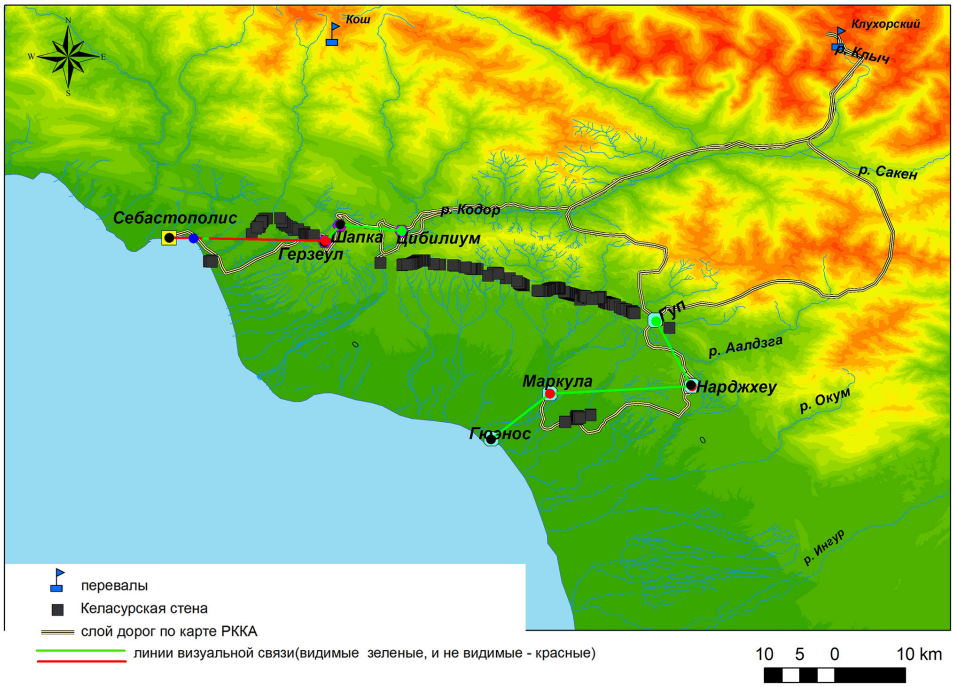


Рис. 2. Карта ГИС северо-западной Колхиды: римские крепости, дорога (полученная с карт РККА 1940, масштаба 1: 200 000) на Клухорский перевал и анализ видимости.

материале на крепости встречался римский материал (керамика, стекло). Но самое интересное, что между крепостями Нарджхеу, Маркульским городищем и античным Гюэносом существует прямая визуальная связь (рис. 2). Крепости расположены на древней дороге, ведущей к перевалам через Кавказский хребет. Эти дороги были нами получены при анализе карт РККА 1940 г. (https://retromap.ru/14194044_z12_42.866276,41.787357&p=68) Карты готовились в преддверии войны, и на них отмечены все грунтовые дороги и тропы, которые на сегодняшний день, после строительства трасс вдоль моря, уже не существуют.

Таким образом по косвенным, но комплексным данным установлено, что контуры Кавказского лимеса становятся более четкими и логичными. Скорее всего, он начал оформляться в период правления Антонинов (138–192), когда Империя вела активные военные действия против алан, в земли которых и ведут эти дороги через перевал. Бесспорно, участие в этих походах принимал XV легион (SHA.Pius. 5.5), чьи клейма обнаружены в Питиунте и Себстополисе. В отмеченных в работе крепостях могли размещаться подразделения и вспомогательные войска, относящиеся к данному легиону.

Работа выполнена при поддержке РНФ в рамках проекта № 22-18-00466-П, https://rscf.ru/project/22-18-00466.

Литература

Абрамзон М.Г. (2005) Серебряные монеты Кесарии Каппадокийской из Герзеульского клада (собрание Абхазского государственного музея). *Нумизматика и эпиграфика*, XVII, 190–202.

Воронов Ю.Н. (2009) Археологическая карта Абхазии. *Научные труды в 7 т.* Т. 2. Сухум, 8–230.

Властелины Рима Биографии римских императоров от Адриана до Диоклетиана (1992) / Перевод С.Н. Кондратьева, под ред. А.И. Доватура, М.: Наука, 383 с.

Козленко А.В. (2011) Римский лимес в Арабии. *Воин*, 14, 2–12.

Мастыкова А.В. (2008) Федераты Восточной римской империи на Черноморском побережье Кавказа и эволюция некрополя Цибилиум (II-VII вв.). *Via in tempore. История. Политология,* 10(50), 28–34.

Перевалов С.М. (2007) Легионы кавказского лимеса. *Вестник Владикавказского научного центра*, 7(4), 2–12.

Саканиа С.М., Требелева Г.В. (2026) Комплекс Герзеулской крепости. Археологические исследования Северного Кавказа в XIX – начале XXI века: традиции и инновации. *Мат. междунар. науч. конф. по археологии Северного Кавказа «XXXIV Крупновские чтения», посвящ. 145-летию V археологического съезда в Тифлисе.* Владикавказ: ВНЦ РАН, 198–200.

Саканиа С.М., Требелева Г.В., Юрков Г.Ю. (2026) Строительные периоды Цебельдинской крепости и ее храмовые комплексы. Археологические исследования Северного Кавказа в XIX – начале XXI века: традиции и инновации. *Мат. междунар. науч. конф. по археологии Северного Кавказа «XXXIV Крупновские чтения», посвящ. 145-летию V археологического съезда в Тифлисе.* Владикавказ: ВНЦ РАН, 200–203.

Трапш М.М. (1969) Древний Сухуми. *Труды в 4 т*. Т. 2. Сухуми: Алашара, 375 с.

Требелева Г.В. (2026) Римские военные крепости на территории Северо-Западной Колхиды: проблема локализации. *Фортификация в древности, Средневековье и в Новое время: от убежищ и форпостов — к резиденциям и мемориальным комплексам*. Мат. междунар. науч. конф. в рамках Международного археологического конгресса «Цитадель 1.0». С.-Пб., 108–114.

Требелева Г.В., Кизилов А.С. (2020) Еще раз к вопросу о Понтийском Лимесе: принципы расположения древних фортификационных сооружений Черноморского побережья Кавказа. *Таврические студии.* 22, 153–159.

Требелева Г.В., Садчикова Т.А., Саканиа С.М., Петрова В.В., Горькова Н.В., Юрков В.Г. (2025) Архитектурные декоративные элементы Маркульского храма: уточнение состава материалов. *Геоархеология и археологическая минералогия*, 12, 86–90.

Юрков В.Г., Юрков А.Г. (2026) Сравнение погребальных обрядов могил II в. н.э. с разных могильников Маркульского городища в свете новых открытий полевого сезона 2025 г. *Актуальная археология 8.* Мат. всерос. науч. конф. молодых ученых. СПб., 6–9 апреля 2026 г.: ИИМК РАН, 224–227.

Ярцев С.В., Зубарев В.Г. (2020) Римская военно-политическая стратегия в Северном Причерноморье во время правления императора Веспасиана. *Tractus aevorum: эволюция социокультурных и политических пространств,* 1, 39–64.

Davies R.W. (1971) The Roman Military Diet. *Britannia* 2, 122–142.

Humphreys O. (2021) London's Roman Tools: Craft, agriculture and experience in an ancient city. The Archaeology of Roman Britain, 3. Oxford: BAR British Series 663 p.

Витрувий: Витрувий Поллион, Марк. Десять книг об архитектуре / Пер. Ф.А. Петровского. М.: Всес. акад. архитектура, MCMXXXVI [1936], 331 с. Электронный ресурс: https://archive.org/details/vitruvii-10-knig-ob-arhitekture-t1-1936/page/10/mode/2up Дата обращения: 10.01.2026.

Плиний: Pliny. Natural History. With an English translation in ten volumes. Vol.5: Libre XVII-XIX / by H.Rackham, M.A. Cambridge, Massachutts, Harvard University Press. L., MCMLXI (1961). Электронный ресурс: https://archive.org/details/naturalhistory05plinuoft/page/n5/mode/2up. Дата обращения: 10.01.2026.

Тацит: Тацит, Корнелий Сочинения [Текст]: в 2 т. / [отв. ред. С. Л. Утченко] (1993). М.: Науч.-изд. центр «Ладомир».

Аландская долина как ресурс жизнеобеспечения и защиты в эпоху поздней бронзы

The Alandskoye Valley as a resource for life support and protection in the Late Bronze Age

П.Ф. Кузнецов[1], А.Н. Коновалов[2]
P.F. Kuznetsov, A.N. Konovalov
[1]Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара,
Pavelf.kpf.kuznetsov@gmail.com
[2]Независимый исследователь

В 2022 и 2025 гг. авторы провели осмотр укрепленного поселения Аландское и окружающей его долины. Были обследованы вал и ров, опоясывающие поселение. На поверхности вала, с его внешней стороны хорошо видны верхние плиты гранита светлого цвета. Плиты есть не на всем протяжении вала. С его северной стороны, на протяжении около 90 м, они отсутствуют. С южной стороны, наоборот, поселение видно только благодаря светлым плитам гранита. Без оптических приборов плиты доступны обзору на расстоянии 3–5 км. Здесь же была обнаружена кварцитовая плита, лежащая на поверхности вала. Таким образом, значение гранитной облицовки и кварцитовой плиты заключается в том, что они были ориентиром территориального местоположения Аландского поселения. В пределах Аландской долины обнаружены выходы амфиболитов, светлых гранитов и кварцитов. Таким образом, ресурсы долины вполне обеспечивали все необходимые потребности для возведения укрепленных сооружений кольцевого вала поселения.

Ключевые слова: бронзовый век, синташтинская культура, укрепленное поселение, гранитная облицовка вала

In 2022 and 2025, we visited the fortified settlement of Alandskoye. We examined the rampart and ditch surrounding the settlement. Light-colored granite slabs are clearly visible on the outer surface of the rampart. These slabs are not present along the entire length of the rampart. On its northern side, for approximately 90 m, they are absent. On the southern side, conversely, the settlement is visible only thanks to light-colored granite slabs. Without optical instruments, the slabs are visible from a distance of 3–5 km. A quartzite slab was also discovered lying on the surface of the rampart. Thus, the significance of the granite facing and quartzite slab lies in their role as markers for the territorial location of the Alandskoye settlement. Outcrops of amphibolites, light-colored granites, and quartzites were discovered within the Alandskoye Valley. The valley's resources fully provided all the necessary requirements for the construction of the fortified structures of the settlement's ring wall.

Keywords: Bronze Age, Sintashta culture, fortified settlement, granite rampart facing

Укрепленное поселение Аландское, расположенное на востоке Оренбургской области, в паре с поселением Берсуат (34 км к востоку), являются самыми южными памятниками синташтинской «страны городов». Оба памятника имеют круглоплановую структуру. Но яркая особенность Аландского заключается в том, что внешняя сторона вала обложена камнем.

В 1987 г. И.М. Батанина провела дешифровку аэрофотоснимков этого укрепленного поселения (Зданович, Батанина, 2007, с. 56–58). В 1977, 1999 и 2000 гг. здесь были проведены масштабные раскопки, которые позволили изучить особенности оборонительных сооружений памятника. Вскрыто 706.5 м^2. Г.Б. Зданович и Т.С. Малютина установили, что в синташтинское время оборонительный ров имел глубину до 3.5 м, ширина вала достигала 5 м, высота – до 1 м (Зданович, Малютина, 2006, с. 58). По представлению авторов, вал два раза обновлялся: после возведения (материал – сырцовый блок) он был облицован глиной и камнем темного цвета – амфиболитом, затем – обложен гранитными плитами (Зданович, Малютина, 2006, с. 58, 59).

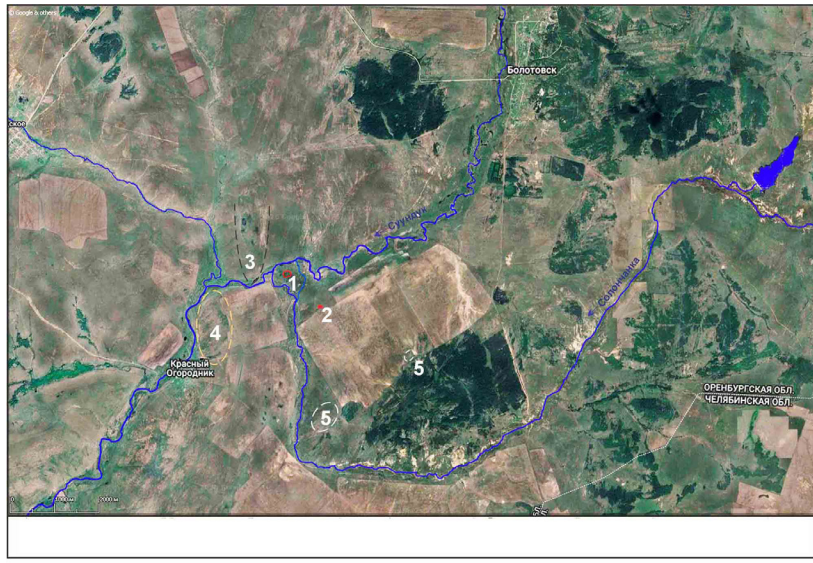




Рис. 1. Укрепленное поселение Аландское. 1 – космоснимок Аландской долины из: Google & others (1 – пос. Аланское; 2 – Солончанка 1а, курган 2 синташтинской культуры; 3 – ареал выхода амфиболитов; 4 – ареал выхода гранитов; 5 – ареалы выхода кварцитов.); 2 – кварцевая глыба на СВ участке поверхности вала укрепленного пос. Аландское.

Авторы дважды посетили Аландское поселение – в 2022 и 2025 гг. При первом посещении было установлено, что плиты светлого гранита облицовывают вал не полностью. На стороне, которая обращена к р. Суундук, на протяжении 90 м, облицовка гранитом на поверхности отсутствует. В августе 2025 г. авторы вновь посетили пос. Аландское. На северной половине вала появилась глубокая колея от прохода по памятнику тяжелой техники. Опрос местных жителей показал, что весна 2025 г. была весьма



Рис. 2. Укрепленное поселение Аландское и его окрестности. 1 – амфиболиты северной стороны вала пос. Аландское, обращенной к р. Суундук, вид на колею в поверхности вала; 2 – выход амфиболитов на противоположном от поселения берегу р. Суундук.

дождливой и сопровождалась активным таянием снегового покрова. В результате, значительная часть долины, окружающей поселение, была затоплена разливами р. Суундук и её притока – р. Солончанка. Возвышающийся вал стал частью грунтовой дороги. На поверхности вала образовалась колея длиной более 10 м, шириной более 1 м и глубиной до 0.3 м. В колее обнажился участок северной облицовки вала, состоящей только из амфиболитов (рис. 2, 1). Это подтвердило наше предположение о том, что часть вала, обращенная к реке, светлой гранитной облицовки не имела. Вместе с тем, на поверх-

ности вала, там, где начинались куски гранита, обнажился массивный кусок кварца размерами 0.5 × 0.22 м. Кварцевая глыба была выворочена на поверхность вала из слоя залегания вследствие пробуксовки тяжелой техники. Кварц имел ярко-белый цвет и был хорошо заметен на поверхности (рис. 1, 2). Наличие кварцевой глыбы на поверхности вала является дополнительным подтверждением нашей гипотезы о том, что вал, помимо гидротехнического и оборонного значения, был ещё и маркерным сооружением для определения на расстоянии 3–5 км территориального местоположения поселения (Кузнецов, 2025, с. 20).

Задачей повторного посещения Аландской долины был поиск источников сырья для облицовки камнем вала, окружавшего поселение. Авторы целенаправленно искали выходы амфиболита, гранита и кварца (рис. 1, 1). О наличии амфиболитов на противоположном, правом берегу р. Суундук писалось ранее (Зданович, Батанина, 2007, с. 56). Оказалось, что эти выходы расположены достаточно близко к памятнику. Обнажения находятся в 530 м к западу от вала поселения (рис. 2, 2). Они выступают на приподнятом участке местности на уровне 305 м в Балтийской системе высот. Этот возвышенный мыс к западу ограничен левым притоком р. Суундук – р. Карабутак. Отдельные выходы амфиболитов встречаются на протяжении не менее 3 км от устья притока. В 1340 м к СВ от вала поселения и в 600 м к востоку от р. Карабутак отчетливо читается понижение овальной формы размером 140×60 м. Глубина его неизвестна, т.к. депрессия заболочена. Возможно, это остатки котлована по добыче амфиболита. Выход светлых гранитов также находится сравнительно близко в ~1.5 км к ЮЗ от вала поселения (рис. 3, 1). Они образуют куполообразную возвышенность к западу от р. Солончанка (Зданович, Батанина, 2007, с. 56). Скальные выходы лежащих друг на друге плоских плит («каменных палаток») представляют собой овальную в плане структуру, расположенную вдоль левого берега р. Суундук, на площади 1200×800 м. Добыча гранитных плит не требовала каких-либо дополнительных усилий, кроме их раскалывания и транспортировки до поселения. Выходы кварца в виде отдельных глыб и их скоплений находятся так же сравнительно близко – в 3–3.5 км к югу и к юго-востоку от поселения (рис. 3, 2).

Таким образом, долина, в которой расположено укрепленное поселение Аландское, была непосредственным источником сырья для облицовки камнем кольцевого вала (рис. 1, 1). Здесь же, в Аландской долине, есть отдельные залесённые участки. Преимущественно, произрастают сосны, но есть также березы и ивняк. Мы полагаем, что обеспеченность древесиной была вполне достаточной. Специфическая особенность Аландской долины заключается ещё в том, что она естественно защищена водными преградами. Долина имеет форму пятиугольника и вытянута по линии СВ–ЮЗ. Её максимальные размеры 10×5 км. Южная половина долины оконтурена р. Солончанка, северная – р. Суундук. Северо-восточная сторона долины ограничена лесным массивом и руч. Болотки. Само поселение расположено непосредственно в месте впадения р. Солончанка в р. Суундук. Противоположный берег возвышенный, что является естественным укрытием от северных ветров. Но, при этом, расстояние от поселения до естественных возвышений другого берега превышает 300–350 м. Такое расстояние не позволяет сделать прицельные выстрелы из лука, т.к. эффективная боевая дальность стрельбы в бронзовом веке не превышала 150–200 м (Miller et al., 1986, p. 187; Kooi, Bergman, 1997, p. 13, 14). В результате, достаточно логичной будет гипотеза о том, что Аландское поселение имеет оптимальное положение, которое максимально препятствует вероятности внезапного нападения. Этот вывод вполне органично дополняет представление о том, что оборонительные сооружения синташтинской культуры возводились против внезапного нападения, но не для противостояния в длительной осаде (Семьян, 2014, с. 110). Кольцевые

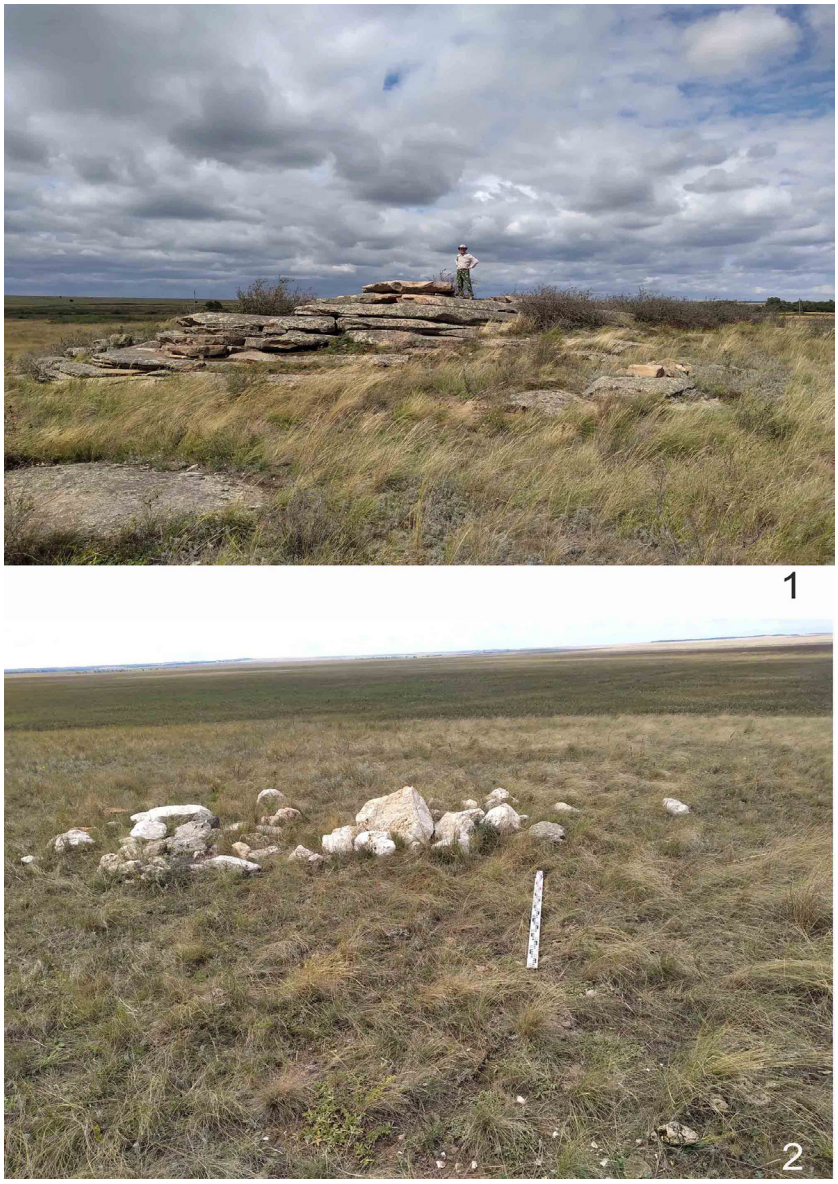


Рис. 3. Выходы минерального сырья в окрестностях поселения Аландское. 1 – выход светлых гранитов в 1.5 км к З от пос. Аландское. 2 – выход кварцитов в 3 км к югу от пос. Аландское.

валы и ров Аландского поселения сочетают в себе все три функции: гидротехнические (тип 1), оборонительные (тип 2) и маркерные (тип 3). В связи с тем, что Аландская долина сама по себе была естественно защищенной территорией, то оборонительная функция была менее значимой, чем гидротехническая и маркерная.

По площади Аландская долина сравнительно небольшая – около 55 км^2. На самом поселении могли одновременно проживать не менее 500 человек, т.к. здесь зафиксировано 57 жилищных западин наиболее раннего времени (Зданович, Батанина, 2007, с. 59). Для комплексного скотоводства площадь долины представляется явно недостаточной.

Плотность населения, ведущего экстенсивное скотоводство, надежно определена в максимальных пределах 0.5–2.7 чел/км^2 (Косарев, 1984, с. 136, 137; Халдеев, 1987, с. 231). Взяв усреднённое значение: 1 чел/1 км^2, получаем необходимую площадь, которая превышает площадь Аландской долины в 10 раз. Потенциально, если скотоводство велось бы только внутри долины, то перевыпас грозил бы катастрофическими последствиями для всего социума. Вполне вероятно, что в летний период на поселении большей части его жителей не было, т.к. они занимались отгонным скотоводством на расстояния в 15–20 км. Ландшафт северной степной зоны Южного Зауралья является равнинно-возвышенным и довольно однообразным, т.к. не имеет выраженных господствующих высот. Этим ландшафты, окружающие поселения Аландское и Берсуат, существенно отличаются от поселений Аркаим и Синташта, поэтому маркерное обозначение Аландского выгладит вполне логичным.

Литература

Зданович Г.Б., Батанина И.М. (2007) Аркаим – Страна городов: Пространство и образы (Аркаим: горизонты исследований). Челябинск: Крокус, 260 с.

Зданович Г.Б., Малютина Т.С. (2004) Укрепленное поселение Аландское. Строительные горизонты и керамические комплексы. *Этнические взаимодействия на Южном Урале*. Мат. II рег. науч.-практ. конф. Челябинск: ООО «Рифей», 56–61.

Косарев М.Ф. (1984) Западная Сибирь в древности. М.: Наука, 245 с.

Кузнецов П.Ф. (2025) Аландское. Тридцать лет спустя. *Magistra Vitae: электронный журнал по историческим наукам и археологии*, 10(3), 19–24. https://www.doi.org/10.47475/2542-0275-2025-10-3-19-24.

Семьян И.А. (2014) Военный фактор в культурогенезе синташтинских памятников по материалам укрепленных поселений. Процесс культурогенеза начальной поры позднего бронзового века Волго-Уральского региона. Самара: ПГСГА, 107–113.

Халдеев В.В. (1987) Сколько было сарматов? *Советская археология*, 3, 230231.

Miller R., McEwen E., Bergman C. (1986) Experimental approaches to ancient near Eastern Archery. *World Archaeology*, 18(2), Weaponry and Warfare, 178–195.

Kooi B.W., Bergman C.A. (1997) An approach to the study of ancient archery using mathematical modelling. *Antiquity*, 71:(271), 124–134.

Линейные геоархеологические комплексы

Linear geoarchaeological complexes

А.А. Герцен

A.A. Herzen

Институт географии РАН, г. Москва, gerzen@igras.ru

Современный этап развития геоинформационных технологий позволяет достичь значительных успехов в изучении размещения памятников археологического и культурного наследия в целом. Приводятся примеры нескольких микрорегионов Северо-Западного Причерноморья (территории современных Молдавии и Румынии, для которых проведена тотальная на текущий момент цифровая и картографическая систематизация охраняемых памятников археологии), где выявлены особые совокупности древних поселений и курганов, имеющие линейных характер размещения и образующие особые геоархеологические комплексы. Они представляют собой сложные географические системы, формировавшиеся в процессе длительной историко-географической эволюции регионов, центральным и системообразующим компонентом которых выступают

древние транспортные пути, связывавшие и связывающие населённые пункты, производственные центры, а также важные сопутствующие природные, архитектурные и инфраструктурные объекты, ныне ставшие культурного памятниками наследия.

Ключевые слова: геоархеологические комплексы, археологические геосистемы, памятники наследия, курганы, дороги, старинные карты, ГИС, Северо-Западное Причерноморье

The current development of geoinformation technologies allows for significant advances in the study of the distribution of archaeological and cultural heritage sites in general. Examples are provided of several microregions of the North-Western Black Sea region (the territories of modern-day Moldavia and Romania, for which a comprehensive digital and cartographic systematization of protected archaeological sites has been conducted to date), where distinct clusters of ancient settlements and burial mounds have been identified, arranged in a linear pattern and forming distinct geoarchaeological complexes. These complex geographic systems evolved over the long historical and geographical evolution of the regions, with ancient transport routes serving as a central and system-forming component, linking and connecting settlements and production centers, as well as important associated natural, architectural, and infrastructural features that have now become cultural heritage sites.

Keywords: geoarchaeological complexes, archaeological geosystems, heritage sites, mounds, roads, ancient maps, GIS, North-Western Black Sea region

Северо-Западное Причерноморье – один из наиболее богатых по количеству памятников наследия регионов планеты, имеющих давнюю историю археологических исследований. В Молдавии и Румынии выявлены, систематизированы, предложены к государственному учёту и охране десятки тысяч объектов.

В 2024 г. составлен Национальный археологический реестр (Registrului arheologic național)[1] коллективом Национального археологического агентства под руководством М. Ворника. В него вошли около 4.9 тыс. пунктов и комплексов, по данным разных литературных источников, включая дешифровку фотоснимков Национального фонда геопространственных данных[2].

В настоящее время в Национальный археологический реестр Румынии внесены 28970 памятников[3], в Перечень исторических памятников[4] – 30154 объекта, в Национальный археологический реестр Республики Молдова – 11156[5]. Многие памятники изучены, в том числе детально, сведения внесены в широкий научный оборот, по некоторым имеется обширная литература, однако подавляющее большинство объектов (в особенности тысячи курганов) не исследованы совсем.

Современный этап развития компьютерных технологий позволил достичь значительных успехов в изучении размещения памятников археологии с использованием геоинформационных систем. В 2022 г. на специальной платформе Национального

1 Republica Moldova. Parlamentul. Lege Nr. 144 din 13-06-2024 pentru aprobarea Registrului arheologic național și modificarea unor acte normative. Publicat: 03-07-2024 în Monitorul Oficial Nr. 282-285 art. 421 (URL: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=143919&lang=ro).

2 Guvern Republicii Moldova. Ministerul Culturii. Registrul Arheologic Național a fost aprobat astăzi de Guvern. Publicat: 06.03.2024 (URL: https://mc.gov.md/ro/content/registrul-arheologic-national-fost-aprobat-astazi-de-guvern).

3 Institutul Național al Patrimoniului. Repertoriul arheologic național (RAN) (URL: https://ran.cimec.ro/).

4 Institutul Național al Patrimoniului. Lista monumentelor istorice din România (LMI) (URL: https://patrimoniu.ro/ro//articles/lista-monumentelor-istorice).

5 Republica Moldova. Parlamentul. Lege Nr. 144 din 13-06-2024 pentru aprobarea Registrului arheologic național și modificarea unor acte normative. Publicat: 03-07-2024 în Monitorul Oficial Nr. 282-285 art. 421 (URL: https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=143919&lang=ro).

фонда геопространственных данных специалистами Национального археологического агентства и Агентства геодезии, картографии и кадастра была составлена и опубликована Карта археологических памятников Республики Молдова[6]. В Румынии разработан Картографический сервер национального культурного наследия (соответствующая база данных поддерживается Национальным институтом наследия, развитие ГИС-портала осуществляется сотрудниками под руководством Й. Сандрика)[7]. Сервисы представлены в открытом доступе, имеют широкий и достаточно удобный в использовании функционал. Наряду с административно-хозяйственным они обладают огромным научно-исследовательским значением.

Точная локализация памятников археологического наследия с помощью современных геоинформационных технологий выявляет особый тип географических систем – археологических географических систем (археологических геосистем или геоархеологических систем), выступающих объектом научного интереса географии и археологии, а также смежных с ними дисциплин (общей и региональной истории, культурологии, этнологии, этнографии, лингвистики, диалектологии, краеведения, экономики туризма и др.).

Даже начальный анализ размещения археологических памятников Молдавии и Румынии с помощью разработанных ГИС-сервисов, обнаруживает ряд географических закономерностей. Явно прослеживаются районы повышенной концентрации памятников (во многих случаях чрезвычайно высокой) – на равнинных участках, обеспеченных водой, но с хорошо дренируемым грунтом и плодородными почвами, т.е. в местах с наиболее благоприятным географическим положением, удобных для проживания. В то же время – таковых очень мало (в ряде районов они почти полностью отсутствуют) в высоко-, средне- и даже низкогорных местностях, на сильнопересечённых холмистых возвышенностях со значительной долей крутосклонов, а также на засушливых или, наоборот, переувлажнённых, заболоченных территориях – т.е. наименее удобных для жизни и хозяйственной деятельности.

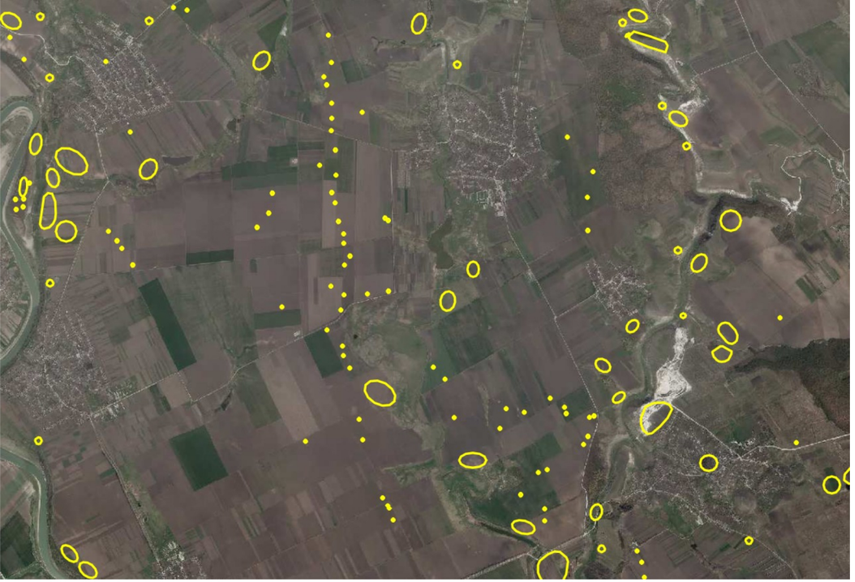
Более пристальный анализ особенностей географического положения памятников археологии показывает наличие в рамках больших археологических геосистем специфических структур, отличающихся линейной формой, которые можно назвать линейными геоархеологическими комплексами. Некоторые ярко выраженные примеры таких структур представлены на рис. 1.

Среди наиболее естественных и очевидных объектов, которые относятся к данной категории, – фортификационные рвы, валы, стены, протяженностью в десятки и даже сотни километров. В Северо-Западном Причерноморье наиболее известными примерами таких сооружений являются знаменитые Траяновы валы: участок Гревтунгского (Верхнего Траянова вала) в бассейне нижнего течения р. Ботны (рис. 1в). Схожая, менее известная, но более изученная и весьма сложная система укреплений находится в северо-западной части Трансильвании (рис. 1г). В субширотном направлении простирается вал, защищающий Поролисс (Porolissum) – столицу провинции в северной части территории Дакии, присоединённой к Римской империи в начале II в. В непосредственной близости от каструма вал дополнен каменной стеной. К западу простирается участок вала, соединяющего башни и бурги, возведённые на водоразделе бассейнов среднего

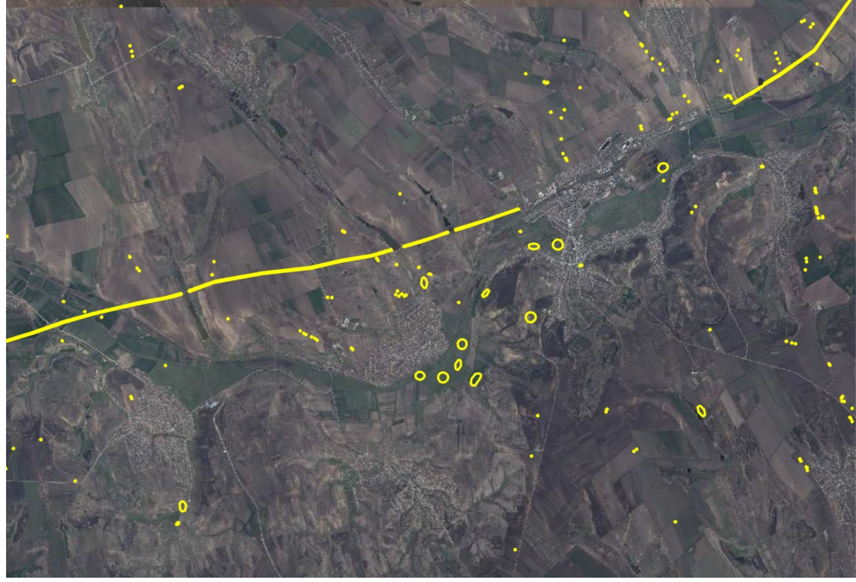
6 Agenția Națională Arheologică. Harta siturilor arheologice din Republica Moldova (URL: https://ana.md/harta-siturilor-arheologice-din-republica-moldova/); Agenția Geodezie, Cartografie și Cadastru. Situri arheologice (URL: https://geodata.gov.md/_v/2026042013/#/viewer/openlayers/347).

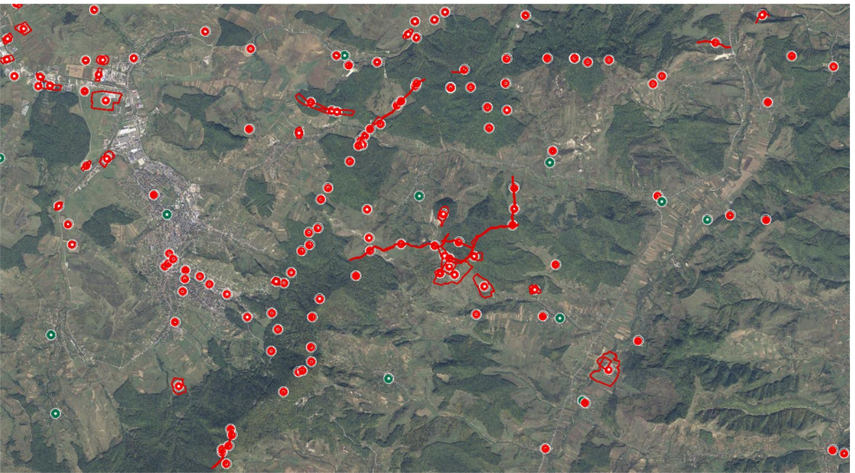
7 Institutul Național al Patrimoniului. Server Cartografic pentru Patrimoniul Cultural Național (URL: https://map.cimec.ro/Mapserver/).

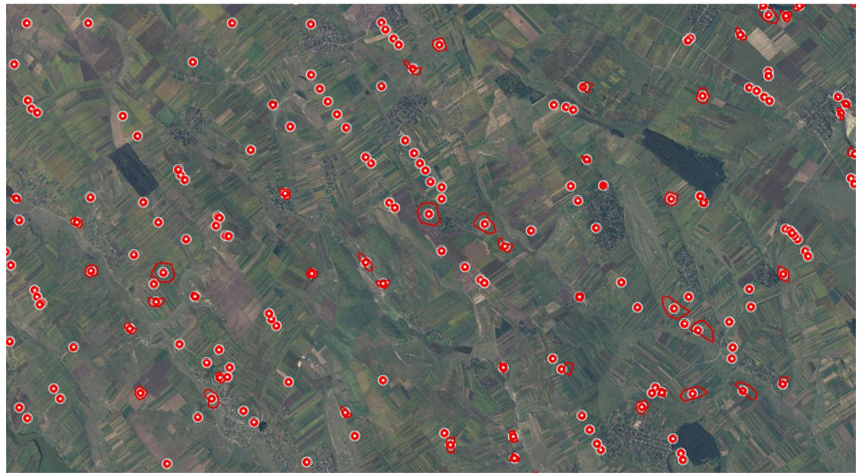
Рис. 1. Линейные геоархеологические комплексы различных районов Северо-Западного Причерноморья: бассейна Среднего Реута (а), левобережья (б) и правобережья (д) бассейна Верхнего Прута, бассейна Нижней Ботны (в), бассейна Среднего Сомеша и верховий Красны (г), правобережья Дельты Дуная (е).

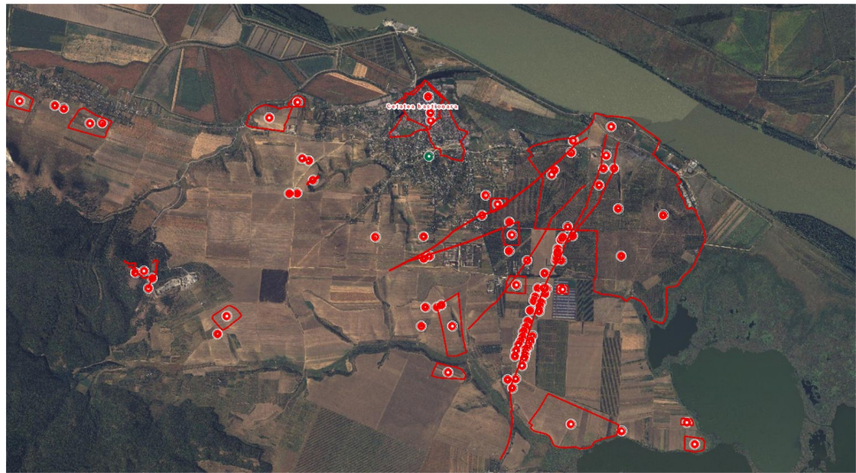












течения р. Сомеша и верхнего течения р. Красны. Укрепления являются частью огромной системы, тянущейся с юго-запада на северо-восток от Западных Румынских гор, по горному хр. Мезеш, вдоль среднего и верхнего течения р. Сомеша к Восточным (Молдавским) Карпатам. Выявлению и уточнению характеристик объектов в значительной мере способствовали лидарные съёмки последних десятилетий, проведённые в рамках подготовки к номинированию комплекса к включению в Список Всемирного наследия.

Другой вид структур, имеющих выраженную линейную направленность – курганные комплексы, которые также часто приурочены к водоразделам. Примеры таких структур весьма многочисленны и могут объединять десятки курганов, выстроенных в одну линию, друг за другом на относительно небольшом расстоянии (нескольких километров).

Так, в бассейне р. Средний Реут (рис. 1а) имеется несколько таких структур: на правобережье между сёлами Багринешты и Сербешты на расстоянии 7 км расположены 14 курганов, а между сёлами Бобулешты и Кашунка на расстоянии 8 км – 22 кургана; на левобережье вдоль линии длиной 2.5 км на северо-восток от Рогожен – 18 курганов.

Один из самых значительных подобных комплексов находится на левобережье верхнего течения р. Прута (рис. 1б): между сёлами Фетешты и Новые Куконешты на расстоянии 23 км размещены 54 кургана. На правобережье верхнего течения р. Прута несколько таких структур (рис. 1д): на участке между сёлами Икимены и Стынка (38 км) к водоразделу притоков рр. Воловец и Башеу, пересекаемом проложенным перпендикулярно одним из Траяновых валов, приурочено более 50 курганов. Здесь же вдоль водораздела рр. Воловца и собственно Прута на расстоянии 17 км сохранились 18 курганов (половина из которых в месте пересечения с валом). Следует также отметить, что не все курганы учтены в соответствующих реестрах, хотя отмечены на современных и старинных топографических картах, зафиксированы на аэрофото- и космоснимках. Зачастую курганы расположены друг напротив друга, по обе стороны прямой, проходящей между ними, чётко идентифицируемой линии. Такой же характер линейного последовательного расположения имеют многие синхронные поселения разных археологических культур и эпох, широко распространённые в регионе, в т.ч. вдоль рассмотренных курганных комплексов.

Ещё один яркий пример (рис. 1е) – пятикилометровый участок римской дороги, фланкированный курганами по обеим сторонам (21 – с западной, 19 – с восточной). Дорога вела в крепость Новиодун (Noviodunum), построенную на правом берегу р. Нижний Дунай (в античности – Истра) в самом удобном в районе дельты месте переправы на противоположный северный берег. Преимущества географического положения этого локуса было оценено задолго до расцвета римского дорожного строительства: в конце VI в. до н.э. Дарий I Великий во время кампании по завоеванию Скифии повелел ионянам «плыть в Понт до устья реки Истра, а затем по прибытии к Истру построить мост через реку и ожидать его там (ибо корабли вели ионяне, эолийцы и геллеспонтийцы). Итак, флот прошел через Кианеи и взял курс прямо к Истру. Затем, поднявшись по реке на два дня плавания от моря, мореходы приступили к сооружению моста на «шее» реки, где Истр разделяется на гирла» (Геродот, 1972, с. 210). Из-за неудачи военного похода, вопреки изначальным планам обойти Чёрное море кругом и вернуться в Персию через Кавказ, армии великого царя пришлось воспользоваться этим мостом дважды (Геродот, 1972, с. 210–222, 522).

Очевидно, взаимосвязь транспортных артерий и курганных комплексов также системна, что само по себе логично, т.к. возведение любого сооружения требует транспортной доступности. Однако фиксация факта существования сложных линейных гео-

археологических комплексов, важнейшими неотъемлемыми компонентами которых выступают древние дороги и построенные вдоль них курганы (и, вероятно, другие сооружения), выявляет крупные фундаментальные научные проблемы – их эволюции и функциональности. Если предназначение дорог очевидно и универсально – связь между поселениями, то весь спектр целей возведения курганов, возможно, не так однозначен. Наряду с погребальной функцией, большое значение имел пограничный, пространственно-ориентационный, фортификационный, культово-ритуальный аспекты, и, скорее всего, их симбиоз. Об этом свидетельствуют повсеместная приуроченность к водоразделам, сохранившиеся на них каменные стелы и межевые знаки, укрепления. Целостное решение данных проблем возможно только в рамках междисциплинарной интеграции исследований таких структур с учётом результатов классических археологических раскопок (что, несомненно, является основой) и определением системной роли памятника как географического объекта и части линейного геоархеологического комплекса.

Большую роль в определении предпосылок формирования линейных геоархеологических комплексов, а именно – транспортного фактора, играет комплексный картографический анализ. Сопоставление старинных географических карт с современными топографическими картами и планами, а также геоинформационными системами показывают, что дорожная сеть меняется вместе с социально-экономическими трансформациями (причём эти процессы взаимообусловлены). Важнейшей рубежной вехой, сильнейшим образом повлиявшей на пространственный рисунок дорожной сети, стало начало эпохи индустриализации – прокладка железных дорог в середине XIX в. В ряду более существенных последствий (наряду с ростом одних и угасанием других населённых пунктов, перераспределением транспортных потоков, созданием новых, перестройкой и разрушением старых сооружений и т.п.) было и то, что многие участки линейных курганных комплексов оказались в стороне от современных дорог (например, посреди полей). Вместе с тем, также много участков древней дорожной сети оказались весьма «консервативны», географически «устойчивы» и ныне продолжают исполнять свои функции. Объёмы такого соотношения – тоже крупнейшая научная задача, требующая огромных специальных исследований. Тем не менее, о прежней роли некоторых участков, в древности бывших местными или даже магистральными транспортными артериями, свидетельствуют старинные географические карты, на которых такие дороги отмечены (рис. 2).

Северо-Западное Причерноморье относится к регионам древнейшей изученности и охвата картографическими произведениями, в т.ч. наиболее подробными, заложившими во второй половине XVIII – первой половине XIX вв. основы классической топографии. Однако в целом традиция изображения сухопутных дорог для старинной картографии – редкость (причиной тому, очевидно, были объективные сложности). В действительности даже для Северо-Западного Причерноморья таких произведений единицы (Homanno, 1702, рис. 2, ряд 1а; Миних, Делиль, 1738, рис. 2, ряд 1б; Lidl, 1749; Rouge, 1770, рис. 2, ряд 1в; Iäger, 1770, рис. 2, ряд 1г; Rizzi, Zannoni, 1772, рис. 2, ряд 2а; Moldawa, Polska, 1770, рис. 2, ряд 2б; Bawr, Schley, Schenk, 1772, рис. 2, ряд 2в; Раанъ, 1792; Генеральная…, 1799; Кушелевъ, 1800, рис. 2, ряд 2г; Корниловичъ, Говенъ, 1822; Шубертъ, Нейдгартъ, 1832; Кісселеф, Бергенхеім, Галіцін, Шопцул, 1833 и некоторые другие).

Изучение этих документов и картографическая реконструкция древней транспортной сети показывает, что вдоль линейных курганных комплексов в бассейнах рр. Верхний Прут (рис. 1б, д; рис. 2, ряд 3а–в) и Средний Реут (рис. 1а; рис. 2, ряд 3г–е), а также других территорий, проходили дороги, на некоторых участках ныне недейству-

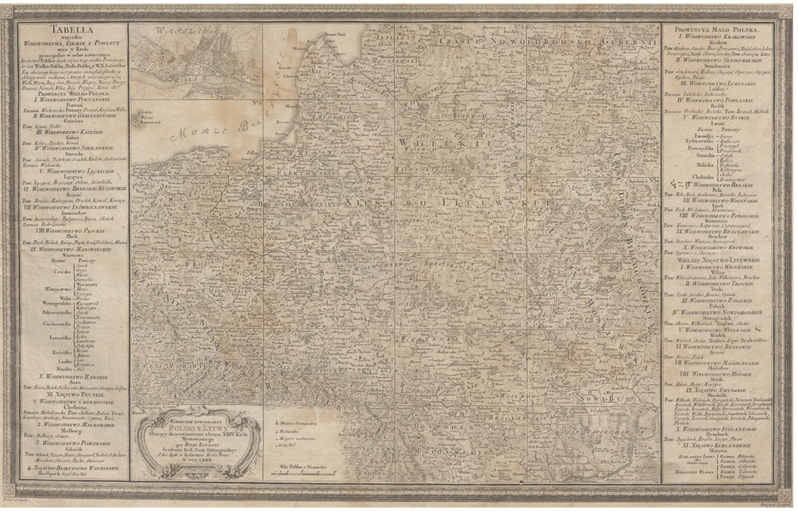

MARE NIGRUM


VKRANIA
MARE NIGRUM
MOLDAVIA
WALACHIA
TARTARIA


Театръ Войны
Часть
Польшм
Молдавія
Буджацкая
орда
Черное
Море
Крымъ
Романія
Сербія
Болгарія
Дарданія
Часть Македоніи


MOLDAVIE SEPTENTRIONALE
CARTE DE LA MOLDAVIE
VALACHIE
BULGARIE
MER NOIRE

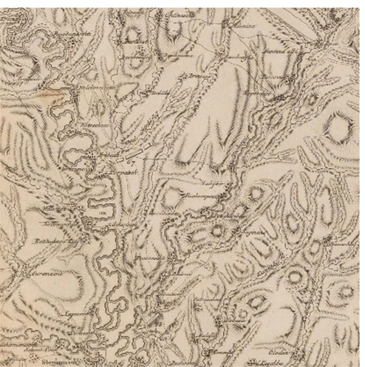

LA MER NOIRE
LA MER MEDITERRANE

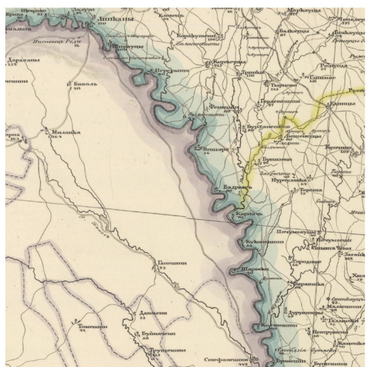

Tabella
Prowincya Mało Polska
Wielkie Xięstwo Litewskie
Morze Bałtyckie




EXPLICATION
MOLDAVIE
MER NOIRE

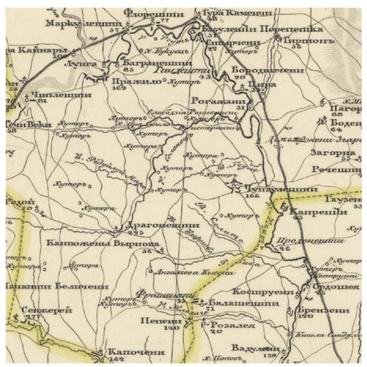

Азовское
Море
Часть
Черноморя

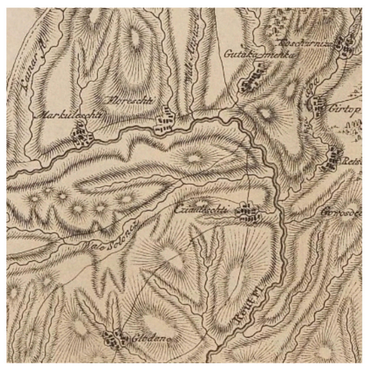





ЛЯПКАНІ
САНЕНІ
ГОРОХОВ
БОТОШАНІ
СТЕФАНЕШТІ


Cucuetzasc
Camuc
Viste
Su
Sobaczeny


Фрошешти
Марьешешти
Рогаманешти
Пырлицени
Ватрашешти
Прахало
Рогаманешти
Загорча
Речешти
Капрешты
Драгомирешти
Кэтэлина Вырнова
Кошруцень
Сэкэрей
Печени
Роздлец
Капочени
Вадулени


Markulesti
Horoschi
Gloden


Lac
de
Kagul
Jalpuch
Isaktschi

Рис. 2. Географические карты Северо-Западного Причерноморья XVIII–XIX вв. с изображением дорог: «Украния, что и Земля Козацкая с соседних Валахии, Молдавии, Малой Татарии провинциями представленная» (Homanno 1702) (ряд 1 а), «Театръ войны при Днепрѣ, Днестрѣ и Дунаѣ рѣкахъ MDCCXXXVIII году» (Миних, Делиль 1738) (ряд 1 б), Карта Молдавии (Rouge 1770) (ряд 1 в), «Театр войны между двумя могущественными империями России и Турции, как в Европе, так и в Азии» (Iäger 1770) (ряд 1 г); «Карта Польши…» (Rizzi Zannoni 1772) (ряд 2 а), Карта Молдавии и Польши (Moldawa Polska 1770) (ряд 2 б), «Карта Молдавии для служения Истории милитерной войны между Русскими и Турками» (Bawr, Schley, Schenk 1772) (ряд 2 в), «Подробная Милитерная Карта, по Границѣ Россіи с Турціею, Сочинена и Гравирована при Собственномъ Его Императорского Величества Депо Картъ» (Кушелевъ 1800) (ряд 2 г). Фрагменты карт: бассейн Верхнего Прута (ряд 3 а–в (Bawr, Schley, Schenk 1772; Шубертъ, Нейдгартъ 1832; Кісселеф, Бергенхеім, Галіцін, Шопцул 1833)), бассейн Среднего Реута (ряд 3 г–е (Rizzi Zannoni 1772; Шубертъ, Нейдгартъ 1832; Bawr, Schley, Schenk 1772)), район дельты Дуная (ряд 3 ж (Bawr, Schley, Schenk 1772)).

ющие, но существовавшие в допромышленный период, а на некоторых продолжающие функционировать до сих пор. Во многих местах курганы расположены с обеих сторон древних дорог, аналогично той, что сохранилась в районе дельты р. Дунай (рис. 1е; 2, ряд 3ж) и, как полагают учёные, вымощена в римский период.

Ещё одно важнейшее наблюдение, сделанное в результате картографического анализа и реконструкции топографии древней дорожной сети – её привязка к природным источникам воды (родникам), а при отсутствии таковых – регулярное чередование вдоль трассы рукотворных колодцев, размещённых системно, на определённом расстоянии. Также по направлениям древних дорог встречаются старинные переправы (броды, мосты), изредка сохранившиеся межевые знаки (каменные столпы), многочисленные распятия (часто на перекрёстках), храмы и храмовые комплексы (преимущественно в населённых пунктах) и, видимо, другие объекты дорожной инфраструктуры, требующие специального поиска, систематизации и изучения.

Таким образом, можно констатировать, что выявленные с помощью современных цифровых компьютерных технологий линейные геоархеологические комплексы представляют собой сложные географические системы, формировавшиеся в процессе длительной историко-географической эволюции регионов. Их центральным и системообразующим компонентом выступают древние транспортные пути (функционировавшие в разные исторические эпохи и зачастую продолжающие функционировать), связывавшие и связывающие населённые пункты (города, сёла, деревни), производственные центры, а также важные сопутствующие природные, архитектурные и инфраструктурные объекты (естественные и искусственные источники воды, многочисленные древние курганы, дорожные знаки, храмы и др.), ставшие достопримечательными. Сохранившиеся объекты и комплексы в целом и те, которые только предстоит выявить, представляют собой памятники археологии, архитектуры и градостроительства – неотъемлемую часть культурного наследия.

Литература

Генеральная Карта части Россіи Раздѣленная на Губернїи и уѣзды съ изображениемъ почтовыхъ и другихъ главныхъ дорогъ. Сочинена и Гравирована въ 1799мъ году при собственномъ Его Императорскаго Величества Депо Картъ. СПб.

Геродот (1972) История в девяти книгах. Л.: Наука. 600 с.

Кісселеф, П.Д., Бергенхеім, А.І., Галіцін, Шопцул (1833) Хартъ Адміністратівъ а Пріпціпатулуі Молдавіі. Алкътуітъ діп порупка де плін ыппутерпічітулуі Презідепт ал дівапурілор пріпціпатурілор Молдавіі ші Валахіі домпул геперал адютлпт Кісселеф де подполковніку гепераліческулуі щтаб Бергепхеім Іiy ші капітапул діп ачеааші штаб кпеazул Галіцін дупъ масштабул 1/420,000 Ын О: Букурещі 1833. Традусъ де прапорчікул Шопцул 1іу ын Літографіа луі Ј Еліад ші Р Біліц. Букурещі.

Корниловичъ, А.О., Говенъ, ф. Д.Х.Х. (1822) Генеральная Карта Бессарабской Области. Тульчинъ.

Кушелевъ, Г.Г. (1800) Подробная Милитерная Карта, по Границѣ Россіи с Турціею, Сочинена и Гравирована при Собственномъ Его Императорского Величества Депо Картъ. СПб.

Миних, Б.*К. фон, Делиль, Ж.Н*. (1738) Театръ Войны при Днепрѣ, Днестрѣ и Дунаѣ рѣкахъ MDCCXXXVIII году. Собраніе ландкартъ принадлежащихъ къ описанію бывшеи съ турками и татарами послѣднеи воины въ 1736. 1737. и 1738. годахъ. Карта VI. СПб.

Раанъ, ф. (1792) Театръ войны съ 1788го до 1790го года. Планъ военнымъ дѣйствіямъ Императорскихъ Россійскихъ и Австрійскихъ соединенныхъ Армей при занятіи Молдавіи и Бессарабіи. СПб.

Шубертъ, Ф.Ф., Нейдгартъ, А.И. (1832) Спеціальная карта западной части Россійской имперіи. СПб.

Bawr, F.G. de, Schley, J.V., Schenk, J.L. (1772) Carte de la Moldavie pour servir à l'Histoire militaire de la guerre entre les Russes et les Turcs. Amstelodami.

Homanno, I.B. (1702) Vkrania que et Terra Cosaccorum cum vicinis Walachiae, Moldaviae, Minorisque Tatariae provinciis exhibita. Noriberge.

Iäger, I.W. (1770) Le Theatre de la Guerre entre les deux puissans Empires de Russie et de Turquie, tant en Europe qu'en Asie. Francfort sur le Mein.

Lidl, J.J. (1749) Accurate Landkarte die Königreiche ober-und nieder-Hungarn, Slavonien, Croatien, Dalmatien, Bosnien, Servien, Bulgarien und Romanien, das gross Fürstenthum Siebenbürgen, die Fürstenthümer Moldau, Wallachien, Bessarabien, die Oczakowisch und Crimische Tartarey, die Pohlnische provinz Podolien, wie auch ein Theil von Ukranien und übrige angränzende Ländere vorstellend. Wienn.

Moldawa Polska (*Карта Молдавии* и *Польши*) (1770).

Musteaţă, S. (2019) Archaeological Heritage Resource Management in Romania and the Republic of Moldova: A Comparative View. *Competing Values in Archaeological Heritage* / Campbell, S., White, L., Thomas, S. (eds). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94102-8_4.

Rizzi Zannoni, J.A.B. (1772) Carte de la Pologne divisée par provinces et palatinats et subdivesée par districts. Construite d'apres quantité d'Arpentages d'Observations, et de Mesures prises sur les Lieux. Dediée a son Altesse le Prince Prusse-Vindes Joseph Alexandre Jablonowski palatin de Nowogrod. Chevalier des Ordres du St.Esprit, de l'Aigle blanc et se St.Hubert *Aβocié a l'*Academie Rle. des Sciences de Paris Par son trés humble et trés obeisant Serviteur J. A. B. Rizzi Zannoni de l'Academie Rle des Sciences de Gottingue d'Altors &c Geographe de la Marine de France 1772. Paris.

Rouge, Le G.-L. (1770) Carte de la Moldavie dressee sur celle du prince Cantimir dans la quelle j'ai puise simplement pour la partie meridionalle, la septent.le est reduitte d'apres la frontiere du Royaume de Pologne, de M.r Zannoni,.. le Rouge geographe du roy, a Paris. Aout 1770. Paris.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ АРХЕОМЕТРИИ

Епимахов А.В. Проблемы междисциплинарного взаимодействия археологов и специалистов естественных наук на ниве интеграционных практик 5
Добровольская М.В. Концентрация и изотопный состав стронция как прокси в некоторых аспектах биоархеологических исследований 8
Григорьев С.А. Формы торговли оловом в Евразии 13

ЧАСТЬ 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ДРЕВНИМИ ОБЩЕСТВАМИ

Сериков Ю.Б. Сырьевая база населения северных районов Зауралья в каменном веке (палеолит–неолит) (по материалам памятников рек Сосьва, Лозьва и Тавда) 18
Карманов В.Н., Макаров А.С., Вахрушев Л.А., Шитова Э.С. Тепловая обработка кремнистых пород крайнего северо-востока Европы: дизайн экспериментов и их первые результаты 24
Шитова Э.С. Кремневые изделия с признаками термического воздействия и их сравнение с экспериментальными образцами (по материалам энеолитических комплексов Шиховского микрорайона на р. Печоре) 28
Вахрушев Л.А. Характеристика почв на местах тепловой обработки кремня: предварительные результаты аналитических исследований (по материалам крайнего северо-востока Европы) 29
Макаров А.С. Особенности сырьевой базы каменных индустрий крайнего северо-востока Европы 30
Ипполитова Д.А., Новосёлов А.А., Скочина С.Н. Петрографическая характеристика и предполагаемые источники каменного сырья неолитических поселений лесостепного Приишимья 31
Смертина А.Ю., Смертин А.Р. Экспериментально-трасологическое изучение каменных украшений Приуралья 36
Сериков Ю.Б., Иванов С.А. Случайные находки неординарных каменных изделий на территории Верхнесалдинского муниципального округа Свердловской обл. 41
Зданович Д.Г., Сёмин Д.В. Миниатюрный каменный предмет из культурного слоя поселения Синташта эпохи бронзы, Южный Урал 46
Можаева А.А. Сапожковидные песты-терочники с территории Среднего Предуралья 50
Костомарова Ю.В., Алаева И.П., Букачёва А.О., Кабанова Л.Я., Анкушев М.Н. Результаты комплексного изучения резного навершия алакульской культуры поселения Чебаркуль III в Южном Зауралье 54
Каменева Ю.А. Мел в погребальном обряде раннего железного века на территории Нижнего Поволжья 58

ЧАСТЬ 3. КУЛЬТУРНЫЙ СЛОЙ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ

Кулькова М.А., Ларенок О.П., Кульков А.М., Кашуба М.Т., Стрельцов М.А., Петров М.А. Реконструкция функциональных зон Каратаевского городища среднего бронзового века по геохимическим данным культурных отложений методом портативной рентгенофлуоресцентной спектрометрии (pXRF) 62
Бахшиев И.И., Берсенёв Е.В., Трубицына Э.Д. Результаты палинологического изучения культурного слоя укрепленного поселения эпохи бронзы Сибаркуль-2 в Башкирском Зауралье 69

Васючков Е.О., Анкушева П.С., Епимахов А.В. Рекогносцировочные исследования культурного слоя поселения Зингейское-3 методом рентгенофлуоресцентного анализа (бронзовый век Южного Зауралья) 75
Плеханова Л.Н. Солонцы погребенных почв Зауралья как сигнал изменения климата раннего железного века 80

ЧАСТЬ 4. ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ И БИОАРХЕОЛОГИЯ

Хубанова А.М., Базаров Б.А., Хубанов В.Б. Эволюция питания населения Западного Забайкалья от позднего бронзового века до эпохи Средневековья: к оценке социальной структуры древних обществ 86
Крол А.А., Чиркова А.Х., Березина Н.Я., Савинецкий А.Б., Водолазова Д.Н., Крылович О.А., Кузнецов А.Б., Каурова О.К. Исследование мобильности древнего и средневекового населения Нубийской пустыни по данным анализа изотопов стронция: первые результаты 89
Свиркина Н.Г. Система жизнеобеспечения Фанагории и Херсонеса по изотопным данным 91
Маргарян К.Г., Рассомахин М.А., Бусова В.С., Таиров А.Д. Первые результаты исследования текстиля из могильников раннего железного века Магнитный и Кичигино I (Южное Зауралье) 95

ЧАСТЬ 5. АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРАМИКИ И СТЕКЛА

Долбунова Е.В., Кулькова М.А., Мазуркевич А.Н., Кривцова М.Л. Керамические комплексы 6-3 тыс. до н.э. Днепро-Двинского междуречья: смена «керамического пакета», выбора сырья и рецептур формовочной массы 100
Клочко А.А., Толмачева Е.Г., Косоруков В.Л. Геологический анализ минерального состава неолитической керамики Ониба (Северный Судан) в изучении ее происхождения, природного сырья и технологий производства 103
Яковлева Е.С., Гладышева Е.В., Куприянова Е.В., Плешанова Н.В. Технико-технологические характеристики керамики стоянки Михеевская 2 (комплекс 2022 г.) 109
Кашуба М.Т., Кулькова М.А., Кульков А.М. Культурная атрибуция керамики эпохи бронзы из разведок на поселениях с «загонами для скота» полуострова Тарханкут (Крым) по данным петрографического анализа 114
Меренкова С.И. Первые результаты изучения микроструктуры, химического и минералогического состава лепной керамики населения Крымских предгорий в позднеримское время 121
Требелева Г.В., Панкратов Д.А., Черкасова О.А., Юрков Г.Ю. К проблеме изучения керамических производств северо-западной Колхиды: методические вопросы 125
Стрельцов М.А., Кулькова М.А., Кашуба М.Т., Шаталова А.Е., Ерохова М.С., Малярова А.Д., Петров М.А. Специализированная археометрическая база данных и веб-платформа для исследования керамики бронзового века степного Крыма 131
Кулькова М.А., Малярова А.Д., Кашуба М.Т., Кульков А.М., Стрельцов М.А. Первые результаты петрографического анализа лепной варварской керамики из античного городища Калос Лимен (Северо-Западный Крым) 136
Столярова Е.К., Требелева Г.В. Археометрическое изучение стекол из раскопок Маркульского городища: диахронный срез 143

ЧАСТЬ 6. АРХЕОМЕТАЛЛУРГИЯ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА

Валиахметов И.А., Букачёва А.О., Анкушев М.Н., Рассомахин М.А. Свидетельства металлургического производства на укрепленном поселении бронзового века Княженское 17 148
Прокопьев А.А., Куприянова Е.В. Свидетельства металлургического производства на поселении бронзового века Степное VIII (экспериментально-трасологический анализ) 153
Петров Ф.Н., Таиров А.Д., Блинов И.А. Новые находки ножей-кинжалов бронзового века на территории Челябинской области 158
Шубин Ю.П., Шумилов И.Х. Экспериментальная плавка бурнонит-блеклых руд по примитивным технологиям 163
Мерц И.В., Ара Ю., Судзуки М., Канай Т., Фудзисава А., Мерц В.К., Чон Д. Минералогические и химические особенности связанных с металлургией артефактов поселения эпохи поздней бронзы Коктас-1 (Северо-Восточный Казахстан 167
Сапрыкина И.А., Требелева Г.В. Изделия из цветного металла из раскопок Маркульского городища: диахронный срез 172
Смертин А.Р., Чирков М.В. Опыт экспериментальной плавки железа сыродутным способом (по археологическим аналогиям средневекового Пермского Предуралья) 179
Снопков С.В., Сасим С.А. Результаты химического анализа средневековых железных изделий Прибайкалья 185
Рябинина Е.А., Анкушев М.Н., Рассомахин М.А., Хворов П.В., Новиков И.К., Маслюженко Д.Н. Состав металла котлов раннего железного века с территории лесостепного Притоболья 188
Файзуллин И.А., Анкушев М.Н., Костомарова Ю.В., Купцова Л.В., Рассомахин М.А., Сосновцева И.М., Усачук А.Н. Особенности хозяйства позднего бронзового века на поселениях Роптанка II и Роптанка III (Западное Оренбуржье) 193

ЧАСТЬ 7. ГИС И ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ В АРХЕОЛОГИИ

Шарапов Д.В., Плаксина А.Л. Оценка эффективности микротопографической съемки археологических памятников с помощью БПЛА в условиях Южного Зауралья 200
Требелева Г.В., Садчикова Т.А., Саканиа С.М., Третьяков И.В., Яворская Л.В., Юрков В.Г., Юрков Г.Ю. «Кавказский лимес» в Колхиде: косвенные данные минералогии, археозоологии и ГИС 204
Кузнецов П.Ф., Коновалов А.Н. Аландская долина как ресурс жизнеобеспечения и защиты в эпоху поздней бронзы 210
Герцен А.А. Линейные геоархеологические комплексы 215

CONTENT

CHAPTER 1. General Issues of Archaeometry

Epimakhov A.V. Problems of interdisciplinary cooperation between archaeologists and natural scientists in the field of integration practices 5
Dobrovolskaya M.V. Strontium concentration and isotopic composition as a proxy at the bioarchaeological research aspects 8
Grigoriev S.A. Forms of tin trade in Eurasia 13

CHAPTER 2. Use of Rocks by Ancient Societies

Serikov Yu.B. Raw material base of the population of the Northern Trans-Urals in the Stone Age (Paleolithic–Neolithic) based on materials from sites along the Sosva, Lozva, and Tavda Rivers) 18
Karmanov V.N., Makarov A.S., Vakhrushev L.A., Shitova E.S. Heat treatment of siliceous rocks of the extreme Northeast of Europe: design of experiments and first results 24
Shitova E.S. Flint artefacts with traces of thermal alteration and their comparison with experimental samples (case study of the Chalcolithic complexes of the Shikhovskoy microregion at the Pechora River) 28
Vakhrushev L.A. Soil characteristics at sites of heat treatment of flint: preliminary results of analytical studies (case study of the extreme northeast of Europe) 29
Makarov A.S. Characteristics of the raw material base of the stone industries of the extreme northeast of Europe 30
Ippolitova D.A., Novosyolov A.A., Skochina S.N. Petrographic characteristics and inferred sources of stone raw materials for the Neolithic settlements of the forest-steppe Ishim area 31
Smertina A.Yu., Smertin A.R. Experimental trace evidence analysis of stone ornaments of the Pre-Urals 36
Serikov Yu.B., Ivanov S.A. Accidental finds of the extraordinary stone artifacts in the territory of Verkhnesaldinsky municipal district of Sverdlovsk region 41
Zdanovich D.G., Siomin D.V. The miniature stone object from the cultural layer of the Sintashta Bronze Age settlement, Southern Urals 46
Mozhaeva A.A. Boot-shaped pestles-grinders from the Middle Cis-Urals 50
Kostomarova Yu.V., Alaeva I.P., Bukacheva A.O., Kabanova L.Ya., Ankushev M.N. Results of a comprehensive study of a carved pommel of the Alakul culture from the Chebarkul III settlement in the Southern Trans-Urals 54
Kameneva J.A. Chalk in the Early Iron Age Funerary Rite in the Lower Volga Region 58

CHAPTER 3. Cultural Layer of Archaeological Sites

Kulkova M.A., Larenok O.P., Kulkov A.M., Kashuba M.T., Streltsov M.A., Petrov M.A. Reconstruction of functional activity areas at the Middle Bronze age Karataevskoe Hillfort based on portable X-ray fluorescence analysis (pXRF) 62
Bakhshiev I.I., Bersenev E.V., Trubitsyna E.D. Palynological Study Results of the Cultural Layer of Bronze Age Fortified Settlement Sibarkul-2 in Bashkir Trans-Ural 69
Vasyuchkov E.O., Ankusheva P.S., Epimakhov A.V. Reconnaissance Studies of the Cultural Layer of the Zingeyka-3 Settlement Using X-Ray Fluorescence Analysis (Bronze Age of the Southern Trans-Urals) 75
Plekhanova L.N. Solonetz soils of the Trans-Urals as a signal of climate change in the Early Iron Age 80

CHAPTER 4. Isotopic Geochemistry and Bioarcheology

Khubanova A.M., Bazarov B.A., Khubanov V.B. Dietary evolution of the Western Transbaikalia population from the Late Bronze Age to the Middle Ages: toward assessing the social structure of ancient societies 86
Krol A.A., Chirkova A.Kh., Berezina N.Ya., Savinetsky A.B., Vodolazova D.S., Krylovich O.A., Kuznetsov A.B., Kaurova O.K. A study of the mobility of ancient and medieval populations in the Nubian Desert using Sr isotope analysis: preliminary results 89
Svirkina N.G. Life-support systems of Phanagoria and Chersonesus based on stable isotope analysis 91
Margarian K.G., Rassomakhin M.A., Busova V.S., Tairov A.D. The first results of the study of textiles from the Magnitny and Kichigino I burial grounds of the Early Iron Age (Southern Trans-Urals) 95

CHAPTER 5. Analytical Studies of Ceramics and Glass

Dolbunova E.V., Kulkova M.A., Mazurkevich A.N., Krivcova M.L. Ceramic complexes of the Dnieper-Dvina basin (6th–3rd mil BC): changes in the «ceramic package», raw material selection, and paste recipes 100
Klochko A.A., Tolmacheva E.G., Kosorukov V.L. Geological analysis of the mineral composition of Neolithic pottery from Oniba (Northern Sudan): a study of provenance, raw materials, and production technologies 103
Yakovleva E.S., Gladysheva E.V., Kupriyanova E.V., Pleshanova N.V. Technical and technological characteristics of the ceramics from the Mikheevskaya 2 site (2022 assemblage) 109
Kashuba M.T., Kulkova M.A., Kulkov A.M. Cultural attribution of Bronze Age pottery from surveyed settlements with “livestock corral” on the Tarkhankut Peninsula (Crimea) based on the thin section analysis 114
Merenkova S.I. First results of studying the microstructure, chemical and mineralogical composition of handmade pottery from the Crimean foothills population in the Late Roman period 121
Trebeleva G.V., Pankratov D.A., Cherkasova O.A., Yurkov G.Yu. About the study of ceramic production in Northwestern Colchis: methodological issues 125
Streltsov M.A., Kulkova M.A., Kashuba M.T., Shatalova A.E., Erokhova M.S., Malyarova A.D., Petrov M.A. A specialized archaeometric database and web platform for studying Bronze Age ceramics of the steppe Crimea 131
Kulkova M.A., Malyarova A.D., Kashuba M.T., Kulkov A.M., Streltsov M.A. First results of thin-section analysis of non-Greek pottery from the ancient city of Kalos Limen (Northwestern Crimea) 136
Stolyarova E.K., Trebeleva G.V. Archaeometric study of glass from the excavations of the Markul settlement: diachronic cross-section 143

CHAPTER 6. Archaeometallurgy and Metalworking

Valiakhmetov I.A., Bukacheva A.O., Ankushev M.N., Rassomakhin M.A. Evidence of metallurgical production at the Knyazhenskoye 17 Bronze Age fortified settlement 148
Prokopyev A.A., Kupriyanova E.V. Evidences of metallurgical production on the Bronze Age settlement Stepnoye VIII (experimental use-wear analysis) 153
Petrov F.N., Tairov A.D., Blinov I.A. New Bronze Age knife-dagger finds in the Chelyabinsk region 158

Shubin Y.P., Shumilov I.Kh. Experimental smelting of burnonit-fahlore ores for primitive technologies 163
Mertz I. V., Ara Y., Suzuki M., Kanai T., Fujisawa A., Mertz V. K., Jeong J. Mineralogical and Chemical Characterization of Late Bronze Age metallurgical artifacts from Koktas-1, Eastern Kazakhstan..... 167
Saprykina I.A., Trebeleva G.V. Non-ferrous metal artifacts from the excavations of the Markul settlement: diachronic overview 172
Smertin A.R., Chirkov M.V. An experiment in iron smelting using the bloomery process (based on archaeological analogies from the Medieval Permian Cis-Urals)..... 179
Snopkov S.V., Sasim S.A. Results of chemical analysis of medieval iron products of the Baikal region..... 185
Ryabinina E.A., Ankushev M.N., Rassomakhin M.A., Khvorov P.V., Novikov I.K., Maslyuzhenko D.N. The metal composition of the Early Iron Age cauldrons from the forest-steppe Tobol region 188
Faizullin I.A., Ankushev M.N., Kostomarova Yu.V., Kuptsova L.V., Rassomakhin M.A., Sosnovtseva I.M., Usachuk A.N. Features of the Late Bronze Age economy at the settlements of Roptanka II and Roptanka III (Western Orenburg region) 193

CHAPTER 7. GIS and Spatial Analysis in Archaeology

Sharapov D.V., Plaksina A.L. Evaluation of the accuracy of UAV-derived microtopographic plans of archaeological sites in the Southern Trans-Urals..... 200
Trebeleva G.V., Sadchikova T.A., Sakania S.M., Tretyakov I.V., Yavorskaya L.V., Yurkov V.G., Yurkov G.Yu. The “Caucasian Limes” in Colchis: indirect evidences from mineralogy, archaeozoology, and GIS..... 204
Kuznetsov P.F., Konovalov A.N. The Alandskoye Valley as a resource for life support and protection in the Late Bronze Age 210
Herzen A.A. Linear geoarchaeological complexes..... 215

Научное издание

ГЕОАРХЕОЛОГИЯ И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ–2026

Рекомендовано к изданию
Ученым советом ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

ISBN 978-5-6045298-2-9



Технический редактор *Н.Н. Анкушева*
Компьютерная верстка *О.Л. Бусловская*
Корректор *Н.Н. Анкушева*

Подписано в печать 31.08.2025. Формат 70×100 1/16
Печать офсетная. Усл.-изд. л. 14. Уч. печ. л. 14.2. Тираж 100 экз.
Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН
456317, г. Миасс Челябинской обл., терр. Ильменский заповедник

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии
Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета
454080, г. Челябинск, пр. Ленина 69