

Российская академия наук  
Южно-Уральский федеральный  
научный центр минералогии и  
геоэкологии УрО РАН  
Институт минералогии

Министерство науки и высшего  
образования РФ  
Южно-Уральский  
государственный  
университет

Ильменское отделение Российского минералогического общества

**ГЕОАРХЕОЛОГИЯ  
И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ-2019  
Материалы VI Всероссийской молодежной научной школы  
с международным участием  
имени В.В. Зайкова**

**GEOARCHAEOLOGY AND ARCHAEOLOGICAL  
MINERALOGY-2019  
Proceedings of VI All-Russia Youth Scientific School  
with international participation  
Victor V. Zaykov named**

**Миасс-Екатеринбург  
2019**

УДК 55:902/904

**Геоархеология и археологическая минералогия-2019.** Научное издание. Миасс-Екатеринбург: ООО «ФортДиалог-Исеть», 2019. 160 с.

ISBN .....

В сборнике представлены материалы VI Всероссийской молодежной научной школы «Геоархеология и археологическая минералогия-2019» с участием иностранных специалистов. В первой части сборника, кроме общих проблем геоархеологии, рассмотрены различные геофизические методы решения археологических задач, применение рентгенфлуоресцентной спектрометрии, рентгеновского и изотопного анализов, GIS технологий, а также примеры реконструкций технологических процессов, использовавшиеся в древности. Во второй части освещено использование минерального сырья и горных пород древними обществами на территориях современной России, Украины, Туркменистана, Таджикистана. В третьей части дана характеристика руд, металлургических шлаков и приведены данные по составу и примесям археологического металла Южного Урала и Крыма.

Издание рассчитано как на археологов, историков, музейных работников, так и на геологов. Оно будет также полезно студентам, аспирантам, и специалистам – всем интересующимся использованием полезных ископаемых на разных этапах развития человечества.

Проведение Школы и издание материалов осуществлено при финансировании ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН и частичной поддержке гранта РФФИ № 18-00-00036 К (18-00-00030).

Илл. 45. Табл. 24 .

*Ответственные редакторы:* к.г.-м.н. А.М. Юминов, к.г.-м.н. Е.В. Зайкова

*Члены редколлегии:* к.г.-м.н. Н.Н. Анкушева, к.г.-м.н. Д.А. Артемьев, к.г.-м.н. И.А. Блинов, к.г.-м.н. В.А. Муфтахов, к.г.-м.н. О.С. Теленков

UDK 55:902/904

**Geoarchaeology and archaeological mineralogy-2019.** Scientific edition. Miass/Ekaterinburg: LLC «FORT-DIALOG-ISET». 160 p.

ISBN .....

The Proceedings of VI All-Russian Scientific Youth School «Geoarchaeology and archaeological mineralogy-2019» with participation of foreign experts. In the first chapter, in addition to general problems of geoarchaeology, geophysical methods to solve archaeological problems, the x-ray fluorescence spectrometry application, x-ray and isotope analyses, GIS technologies, as well as experience of technological process reconstructions used in ancient time are considered. The second chapter deals with the use of minerals and rocks by ancient societies in the territories of modern Russia, Ukraine, Turkmenistan, and Tajikistan. In the third chapter, the characteristic of ores, metallurgical slags and data on the composition and impurities of archaeological metal from Southern Urals and Crimea are presented.

The publication is intended for archaeologists, historians, museum workers, and the geologists who study noble metals and copper; and also be useful for students, graduate students, and experts – all who interested in using of various minerals at different stages of Humanity development.

The holding of the School and papers publishing were funded by SU FRC MG UB RAS and partially supported by RFBR № 18-00-00036 K (18-00-00030).

Figures 45. Tables 24.

*Editors-in-Chief:* A.M. Yuminov, E.V. Zaykova

*Editorial board:* N.N. Ankusheva, D.A. Artemyev, I.A. Blinov, V.A. Muftahov, O.S. Telenkov

© Институт минералогии ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019

*Электронная версия:* <http://baseserv.ilmeny.ac.ru/files/BIBLIO/BOOKS/22300.pdf>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В сборнике публикуются материалы VI Всероссийской молодежной научной школы с участием зарубежных специалистов «Геоархеология и археологическая минералогия-2019». Школа посвящена российскому ученому, заслуженному деятелю науки, доктору геолого-минералогических наук, профессору В.В. Зайкову – основоположнику геоархеологии на Урале.

Организаторами школы являются Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, Южно-Уральский госуниверситет и Ильменское отделение Российского минералогического общества. Школа направлена на решение проблем использования для целей археологии данных естественных наук, в первую очередь, геологии, геофизики, геохимии, минералогии и петрографии.

Главной социальной задачей Школы является формирование творческих связей между молодежью ВУЗов и научных организаций геологического и археологического профиля России и зарубежных стран.

Пленарные доклады профессоров ведущих российских университетов и академических институтов будут касаться теоретических проблем геоархеологии и подбора наилучшей методики исследований объекта, направленной на решение конкретных междисциплинарных задач. В сообщениях молодых ученых и студентов будут рассмотрены минералогическо-петрографические и геохимические особенности минерального сырья и горных пород, использовавшихся древними обществами Евразии, а также проанализирован и обобщен состав металлических изделий и шлаков, которые были обнаружены при археологических раскопках.

Участникам Школы будет предоставлена возможность ознакомиться с рабочей коллекцией разнотипных медных руд, собранной с 54 объектов Уральского горно-металлургического центра, и лабораторной базой ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН и Южно-Уральского госуниверситета, включая особенности подготовки препаратов для проведения аналитических исследований методами оптической и электронной микроскопии, ИК-спектроскопии, LA-ICP-MS, рентгенофазового и рентгеноспектрального анализа.

В Естественно-научном музее Ильменского заповедника участники Школы смогут познакомиться с выставкой предметов из археологических памятников Урала. По окончании заседаний для участников Школы будет организована выездная сессия на биостанцию выдающегося российского ученого-генетика Н.В. Тимофеева-Ресовского и неолитические поселения озера Большое Миассово, где молодым исследователям будет продемонстрирована техника обработки каменного сырья.

Информацию о VI Всероссийской молодежной научной школе «Геоархеология и археологическая минералогия – 2019» можно найти на официальном сайте Института минералогии УрО РАН по адресу: <http://meetings.mineralogy.ru/?LinkID=116>. Здесь же в разделе «Архив» содержатся данные о предыдущих Школах (тезисы, презентации, видеозаписи выступлений).

За годы проведения школы в ней приняли участие более 350 студентов и ученых из ВУЗов и институтов России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Болгарии, США. С 2014 г. все заседания Школы транслируются в прямом эфире в сети Internet по адресу: <http://video.mineralogy.ru/live/cast/24>.

## Состав программного комитета

*Юминов Анатолий Михайлович*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, филиал Южно-Уральского государственного университета, г. Миасс – **председатель**

*Анкушев Максим Николаевич*, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс – **зам председателя**

*Зайкова Елизавета Владимировна*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН УрО РАН, г. Миасс – **ученый секретарь**

*Белогуб Елена Витальевна*, д.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс

*Виноградов Николай Борисович*, д.и.н., профессор, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический, г. Челябинск

*Гергова Диана*, доктор наук, профессор, НАИМ БАН, г. София, Болгария

*Епимахов Андрей Владимирович*, д.и.н., профессор, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

*Зданович Геннадий Борисович*, д.и.н., профессор, Челябинский государственный университет, г. Челябинск

*Коротеев Виктор Алексеевич*, академик, Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

*Корякова Людмила Николаевна*, д.и.н., профессор, Институт истории и археологии УрО РАН, г. Екатеринбург

*Костов Руслан Иванов*, доктор геол. наук, Горно-геологический университет, г. София, Болгария

*Кузьминых Сергей Владимирович*, к.и.н., Институт археологии РАН, г. Москва

*Масленников Валерий Владимирович*, член-корр. РАН, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс

*Муфтахов Вячеслав Асханович*, к.г.-м.н., доцент, филиал Южно-Уральского государственного университета, г. Миасс

*Сериков Юрий Борисович*, д.и.н., профессор, Российский государственный профессионально-педагогический университет (филиал в Нижнем Тагиле)

*Снопков Сергей Викторович*, к.г.-м.н., Иркутский государственный университет, г. Иркутск

*Таиров Александр Дмитриевич*, д.и.н., профессор, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

*Теленков Олег Сергеевич*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс.

*Тишкин Алексей Алексеевич*, д.и.н., профессор, Алтайский государственный университет, г. Барнаул

*Ткачев Виталий Васильевич*, к.и.н., Институт степи УрО РАН, г. Оренбург

*Удачин Валерий Николаевич*, д.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс

## Состав организационного комитета

*Юминов Анатолий Михайлович*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, филиал ЮУрГУ в г. Миассе – **председатель**

*Анкушев Максим Николаевич*, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН – **зам председателя**

*Зайкова Елизавета Владимировна*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН – **ученый секретарь**

*Анкушева Наталья Николаевна*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

*Артемьев Дмитрий Александрович*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

*Баженов Евгений Альфредович*, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

*Блинов Иван Александрович*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

*Бусловская Ольга Леонидовна*, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН.

*Евдокимов Дмитрий Михайлович*, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

*Гузаирова Анастасия Евгеньевна*, филиал ЮУрГУ в г. Миассе

*Жуков Игорь Геннадьевич*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, филиал ЮУрГУ в г. Миассе

*Заботина Мария Владимировна*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

*Паленова Екатерина Евгеньевна*, к.г.-м.н., ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

*Садыхова Роза Замиловна*, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

*Целуйко Александр Сергеевич*, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН



## ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОАРХЕОЛОГИИ

*Е.В. Зайкова*

*Институт минералогии ЮУ ФНЦ МуГ УрО РАН, liza@mineralogy.ru*

### **Вклад В.В. Зайкова в развитие геоархеологии**

Геоархеология – наука, возникшая в результате применения в археологии многочисленных методов, которыми располагает геология.

Виктор Владимирович Зайков – доктор геолого-минералогических наук, профессор внес огромный вклад в развитие геоархеологии в России.

Внедрение естественно-научных методов в археологию происходит постепенно. Основоположником этого направления в России считается д.и.н. Б.А. Колчин из Института археологии РАН (г. Москва). На симпозиуме по археометрии 2008 г отмечалось, что естественно-научные методы в археологии начали применяться с 1960 г. для изучения камней, керамики, металлов и датировок.

Долгое время изучение касалось только состава горных пород и нерудных минералов, из которых были сделаны различные артефакты.

Затем началось изучение бронзы. Основным методом долгое время был спектральный анализ. Огромная работа в этом направлении проделана Е.Н. Черныхом и его сотрудниками. Им также получены данные об обогащении или обеднении материала тем или иным элементом при выплавлении руды: Au и Ag в металле в 10–100 раз больше, чем в руде, а в шлаке наоборот – в 10–100 раз меньше [Черных, 1970]. В 2009 г. Е.Н. Черныхом составлен обзор естественно-научных методов, применявшихся в возглавляемой им лаборатории за 50 лет [Черных, 2009]. В Воронежском госуниверситете с 1990-х гг. применялись споровопыльцевой и радиоуглеродный анализы и петрографические методы исследования [Пряхин, 1995], однако, состав металлов при этом не изучался. Во многих последующих работах, даже XXI века, о составе изделий говорится «бронза» или просто «металл» и золото. Так, А.А. Хрековым [2012] в нескольких памятниках Прихоперья обнаружены различные бронзовые предметы, но состав бронз не указан.

Кроме указанных выше методов, разными авторами применялись такие методы как изотопный [Peltenburg, 1982] и пробирный [Минералы Украинских..., 1990] анализы растворов. Одними из современных являются методы ICP-MS и LA-ICP-MS. Следует отметить, что большинство анализов относилось не к благородным металлам, а к бронзе. Это объясняется тем, что неразрушающие методы анализа долго существовали лишь в некоторых странах, а многие археологи не решались на то, чтобы «отщепить» кусочек золота от артефакта. Также следует понимать, что эти методы дают характеристику только поверхностных слоев объекта.

Потребовалась настойчивость и поразительная коммуникабельность В.В. Зайкова, чтобы получать материал или доступ к музейным образцам (при появлении в Институте минералогии аналитической возможности изучать предметы, не разрушая их). Кроме того, он создал замечательную команду, молодые члены которой ездили с портативным спектрометром не только по России, но и в Казахстан и Болгарию.

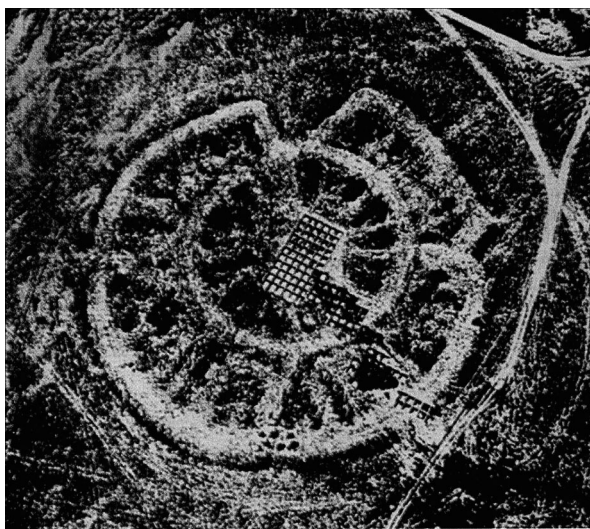


Рис. 1. Поселение Аркаим на аэрофотоснимке.

Вхождение В.В. Зайкова в археологию началось в 1991 г. До этого он занимался геологической съемкой и рудоносностью различных структур Сибири и Урала, основал ежегодную молодежную научную школу «Металлогения древних и современных океанов», которая проводится в Институте минералогии до сих пор (и был одним из организаторов первой академической ячейки в Туве, выросшей впоследствии в Тувинский институт комплексного освоения недр Сибирского отделения РАН).

В начале 1991 г. Президиум Уральского отделения Академии наук принял решение об организации историко-ландшафтного заповедника Аркаим (рис. 1). Это название горы близ поселка Амурский Брединского района «перешло» к памятнику с сохранившимся поселением бронзового века. Было определено, что здесь организуется филиал Ильменского заповедника, имевшего большой опыт комплексных исследовательских работ.

В этот момент сыграли роль такие черты характера В.В. Зайкова как широта кругозора, стремление расширять свои знания и неугасимое стремление к новому. Он немедленно составил план работ – какой вклад могут внести геологи при изучении этого объекта, в котором предлагал детально изучить геологию и минералогию заповедной территории, вещественный состав археологических находок, выявить места добычи в древности медных руд и других полезных ископаемых.

На кратковременные полевые работы выехали Е.В. Зайкова, И.В. Синяковская и А.М. Юминов. Они выдержали проверку на трудолюбие, заинтересованность в работе и компетентность. Благоприятным обстоятельством послужило стремление Г.Б. Здановича, возглавлявшего изучение Аркаима, привлечь к этому делу различных специалистов и создать творческую обстановку для всесторонних исследований (рис. 2).

Затем начались многолетние работы сначала на Аркаиме, а впоследствии и на многих других объектах Южного Урала и Казахстана. Работы выполнялись по хозяйственным темам, а начиная с 2004 г. группа В.В. Зайкова стала официально проводить эти работы по госбюджетным темам: «Геоархеология и археологическая минералогия Южного Урала» (№ госрег. 01.2.10303810, 2004–2006 гг.); «Минералого-геохимические исследования древних рудников Урала для оценки минерально-сырьевого потенциала региона» (№ госрег. 01.2.00702439, 2007–2009 гг.); «Минеральные и расплавные включения в древних шлаках и металлах» (№ госрег. 01.2.01056044, 2010–2012 гг.) С 2007 г. эти исследования являются



Рис. 2. Рабочее совещание междисциплинарной группы исследователей на Аркаиме. Е.В. Зайкова, геолог (г. Миасс), Л. Гайдученко биолог (г. Челябинск), В.В. Зайков, геолог (г. Миасс) и почвоведы И.В. Иванов и В.Е. Приходько (г. Пущино).

частью междисциплинарных проектов, выполняемых специалистами УрО РАН в области археологии, геологии, биологии, геофизики.

В этих работах принимали участие сотрудники Института минералогии УрО РАН к.г.-м.н. А.М. Юминов, Е.В. Зайкова, И.В. Сиянковская, К.А. Новоселов, асп. М.Н. Анкушев, студенты геологического факультета ЮУрГУ, а также аналитики В.А. Котляров, Е.И. Чурин, П.В. Хворов, М.А. Рассомахин, руководитель отдела геоинформационных технологий О.С. Теленков. В обработке данных и составлении иллюстраций принимали участие Р.З. Садыкова, О.Л. Бусловская, Ю.Д. Крайнев. При подготовке статей для зарубежных журналов большую помощь оказывала к.г.-м.н. И.Ю. Мелекесцева.

Именно создание большого работоспособного коллектива сделало возможным получение значительных научных результатов.

Основные достижения при этих работах, в которых определяющую роль сыграло участие В.В. Зайкова:

1. Осуществлено комплексное исследование от макро- до микроуровней: дешифрирование аэрофотоснимков, наземные полевые исследования, разнообразные аналитические работы – просмотр образцов под биноклем с выбором зерен для полировок в аншлифах, изучение на оптическом микроскопе и, затем, на стационарных и переносных электронных микроскопах.

2. Выработаны принципы целенаправленного геологического картирования участков с определением пород, которые могли использоваться для изготовления различных предметов.

3. Обосновано использование геоморфологических признаков (при наземных работах и аэрофотоснимков) для установления возможных древних карьеров с подтверждением находками древних изделий. Так, совместно с А.М. Юминовым и Г.Б. Здановичем, был найден и исследован древний рудник Воровская Яма.

4. Изучение состава древних бронз и металлургических шлаков различными методами (от оптической микроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа до ICP-MS и LA-ICP-MS). Дана характеристика этих предметов для различных курганов, установлены возможные ис-

точники руды. Впервые для истории уральской металлургии установлены признаки выплавки оловянной бронзы.

5. Изучение состава археологического золота современными методами. Микронзондовые исследования показали большое разнообразие металла, Разумеется, в каждом конкретном случае даже в один и тот же период времени мастера могли использовать разные приемы, и исходный материал был разный. Однако, намечена эволюция технологических приемов от раннего бронзового века к железному. Сначала использовалось переплавленное самородное золото, затем двойные сплавы с серебром, а после – тройные с медью. Каждый тип металла имел свое предназначение: браслеты, броши, подвески изготавливались из высокопробного золота, а фольга – чаще из низкопробного.

6. Особенно ценным оказалось выявление и изучение микровключений минералов группы осмия в золоте. Совместно с Е.В. Зайковой отработаны способы наиболее выразительного графического изображения результатов.

7. Параллельное изучение микровключений минералов группы осмия в золоте россыпей позволило наметить возможные источники золота, использованного в том или ином районе в древности. Сравнение золота артефактов и россыпей продемонстрировано на сводной диаграмме (рис. 3).

8. Проведены эксперименты по установлению влияния золотого расплава на микровключения платиноидов.

9. Развито широкое сотрудничество археологов и геологов различных городов и стран.

В адресной книге В.В. Зайкова было записано около 60 адресатов-археологов, но наиболее активно переписка велась с коллегами из Южно-Уральского госуниверситета, Института истории и археологии УрО РАН, Института археологии и этнографии СО РАН, Института археологии РАН, Института археологии Болгарской академии наук. Менее активно он переписывался со специалистами из Уфимского, Челябинского, Астраханского университетов,

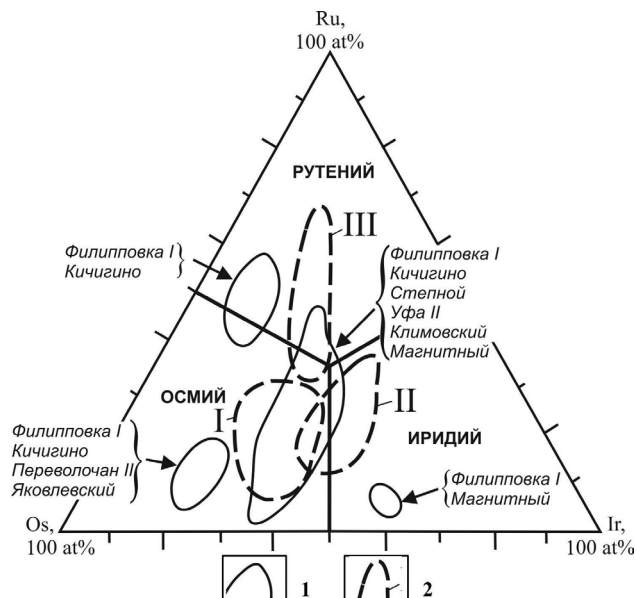


Рис. 3. Сводная диаграмма составов минералов группы осмия по россыпям и курганам.

1 – по курганам; 2 – по россыпям: I – Южного Урала, II – Среднего Урала, III – Полярного Урала. По курганам и россыпям Южного Урала – авторские данные (коллекции Л.Т. Яблонского, А.Д. Таирова, А.Н. Султановой, Д.Г. Здановича, В.В. Кадикова); по Среднему и Полярному Уралу – [Минералогия..., 1990].

Стерлитамакской государственной академии. Содержание приведенных писем отражает некоторые стороны сотрудничества, включая дискуссии по актуальным археологическим вопросам. Многие исследования проводились совместно со специалистами Челябинского и Южно-Уральского государственных университетов при непосредственном участии Г.Б. Здановича, А.Д. Таирова и их коллег. Коллегиальная работа также проведена по изучению разработок бронзового века в Мугоджарах. Эта работа проводилась Российско-Казахстанской экспедицией под руководством к.и.н. В.В. Ткачева при участии сотрудников Актюбинского научно-исследовательского геологоразведочного института (группа А.Ф. Коробкова). Древние рудники Тувы исследовались совместно со специалистами Тувинского института комплексного освоения ресурсов (В.А. Попов и А.А. Монгуш).

1. Подготовленное с коллегами учебное пособие «Основы геоархеологии» явилось первым учебником по новой дисциплине, у истоков которой стоял В.В. Зайков.

2. Популяризация этой науки путем издания многочисленных статей в России и за рубежом.

3. Организация ежегодной Всероссийской молодежной школы «Геоархеология и археологическая минералогия», которая и после его ухода продолжает свое существование.

### Литература

Минералогия Урала (ред. *Н.П. Юшкин*). Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 391 с.

*Черных Е.Н.* Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. М.: Наука, 1970. 180 с.

*Пряхин А.Д.* Археология и археологическое наследие. Воронеж: Квадрат, 1995. 208 с.

*Хреков А.А.* Некоторые итоги и проблемы изучения постзарубенецких памятников Прихоперья // Археология Восточно-Европейской степи. Вып. 9. Саратов: СГУ. 2012. С. 91–114.

*Peltenburg E.J.* Early copperwork in Cyprus and the exploitation of picrolite: evidence from the Lemba archaeological project // Early metallurgy in Cyprus, 4000–500 B.C. Nicosia, 1982. P. 41–62.

Минералы Украинских Карпат. Простые вещества, теллуриды и сульфиды. Киев: Наукова думка, 1990. 150 с.

***М.В. Нефёдова***

*Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого,  
г. Великий Новгород, zhilina.margarita@yandex.ru*

### **Технологический процесс выделки кожевенного сырья: опыт применения РФА (по материалам раскопок в Старой Руссе)**

(научный руководитель *Е.В. Торопова*)

Технологические операции по выделке сырья, существовавшие в средневековой Руси, реконструировать проблематично в связи с трудностями, возникающими при работе с источниками. Тем не менее, изучение технологических аспектов кожевенного ремесла – тема, которую затрагивали в археологических работах исследователи со второй половины XX в. (С.А. Изюмова). Первоначально реконструкция производственных процессов производилась с опорой на данные этнографии.

Активное изучение археологических находок с помощью естественно-научных методов во второй половине XX в. не обошло и археологическую кожу. Технологиами, привлечёнными к исследованиям с конца 50-х гг. XX в., были проведены физико-механические и химические анализы предметов из кожи (Г.В. Штыхов, Ю.П. Зыбин, О.Н. Левко).



Между тем, по мнению специалиста по средневековому кожевенному ремеслу А.В. Курбатова, данные результаты нельзя считать объективными в связи с малым количеством образцов для анализов, исследованием разновременных предметов. Также не вполне правомерно соотношение археологической кожи, находившейся длительное время в культурном слое, с современными стандартами, а отсутствие в публикациях количественных указаний на процентное содержание минеральных веществ вызывает сомнения в интерпретации данных [Курбатов, 2004].

Следовательно, изучение технологии производства кож в средневековой Руси – это тема, которая требует дальнейшей работы для всестороннего исследования истории кожевенного производства.

По нашему мнению, проблему технологических процессов кожевенного ремесла следует решать с помощью применения естественно-научных методов. Одним из методов является рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). В археологических исследованиях анализ применяют при изучении элементного состава металла, керамики, стекла. При работе с предметами из кожи метод применяется редко или используется для выявления элементного состава единичных образцов [Zimmermann, 2013; Бусова, 2015].

Применение РФА при изучении археологической кожи и средневекового кожевенного ремесла можно обосновать тем, что каждая стадия обработки шкуры ведёт к изменению химического состава итогового продукта – кожи. Фиксация происходящих изменений на уровне элементного состава неорганических веществ с помощью методов спектрометрии должна привести к выявлению технологических операций, происходивших с сырьём.

Эксперименты проведены на базе лабораторий Института химии и экологии ВятГУ (г. Киров) на приборе EDX-720 фирмы «Shimadzu» (Япония). Диапазон определяемых элементов: от Na до U; трубка с Rh-анодом; анализ на воздухе; коллиматор 10 мм; автоматический режим расшифровки пиков при качественном анализе; при количественном анализе – метод фундаментальных параметров.

Эталонные образцы (современная кожа) внесены в таблицу 1.

Объектом исследования стали предметы из кожи второй половины XIV – начала XV вв., обнаруженные в ходе археологических работ в 2015 г. на Пятницком-II раскопе [Торопова и др., 2016]. Образцы кожаных обрезков не были подвергнуты консервации, за исключением

Таблица 1

**Элементный состав современной кожи по данным РФА  
(в % от общей суммы неорганических веществ)**

Эталонные образцы современной кожи	Ca	K	P	S	Fe	Mn	Si	Cr	V	Сумма
Шкура козы без обработки	16.7	–	35.1	36.5	1.3	–	–	–	–	89.6
Шкура овцы без обработки	9.2	–	3.3	84.5	1	–	–	–	–	98
Кожа растительного дубления по технологии: промывка-мездрение-золение-вымачивание-дубление в ивовой коре-жирование-разминание	39	20.5	–	17	6.1	–	–	–	–	82.6
Фабричная кожа растительного дубления	33.7	8	–	4.8	25.5	1.6	21		–	94.6
Фабричная кожа хромового дубления	–	–	–	20.2	–	–	–	79.3	–	99.5
	–	–	–	18.6	–	2.8	–	76.6	1.9	99.9
	–	–	–	13	–	–	–	84.9	2	99.9
	–	–	–	17.7	–	–	–	82.3	–	100

расчистки щётками и внешней очистки с помощью водно-спиртового раствора. Пробы изделий из кожи законсервированы ранее, поэтому взяты для испытаний на выявление влияния консерванта (глицерин / ПЭГ) на химический состав образца.

В ходе анализов за границу искусственного введения элемента считалась условная величина – 1 %, как это принято большинством исследователей, использующих РФА при исследовании археологических предметов из металла [Шемаханская, 2015].

РФА образцов современной необработанной шкуры МРС показал большое содержание серы и незначительный процент железа, меди и фосфора. Результаты соотносятся с основными теоретическими сведениями о строении кожи животных. Сера является одним из основных химических элементов шкуры. Количество минеральных веществ в шкуре невелико: в основном, это соли калия и натрия, а также небольшие количества железа, меди, фосфора, кальция, алюминия. Ионы калия и натрия попадают в шкуру с кровью и лимфой, ионы железа – из гемоглобина крови, медь содержится в составе пигмента, фосфор – в фосфолипидах, кремний, мышьяк, кальций и магний – в эпидермальном слое [Асылкожаев, 1987].

Исследование образцов современной кожи, прошедшей промывку и золение (начальные этапы выделки сырья в средневековый период), показало, что доминирующим элементом становится кальций, процент серы резко уменьшается. Объяснить результат можно тем, что большая часть минеральных веществ содержится в эпидермисе (сера) и подкожной клетчатке (фосфор), которые удаляются при мездрении (очистка от подкожного жира, мышц и соединительных тканей) и сгонке волоса. Активное насыщение кожи неорганическими веществами (кальций, калий, марганец) происходит во время нахождения сырья в смеси извести и золы.

Следующее изменение элементного состава фиксируется после проведения всех операций по выделке кожи с помощью технологии растительного дубления. Процентное соотношение кальция остаётся преобладающим, но имеет меньшие показатели, чем на стадии золения, потому как последующие за золкой стадии (вымачивание, дубление, жирование) направлены на нейтрализацию и удаление излишнего количества минеральных веществ.

Использование химических способов дубления чётко фиксируется в элементном составе: при хромовом дублении хром становится доминирующим элементом.

Согласно результатам РФА, во всех пробах археологической кожи (табл. 2–3) отсутствует хром, а доминирующим элементом в образцах является кальций. Отсутствие во всех пробах хрома указывает на то, что при выделке не использовались химические способы дубления. Элементный состав археологической кожи отличается от современной высоким содержанием кальция, наличием марганца, низким содержанием калия, в некоторых случаях повышенным содержанием железа и наличием таких элементов как Si, Ti, Ta, Cu, Tm.

Интерпретировать полученные результаты достаточно сложно в связи с отсутствием подобного рода экспериментов. Объективно о технологических операциях можно судить только применительно к источнику кальция. Так, повышенное содержание кальция (более 50 %) в образцах свидетельствует о том, что при изготовлении сырья вымачивание после золения было произведено не полностью: известь из кожи не вымылась. Следовательно, такое сырьё имело более плотную структуру. Объяснить данное явление можно с противоположных позиций: недостаточной развитостью технологического процесса или, напротив, насыщение кож известью и золой могло производиться специально для повышения жёсткости сырья. Данный метод применялся кожевниками рубежа XV–XVI вв. при выделке подошвенных кож [Курбатов, 2013].

Сравнительный анализ элементного состава археологических образцов, не подвергшихся процедуре консервации, и кожаных изделий, реставрируемых с помощью глицерина и полиэтиленгликоля (ПЭГ), показал, что в ходе консервации понижается содержание кальция и повышается процент железа (табл. 3).



Элементный состав обрзков кожи XIV–XV вв. по данным РФА  
(в % от общей суммы неорганических веществ) (Пятницкий-II раскоп 2015 г.)

№ образца	Ca	S	Fe	Mn	K	P	Si	Ti	Ta	Cu	Tm	Сумма
2	56	17	19.8	3.3	2.7	–	–	–	–	–	–	98.8
3	54	15.3	18	2.6	3	6.7	–	–	–	–	–	99.6
4	45.9	12.6	16.7	2.2	2.3	8	8.2	–	–	–	–	95.9
12	45.5	14	15.9	2	3.6	–	17	1	–	–	–	99.0
29	51	15.6	22.2	1.8	2.2	–	–	–	–	–	–	92.8
31	57	13.2	16.4	2.2	2	–	–	–	–	–	–	90.8
34	47.8	15.7	32	2.5	1.9	–	–	–	–	–	–	99.9
35	58.6	14.3	21.3	3.3	2.5	–	–	–	–	–	–	100.0
43	55.7	11	15.8	2.5	6.5	–	–	–	–	–	–	91.5
66	60	14.7	6	1.8	11.5	–	–	–	1.9	–	–	95.9
84	57	17.6	16.6	2.7	2.6	–	–	1.4	–	1	–	98.9
186	56	13.5	10.8	2.5	2.8	5.5	–	1	–	–	–	92.1
221	62.3	19	11.4	2.8	3.7	–	–	–	–	–	–	99.2
246	53.2	16.4	18.8	2.3	2.2	–	–	–	–	–	–	92.9
317	56	10.4	14.5	2.7	4	6.3	–	1.3	–	–	–	95.2
334	60.4	13.3	13.5	4.8	2.9	–	–	–	–	–	–	94.9
384	53.4	14.3	21.7	1.2	2.8	5.6	–	–	–	–	–	99.0
400	62	11	19.2	3	2.4	–	–	1.2	–	–	1.6	100.4
429	61.4	12.6	12.7	4.2	3.5	–	–	1.3	–	–	–	95.7
430	60	13.6	13.6	3.7	3.2	–	–	–	–	–	–	94.1
431	48	15.4	19.3	2.3	3.7	4.8	–	1.1	–	–	–	94.6
432	63.8	14.6	6.9	4.2	2.2	6.2	–	–	–	–	–	97.9
435	48.3	15.8	30.4	2.7	2.7	–	–	–	–	–	–	99.9
438	58.2	14.8	12.8	2.7	2.1	5	–	–	–	–	–	95.6
441	52.2	12.1	19.6	3	3.1	–	–	–	–	–	–	90.0
443	57.5	15.8	13.3	3.6	1.6	5.2	–	–	–	–	–	97.0
444	56	16.5	21.7	3.3	2.4	–	–	–	–	–	–	99.9
446	28.6	16.2	42	1.6	1.7	4.4	–	–	–	–	–	94.5
447	57.1	17	14.3	1.9	2.7	6	–	–	–	–	–	99.0
460	55.7	12.4	20.9	2.9	1.8	6.3	–	–	–	–	–	100.0
496	60.5	13.8	19.2	2.9	3	–	–	–	–	–	–	99.4
656	59	16	18.2	2.4	3.4	–	–	–	–	–	–	99.0
599	44.3	13.8	24	2.8	2.4	4.7	–	–	–	–	1.4	93.4
642	35.6	18.5	27.5	2	4.9	–	–	1.1	–	–	–	89.6

При определении источника того или иного элемента в археологической коже важно учитывать влияние почв и грунтовых вод, в которых находились объекты. Определение элементного состава культурных слоёв проведено только для Пятницкого-I раскопа [Александровская, 2011]. При исследовании образцов из Пятницкого-II раскопа опора производилась на вышеуказанную публикацию.

РФА культурных отложений Пятницкого-I раскопа показал высокую концентрацию ряда химических элементов – кальция, железа, марганца, серы. Повышенное содержание кальция связывается с присутствием в слое золы, фрагментов известняка, строительной извести. Источником железа являются металлургические мастерские в изучаемом регионе. Исключительно высокое содержание марганца связывается с его накоплением в золе печей при сжигании древесины. Источником серы признаются сильно минерализованные грунтовые воды или органические остатки.

**Элементный состав изделий из кожи XIV–XV вв. по данным РФА  
(в % от общей суммы неорганических веществ) (Пятницкий-II раскоп 2015 г.)**

№ образца	Изделие; консервант	Ca	S	Fe	Mn	K	Sc	Ti	P	Cu	Tm	Zn	Сумма
16	Поршень; глицерин	41.7	6.7	33.7	3.5		–	–	–	2.4		2.5	90.5
18	Поднаряд; глицерин	41	13	28.6	4.3	2.2	8	–	–	–	2.7	–	99.8
19	Поршень; глицерин	36.5	9	43.4	3.8	1.5	–	1	–	4.7	–	–	99.9
11	Рукавица; ПЭГ	33.5	9.5	42	1.5	1.4	–	–	4.9	–	6.6	–	99.4
14	Задник; ПЭГ	36.9	7.1	43.3	2.1	1.4	–	–	–	–	–	–	90.8
17	Подошва; ПЭГ	33	11.8	51	1.9	1.6	–	–	–	–	–	–	99.3

Исходя из данных элементного состава почв, в образцах кожи из раскопок Старой Руссы повышенное содержание кальция, марганца и железа можно объяснить влиянием на находки культурного слоя, а не технологических операций, происходивших в ходе выделки кож.

В заключение необходимо отметить, что применение спектрометрии при исследовании археологических предметов связано с трудностями, возникающими на стадии интерпретации результатов. Потому как в автоматическом режиме прибора сравнение при анализе элементов ведётся по современным эталонам, археологические предметы могут иметь в своём составе те элементы, которые не используются сейчас. Следовательно, прибор может выдавать неверный элементный состав. Дополнительные проблемы возникают при анализе органических веществ, так как спектрометр не может зафиксировать спектр лёгких элементов (Na, Mg, Al). Для данных анализов требуется вакуумная среда или среда гелия. В целом, РФА при исследовании археологической кожи может дать объективным только качественный, а не количественный анализ, т.е. показать общее содержание элементов в образце.

Проведённый анализ образцов кожаных предметов XIV–XV вв. из раскопок Старой Руссы (Пятницкий–II раскоп) и проб современной кожи показал, что РФА фиксирует неорганические вещества, которые являются маркерами технологических операций, происходивших при выделке сырья. Среди археологических образцов не обнаружено наличие невыделанных шкур. Также не зафиксирована кожа хромового дубления, что подтверждает отсутствие данной технологии в XIV–XV вв. В связи с проведением анализа на воздухе, лёгкие элементы не были зафиксированы, что, в свою очередь, не позволяет говорить о методах дубления с помощью сульфата магния или алюмо-калиевыми квасцами.

Интерпретация остальных результатов затруднительна и связана с необходимостью дальнейших анализов современной кожи различных стадий выделки и археологических образцов разных хронологических периодов, происходящих из широкого круга географических регионов.

### Литература

*Александровская Е.И., Александровский А.Л., Долгих А.В., Торопова Е.В.* Почвенно-геохимические исследования культурного слоя Старой Руссы // Труды III (XIX) ВАС, 2011. Т. II. С. 362–363.

*Асылкожаев К.А., Радкевич Д.П., Изюмов Д.Б., Гаевой А.Б.* Справочник мастера цеха консервирования шкур. М.: Агропромиздат, 1987. 152 с.

Курбатов А.В. Кожевенное производство Твери XIII–XV вв. СПб.: «Петербургское Востоковедение», 2004. 312 с.

Курбатов А.В. Псковская школа кожевенного ремесла в средневековой Руси // Российский археологический ежегодник, 2013. № 3. С. 476–498.

Торопова Е.В., Торопов С.Е., Самойлов К.Г., Колосницын П.П., Колосницына Е.Е. Полевые исследования 2015 г. в г. Старая Русса и Новгородской области // Новгород и Новгородская земля. История и археология, 2016. С. 90–101.

Бусова В.С. Технологический анализ изделий из кожи скифского времени из могильника Холаш // VI International Academic Conference «Ancient Cultures of Mongolia, Baikalian Siberia and the Northern Area of China» (12–16 October 2015, Huhhot). Vol. 1. Huhhot, 2015. P. 1262–1269.

Шемаханская М.С. Металлы и вещи: история. свойства. разрушение. реставрация. М.: «Индрик», 2015. 288 с.

Zimmermann G. Schadensbilder und Konservierungsmethoden archäologischer Lederfunde // «Vom Umgang mit der Menge» – Ledereinbandrestaurierung nach dem Brand der Herzogin Anna Amalia Bibliothek (Kolloquium im Studienzentrums der Herzogin Anna Amalia Bibliothek, 24. September 2011). Weimar, 2013. P. 1– 11.

**А.Ю. Лобода<sup>1</sup>, Н.И. Шишлина<sup>2</sup>, Е.Ю. Терещенко<sup>1,3</sup>, В.М. Ретивов<sup>4</sup>, И.А. Каменских<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> НИЦ «Курчатовский институт», Москва, lobodaau@mail.ru

<sup>2</sup> Государственный Исторический музей, г. Москва

<sup>3</sup> ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, г. Москва

<sup>4</sup> НИЦ «Курчатовский институт» - ИРЕА, г. Москва

<sup>5</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

## **Исследование технологии изготовления «серпов» из клада Сосновая Маза**

Сосново-Мазинский клад был найден в 1901 г. в Хвалынском районе Саратовской области и состоял из серпов, обломков серпов, кинжалов, обломков кинжалов, кельтов, литника и куска металла. В коллекции Государственного Исторического музея (ГИМ) хранится 68 изделий клада. Два серпа и кельт хранятся в Саратовском областном музее краеведения (СОМК), один серп и кинжал находятся в Хвалынском музее.

Исследованием изделий Сосново-Мазинского клада, в разное время занимались Н.А. Аванесова [1991], В.А. Дергачев и В.С. Бочкарев [2002]. Единичные анализы по определению элементного состава металла изделий проводились Д.А. Сабанеевым [А.С., 1909], И.Р. Селимхановым [Черных, 1966]. Наиболее широко элементный состав предметов Сосново-мазинского клада был изучен Е.Н. Черных [1966].

Новый проект по исследованию Сосново-Мазинского клада включает комплекс работ по индивидуальному изучению каждого предмета по разработанному алгоритму: трасологический анализ, определение фазового и элементного состава металла. В данной работе представлены результаты исследования изделий, составляющих основу клада, получивших в литературе особое название – «секачи-косари» [Аванесова, 1991] или «косари-серпы» сосново-мазинского типа [Дергачев, Бочкарев, 2002]. Метрический и трасологический анализ, а также исследование элементного состава было проведено для 42 серпов из коллекции ГИМ и двух серпов из собрания СОМК.

Измерения элементного состава производились методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ЛИА-ИСП-МС) на приборе Elan DRC-e с ПО Elan Version 3.4 Hotfix 1 [Лобода и др., 2018].

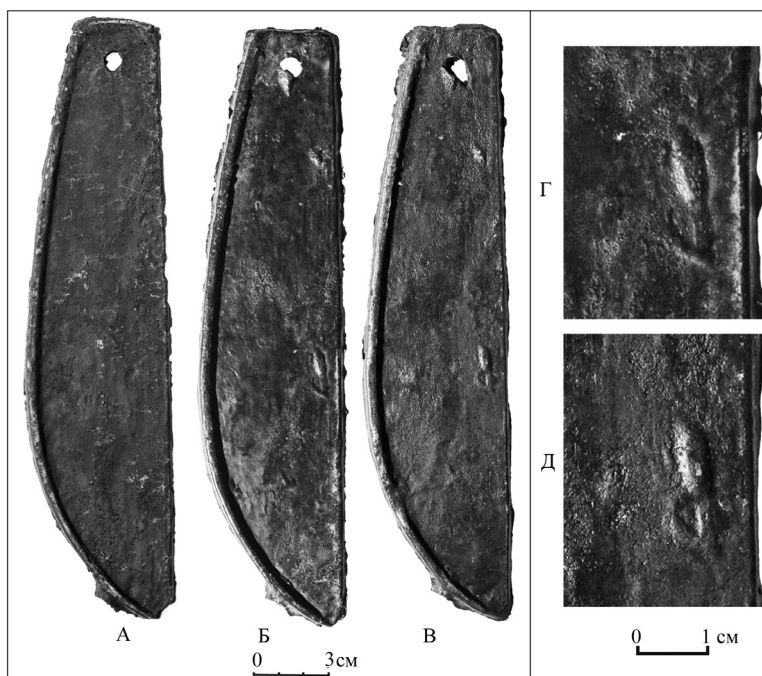


Рис. Серпы Сосново-Мазинского клада. а – серп А307/12, б – серп А307/28, в – серп А307/40, г – литейный дефект, серп А307/28, д – литейный дефект, серп А307/40.

Для проведения трасологического исследования использовался электронный микроскоп Carl Zeiss Stemi 2000dc с камерой AxioCamERc5s и оптический микроскоп Olympus BX51 с камерой Leica DFC420C с увеличением  $\times 50$  и  $\times 100$ .

Исследование элементного состава серпов Сосновомазинского клада показало, что основными компонентами сплава во всех случаях являются медь (91.30 – 99.19 %) и железо (0.02–7.85 %). Также в сплаве были обнаружены микро- и следовые примеси следующих элементов: Ni, Zn, As, Pb, Co, Se.

Все исследованные серпы имеют одинаковую конструкцию (рис. А, Б, В). Серп представляет собой широкое однолезвийное орудие с изогнутым обухом с бортом и прямым лезвием. «Пятка» четырёхугольной формы, как правило, не выделена, в центре – округлое отверстие или штырь.

Метрический анализ выявил группы схожих по размерным характеристикам серпов. Длина серпов варьирует в пределах 20.7–24.8 см, ширина – 5.2–6.0 см.

Трасологический анализ серпов позволил проследить ряд следов на поверхности предметов, которые были отнесены к трем технологическим этапам. Литейные дефекты (каверны, наросты, пористость) относятся к этапу изготовления изделий; проковка лезвия, обляя и литейных дефектов, шлифовка лезвия – к следам постлитейной обработки. Также была выявлена третья группа следов, отражающая вероятное использование серпов – зарубки на лезвиях, трещины, в одном случае – следы незаконченного разрубания серпа, возможно, предназначенного для вторичного использования.

Кроме того, на группах серпов (А 307/21 и 25; А 307/13,16, 28 и 40) были выявлены идентичные по форме и размерам литейные дефекты, в большинстве случаев – наросты (рис. Б, В, Г, Д).

Серии серпов Сосновомазинского клада

Серия	№ серпов по описи ГИМ (А307)	Длина, см	Ширина, см
1	12, 13, 16, 28, 40	(20.4 фрагмент) 23.3–24.3	5.7–6.0
2	2, 3, 5	20.8–21.9	5.3–5.5
3	7, 33, 37	23.4–23.8	5.8–5.9
4	17, 19, 43	21.2–21.8	5.2–5.5
5	20, 22, 23, 24, 32, 41	23.0–23.3	5.5–5.7
6	27, 29, 42	23.8–24.0	5.8–5.8
7	21, 25	21.7–21.9	5.4–5.6
8	6, 36	20.8–21.5	5.5–5.6

После этого было проведено сопоставление результатов метрического и трасологического анализов. Серпы, объединенные в группы по метрическому параметру, были сопоставлены с группами серпов со сходными литейными дефектами; также учитывалась форма клинка и расположение отверстия на пятке. Отдельно анализировались серпы, не входящие в метрические группы, но обладающие сходными литейными дефектами, выявленными в ходе трасологического анализа. Корреляция данных по 28 серпам позволила выделить восемь серий (табл.). Мы полагаем, что каждая серия отлита в одной литейной форме. На рисунке изображены несколько серпов подгруппы 1 (рис. А, Б, В).

Десять серпов из собрания ГИМ (А307/8, 9, 11, 14, 15, 18, 31, 34, 35 и 39) и два серпа из собрания СОМК (КП СМК 38584/1, 2) уникальны по своим метрическим параметрам и литейным дефектам. Некоторые серпы не попали в подгруппы из-за деформаций и крупных литейных дефектов, искажающих форму, из-за проковки клинка, сильно изменившей размеры и общий контур изделий (А307/11, 35 и 39).

Проведенное исследование серпов Сосново-Мазинского клада позволило уточнить технологический процесс производства серийных изделий. Серпы отливались в двусторонних литейных формах, оставивших на изделиях характерный для такого метода литья дефект на границе разъема двух створок формы – облой. Предположительно, для производства серпов, обнаруженных в кладах, могло быть использовано более шестнадцати литейных форм, различавшихся по размерам (длина-ширина) и объему затрачиваемого металла. Пять или шесть серпов – это среднее количество изделий, относящихся к одной подгруппе, предположительно, отлитых в одной литейной форме (серии 1 и 5). Увеличение числа и масштаба наростов на отливках одной серии свидетельствует о постепенном разрушении литейной формы. Это позволяет предположить, что серпы Сосново-Мазинского клада были отлиты в каменных формах, которые в процессе многократного использования постепенно приходили в негодность.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ («офи-м» № 17-29-04176).*

## Литература

Аванесова Н.А. Культура пастушеских племен эпохи бронзы Азиатской части СССР. Ташкент: Изд-во «Фан». 1991. 202 с.

Некоторые находки медного века. Известия императорской археологической комиссии. Вып. 29, 1909. С. 65–67.

Дергачев В.А., Бочкарев В.С. Металлические серпы поздней бронзы Восточной Европы. Кишинев: Высшая антропологическая школа, 2002. 48 с.

Лобода А.Ю., Терещенко Е.Ю., Антипенко А.В., Ретивов В.М., Пресняков М.Ю., Колобылина Н.Н., Кондратьев О.А., Шишлина Н.И., Яцишина Е.Б., Кашкаров П.К. Методы определения элементного сос-

тава металла археологических объектов при коррозионных наслоениях и в ограниченных условиях пробоотбора материала // Поволжская археология, 2018. № 4 (26). С. 203–221.

*Черных Е.Н.* О химическом составе металла клада из Сосновой Мазы // Краткие сообщения о докладах и полевых исследованиях Института археологии. Вып. 108: Археологические памятники Кавказа и Средней Азии, М.: Наука, 1966. С. 123–131.

***И.П. Алаева<sup>1</sup>, Е.О. Васючков<sup>1</sup>, П.С. Медведева<sup>1</sup>, Н.Б. Виноградов<sup>1</sup>, М.А. Рассомахин<sup>2,3</sup>***

<sup>1</sup> Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,  
г. Челябинск, *alaevaira@mail.ru*

<sup>2</sup> Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс

<sup>3</sup> Ильменский государственный заповедник ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс

## **Функциональное назначение теплотехнических сооружений бронзового века Южного Зауралья (по материалам поселения Звягино-4)**

Теплотехнические сооружения являются распространенными объектами на поселенческих памятниках алакульской культуры. Для авторов раскопок наличие/отсутствие очага в постройке представляется едва ли не главным аргументом к ее признанию хозяйственной или жилой. Как правило, очажные конструкции определяются по наличию в культурном слое участков прокаленного грунта, камней со следами температурного воздействия, а также продуктов горения (угля, золы). Их типология неоднократно обсуждалась в трудах археологов [Кузьмина, 1994; Григорьев, 2013; Алаева, 2015; Фомичев, 2017]. Прежде всего, очаги группировались по морфологическим признакам, таким как наличие/отсутствие подочажных углублений, дополнительных конструкций (канавок, ответвлений, двухкамерность, пристроенность к колодцам), форма (округлые, прямоугольные), включения других конструктивных элементов (камней, кирпичиков).

С выявленной морфологической вариативностью тесно связана и проблема функционального назначения данных теплотехнических сооружений. По материалам целого ряда синташтинских и андроновских поселений Урало-Казахстанского региона предполагались различные варианты их использования: бытовые (кухонные), отопительные, производственные (гончарство, металлургия) и ритуальные очаги [Сальников, 1967; Кузьмина, 1994; Виноградов, 2013; Григорьев, 2013; Алаева, 2015; Фомичев, 2017]. Однако эти объекты, как правило, не имеют четко сохранившихся диагностических признаков, указывающих на однозначность использования в тех или иных целях. В связи с этим большинство исследователей были вынуждены констатировать их возможную полифункциональность. Между тем, сам факт существования очагов разных конструкций в одном и том же помещении наводит на мысль об их специализации. Таким образом, актуальной остается проблема выделения критериев определения назначения очажных конструкций, в том числе с применением естественнонаучных методов. В данной работе представлена попытка выявления специализации очагов из постройки поселения бронзового века Звягино-4 методом рентгенофлуоресцентного анализа грунта из заполнения объекта.

Поселение Звягино-4 расположено в Чебаркульском районе Челябинской области. Поселение занимало пространство первой надпойменной террасы левого берега р. Коелга. В 2018 г. экспедицией ЮУрГГПУ был заложен раскоп площадью 144 м<sup>2</sup>. На исследуемом участке представлена следующая стратиграфическая ситуация:

- верхний черный дерново-гумусный горизонт мощностью до 20 см;
- коричневый и желтый «зольники» мощностью до 50 см;



- нижний коричневатый слой (погребенная почва) мощностью до 15 см;
- материк: желтый материковый суглинок или выходы сланцевого щебня с включениями крупных камней.

На основании планиграфии и стратиграфии слоев, расположения столбовых ямок и керамического комплекса были выделены очертания двух построек алакульской культуры (рис. 1, 1).

Очертания объекта 1 (рис. 2, 1) впервые были зафиксированы на уровне погребенной почвы (–98) в виде овального желтого пятна прокаленного золистого грунта размером 110 × 80 см. В северо-восточной части пятно было перекрыто участком черного гумусированного углистого грунта аморфной формы размером 50 × 40 см. От него по направлению ЮЗ-СВ отходила полоса черного гумусированного грунта с углями 70 × 10 см, глубиной 2–3 см. На уровне материка (–108) объект 1 приобрел подпрямоугольные очертания размером 60 × 40 см, ориентированные З-В. Объект был углублен в глинистый материковый грунт на 3–4 см. Стратиграфия объекта 1 была представлена следующим образом. На уровне погребенной почвы (–98), под слоем желтого «зольника» (остатки постройки) в восточной части объекта находилось пятно черного гумусированного грунта, мощностью до 3 см, с включениями прокаленных метасоматитов и углей. Большую часть заполнения объекта составлял желтый золистый прокаленный грунт мощностью до 8 см, содержащий конкреции (спекшиеся комочки глины). В восточной части золистый грунт был перекрыт черным гумусным пятном. На уровне материка (–108) объект был заполнен красным прокаленным грунтом. Мощность прокаленного грунта в углублении в материке составляла 3–4 см. Желтый золистый прокаленный грунт и черный гумусированный грунт содержали фрагменты керамики алакульской культуры.

Объект 2 (рис. 2, 2) был выявлен на уровне материка (–82). Он представлял собой углубленные на 20 см в материковый глинистый грунт очертания теплотехнического сооружения вытянуто-аморфной формы размерами 80 × 55 см. Объект был заполнен черным гумусированным грунтом с большим количеством прокаленных метасоматитов в слое. В ЮВ части на поверхности объекта был зафиксирован смещенный, переотложенный материковый грунт. Напластования объекта 2 состояли из верхнего черного гумусного слоя в некоторых местах доходившего мощностью до 15 см, с включением большого количества прокаленных метасоматитов. В восточной половине гумусное заполнение было перекрыто перемещенным материковым глинистым грунтом. Ниже располагалось черное сильно гумусированное углистое заполнение мощностью до 14 см. Нижний слой объекта представлял собой черный гумусированный грунт, перемешанный с материковой глиной, мощностью до 3 см. В заполнении объекта 2 был обнаружен фрагмент керамики алакульской культуры, датирующий время функционирования объекта.

Таким образом, можно предполагать относительную одновременность очагов, учитывая их расположение в одной постройке и наличие в заполнении фрагментов алакульской керамики. Следовательно, различия в их строении не могут быть объяснены разной хронологией и эволюцией конструкций. Подобные объекты – очаги с канавками и каменные выкладки – не уникальны и найдены на многих поселениях бронзового века Урало-Казахстанского региона, начиная с синташтинского времени [Григорьев, 2013].

Для уточнения функционального назначения очажных конструкций на поселении Звягино-4 были отобраны 16 почвенных проб из заполнения объектов и за их пределами, в толще культурного слоя. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) проводился на портативном приборе Innov-Xα 400, режим Soil. Чувствительность прибора для наиболее распространенных примесей (Zn, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Ni) составляет около 10 г/т (табл. 1).

В различных слоях бровок северных профилей квадратов А4 и А'4 было взято 7 почвенных проб (рис. 1, 2): А-1, А-2, А-3, А-4, А-5, А-6, А-7. В различных слоях объекта 1



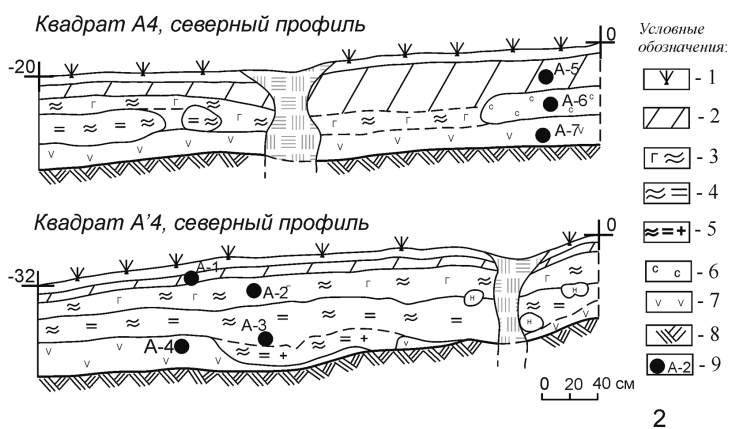
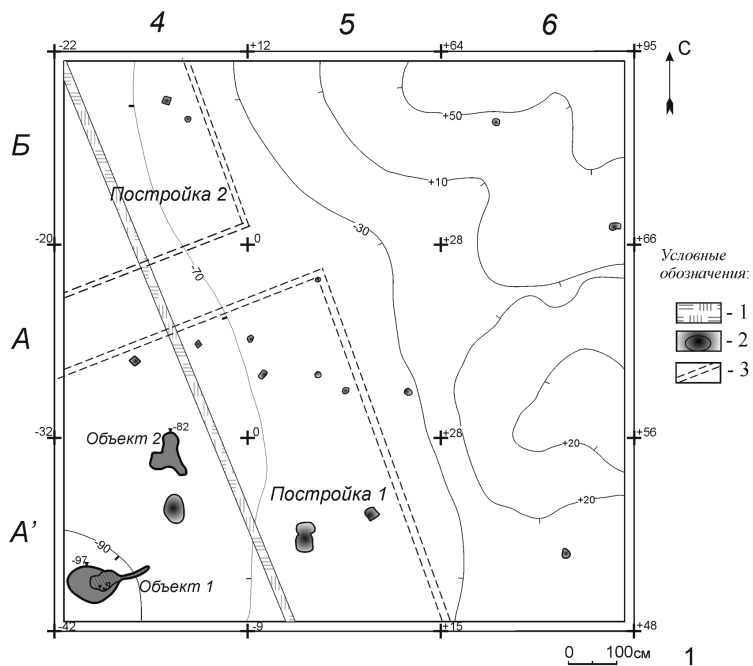


Рис. 1. Поселение Звягино-4. Общий план и северные профили раскопа.

1 – План очертаний на уровне материка.

Условные обозначения: 1 – траншея телефонного кабеля; 2 – столбовые ямки; 3 – границы построек.  
2 – Точки забора проб в культурном слое. Северный профиль. Квадраты А4, А'4.

Условные обозначения: 1 – дерн; 2 – черный гумусированный грунт; 3 – коричневый гумусированный грунт с золой; 4 – желтый грунт с золой; 5 – прокаленный желтый грунт с золой; 6 – серый грунт со щебнем; 7 – погребенная почва; 8 – материк; 9 – точки забора грунта на РФА.

было отобрано 4 почвенных пробы (рис. 2, 1): А-8, А-9, А-10, А-11. Для объекта 2 было взято 5 проб (рис. 2, 2): А-12, А-13, А-14, А-15, А-16. В таблице и на приводимых планах объектов и бровок указаны места забора грунта для анализа (табл. 1).

Полученные результаты позволили сделать ряд замечаний. Во-первых, содержание меди в слоях теплотехнических сооружений превышает значения в верхних горизонтах памятника

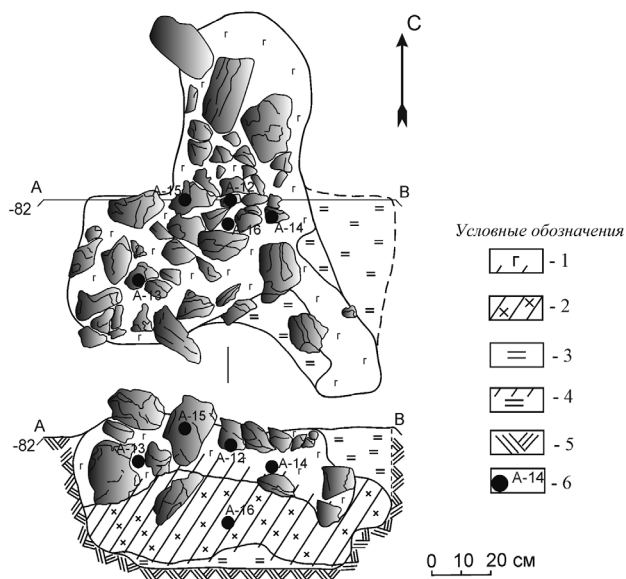
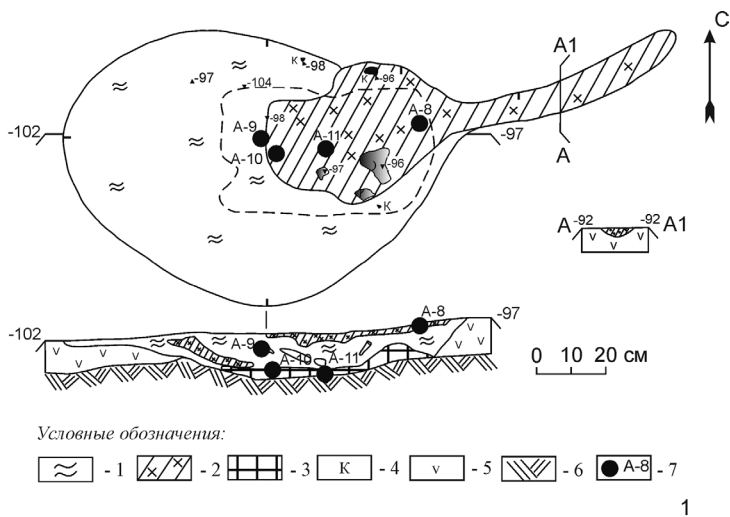


Рис. 2. Поселение Звягино-4. Теплотехнические сооружения.

1 – объект 1, план, профиль.

Условные обозначения: 1 – золистый грунт; 2 – гумусированный грунт с углями; 3 – прокаленный грунт; 4 – фрагменты керамики; 5 – погребенная почва; 6 – материк; 7 – точки забора грунта для РФА.

2 – объект 2, план, профиль.

Условные обозначения: 1 – верхний гумусированный грунт; 2 – гумусированный грунт с углями; 3 – перемещенный материк; 4 – материковая глина с гумусированным грунтом; 5 – материк; 6 – точки забора грунта для РФА.

и кларка земной коры [Александровская, 2006]. Это позволяет говорить об антропогенном характере происхождения меди в слоях объектов. Возможно, причины более высокого значения меди кроются в использовании очагов в металлургическом процессе [Воронин, 2018].

Также следует отметить неоднородность содержания меди в разных слоях объектов. На основании данных РФА можно говорить о повышенной концентрации меди в черном угли-

Таблица 1

## Содержание элементов в почвах культурного слоя поселения Звягино-4, ppm

Номер пробы	Локализация в раскопе	Характеристика грунта	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr	Mn	Ti	Fe	Sr	Rb
A-1	Бровка А4/А'4, гл. – 10 см от поверхности	Верхний черный гумусированный грунт	+	198	100	-	-	945	2460	18483	412	73
A-2	Бровка А4/А'4, гл. – 25 см от поверхности	Коричневый золистый грунт («зольник»)	+	192	68	-	-	786	2457	15414	764	59
A-3	Бровка А4/А'4, гл. – 45 см от поверхности	Желтый глинистый слой с золой («зольник»)	45	291	86	-	-	1409	1938	13535	1079	55
A-4	Бровка А4/А'4, гл. – 60 см от поверхности	Нижний темно – коричневый гумусированный грунт (дно жилища)	80	235	128	-	-	997	3371	25088	378	102
A-5	Бровка Б4/А4, гл. – 15 см от поверхности	Верхний черный гумусированный грунт	57	189	-	14	219	1107	2320	22595	224	100
A-6	Бровка Б4/А4, гл. – 40 см от поверхности	Серый щебенчатый грунт	66	148	169	20	281	878	4984	27364	154	126
A-7	Бровка Б4/А4, гл. – 55 см от поверхности	Нижний темно – коричневый гумусированный грунт	60	149	120	19	219	1324	4223	27516	261	134
A-8	Объект 1, Ю-3 угол квадрата А'4, верхний горизонт объекта	Черный гумусированный грунт с углями	116	229	87	-	203	774	6340	22967	1126	67
A-9	Объект 1, Ю-3 угол квадрата А'4, на красном прокаленном грунте	Золистый грунт с включениями спекшейся глинистой массы	96	1669	104	-	-	3900	-	7893	1672	14
A-10	Объект 1, Ю-3 угол квадрата А'4, прокаленный грунт на материковой глинне	Красный прокаленный грунт	82	228	103	-	346	622	12395	37137	537	69
A-11	Объект 1, Ю-3 угол квадрата А'4, прокаленный грунт на материковой глинне	Ярко-красный прокаленный грунт	57	345	-	-	-	898	22312	78932	278	55
A-12	Объект 2, север квадрата А'4.	Прокаленный камень из очага	54	429	1751	-	284	906	5882	34462	134	24
A-13	Объект 2, север квадрата А'4.	Прокаленный камень из очага	+	305	1783	-	919	1195	4099	32507	194	25
A-14	Объект 2, север квадрата А'4.	Прокаленный камень из очага	112	1224	792	-	1081	1162	7657	70389	261	32
A-15	Объект 2, север квадрата А'4.	Прокаленный камень из очага	+	764	6576	-	576	2316	-	17089	179	24
A-16	Объект 2, север квадрата А'4. Грунт под слоем с камнями	Черный гумусированный грунт с углями	142	811	146	-	-	1701	3711	17435	1273	46

Примечание: Рентгенофлуоресцентный анализ проводился на портативном микроанализаторе InnoV-Xa 400, аналитик М.А. Рассомахин. Прочерк – не обнаружено. Плюс – незначительное содержание.

стом заполнении очагов по сравнению с пробами, взятыми в верхнем гумусированном грунте и «зольнике». Аналогичная ситуация была зафиксирована и в заполнении колодца на поселении Чебаркуль III, где повышение значений Cu также было характерно для углистых слоев [Алаева, Рассомахин, 2018]. Можно предположить аккумуляцию меди древесным углем. Стоит отметить, что красный прокаленный грунт объекта 1 содержал меньшие значения меди по сравнению с черным гумусированным грунтом с углями из того же объекта.

Исходя из этого факта, кажется нелогичным полное отсутствие прокала под каменной выкладкой (объект 2), состоящей из обожженных метасоматитов, а также её локализация практически у стены постройки. Возможно, что объект 2 является «переносным» очагом, т.е. камни нагревались в очаге, обозначенном как объект 1, а затем вместе с заполнением очага (углями) переносились внутрь углубления объекта 2. В пользу этой гипотезы говорит также наличие в слое объекта 1 черного гумусированного грунта с углями и несколько прокаленных метасоматитов в нем.

Можно с осторожностью предположить, что повышение значений меди в заполнении теплотехнических конструкций в постройках Звягино-4 связано с их использованием в металлургической деятельности. Однако эти показатели довольно низкие, даже в сравнении с аналогичными анализами грунта из печи/колодца на поселении Чебаркуль-III [Алаева, Рассомахин, 2018]. В этой связи сомнительным представляется использование данных конструкций при выплавке металла из руд, учитывая отсутствие отходов металлургического производства (шлаков, сплесков, руды) как на поселении Звягино-4, так и многих других алакульских лесостепных и степных памятниках Южного Зауралья [Анкушев и др., 2016]. Тем не менее, вполне возможно, что данный очаг использовался не для выплавки металла из руды, а для переплавки уже имеющегося металла из слитков или старых изделий. В целом, особенности конструкции очажных систем, специфика локализации их в пределах постройки и результаты анализа заполнения этих объектов позволяют нам говорить о существовании в бронзовом веке устойчивых типов очажных конструкций с различными функциями.

## Литература

*Алаева И. П.* Культурная специфика памятников позднего бронзового века степной зоны Южного Зауралья. Дис. соиск. к.и.н.: 07.00.06. М., 2015. 539 с.

*Анкушев М.Н., Алаева И.П., Медведева П.С., Чечушков И.В., Шаранов Д.В.* Металлургические шлаки поселений бронзового века в долине р. Зингейка (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН, № 3. С. 116–120.

*Алаева И.П., Рассомахин М.А.* Следы плавки меди в колодце поселения Чебаркуль III // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН. 2018. С. 112–117.

*Александровская Е.И., Александровский А.Л.* Антропология: Учебное пособие. М.: Класс-М, 2006. 245 с.

*Виноградов Н.Б.* Планиграфия и архитектура укрепленного поселения бронзового века Устье I / Древнее Устье: укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье: коллект. моногр. / отв. ред. Н.Б. Виноградов; науч. ред. А.В. Епимахов. Челябинск: Абрис, 2013. С. 16–142.

*Воронин К.В.* Результаты геоархеологического исследования слоя бронзового века поселения Песочное 1 // Краткие сообщения Института археологии. 2018. Вып. 252. С. 87–103.

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

*Кузьмина Е.Е.* Откуда пришли индоарии? Материальная культура племён андроновской общности и происхождение индоиранцев. М.: «Восточная литература». 1994. 464 с.

*Сальников К.В.* Очерки древней истории Южного Урала. М.: Наука, 1967. 408 с.

*Фомичев А.В.* Металлопроизводство населения алакульской культуры позднего бронзового века в пределах Уральской горно-металлургической области. Дисс. соиск. к.и.н.: 07.00.06. 2017. 268 с.

**Опыт применения метода рентгенофлуоресцентной спектрометрии  
при проведении городских охранных раскопок в г. Кургане в 2014 году**  
(научный руководитель *А.А. Первухина*)

В последние десятилетия в вопросе изучения историко-археологических объектов набирают популярность междисциплинарные методы исследования. В археологии нового времени, так называемой, городской археологии, перспективным направлением естественно-научных исследований является геохимическое изучение объектов, позволяющее установить род хозяйственной специализации городского населения.

В 2014 г. был получен опыт применения метода естественно-научной дисциплины – рентгенофлуоресцентной спектрометрии (РФС) при проведении спасательных археологических работ на памятнике «Культурный слой г. Кургана». Целью данной работы стало освещение результатов применения данного метода.

За основу работы были взяты результаты городских охранных раскопок 2014 г. в г. Кургане, а именно городской усадьбы, датирующей первой половиной XIX в. По архивным данным была воссоздана история участка. В 1810 г. усадьба, расположенная на углу ул. Дворянская (сейчас ул. Советская) и пер. Гостинодворский (сейчас ул. Пичугина), находилась в имении курганского мещанина И.А. Захарова. В 1846 г. новым владельцем усадьбы стал офицер К.К. Зиновьев – вахтер провиантского магазина. На участке по ул. Дворянской он построил двухэтажный полукаменный дом, взамен уже бывшего там дома Захаровых, и двухэтажный деревянный флигель. После смерти Климентия Климентьевича усадьба перешла его сыну Ивану и находилась в его владении до 1866 г. После чего участок перешел его вдове Анне Федоровне с детьми. На соседнем участке располагалась усадьба А. Галеева, который был богатейшим мусульманским предпринимателем г. Кургана, владевшим в городе тремя домами на Дворянской, Новозапольной улицах (сейчас ул. Советская и Гоголя, соответственно) и в Гостинодворском переулке (сейчас ул. Пичугина). Кроме того, он арендовал часть дома Харламова на Троицкой улице (сейчас ул. Куйбышева) под магазин бакалейных товаров и торговое место на Базарной площади для сбыта фруктов [<https://kurgan.pro/okn/n131/>].

Архивные данные указывают на то, что в 1926 г. при муниципализации углового участка новым владельцем также указывается Зиновьев. При описании построек угловой усадьбы упоминаются 3 дома: 1 – угловой, деревянный дом на кирпичном фундаменте; 2 – флигель бревенчатый; 3 – деревянный дом. Все строения на момент проведения раскопок снесены. В 20-е гг. XX в. дома усадьбы были арендованы лудильной мастерской, предприятия «Кожтрест». Несмотря на наличие большого архивного материала, который позволяет выстроить подробную схему смен хозяев на усадьбе, все же не удастся проследить хозяйственное использование участка: неизвестно, велась ли хозяевами в XIX в. кустарная промысловая деятельность, осуществлявшаяся непосредственно во дворе, в надворных постройках.

На финальном этапе раскопок (при выходе на материк) был произведен забор грунта для дальнейшего проведения РФС (в ходе исследования применялся спектрометр «Спектроскан МАКС-GV»). Было проведено изучение разреза с серией попеременно сменяющихся культурных слоёв в раскопе на территории участка, который датируется по нумизматическому материалу не ранее 1815 г. 15 образцов для спектроскопии отобраны сплошной колонкой

через 10 см из культурных слоёв и нижних горизонтов почвы. Мощность разреза составляет 150 см. В результате получены данные по валовому содержанию 36 химических элементов и проведён их сравнительный анализ в каждом из образцов [Якимов, Новиков, 2016].

Исследуемый участок характеризуется четкой стратиграфической колонкой, слои не нарушены, отлагались последовательно. Раскопки велись горизонтами, благодаря чему удалось выделить три основных слоя.

В третьем горизонте (второй слой) были найдены элементы обуви. Стоит отметить большое количество обрезков кожи, заготовок бересты для изготовления стельки и вкладыша, скорлупы фундука в слоях. Фундук применялся в подкраске и дублении кожи или готовой обуви [Первухина, 2017]. Однако цвет обуви точно неизвестен, т.к. замечено, что после долгого нахождения в грунте кожа меняет свой цвет на темно-коричневый, независимо от исходного цвета [Осипов, 2006]. Среди находок из металла можно отметить пряжки, «кнопку», в которую продевался шнурок, обувные гвоздики. Помимо этого, зафиксировано большое количество обрезков листового металла, который предположительно мог использоваться для украшения обуви. Все найденные находки свидетельствуют о наличии на участке обувного производства.

По результатам РФС установлено, что наиболее часто встречающимися химическими элементами являются P, K, Ca, Na, Mg, S, Cu и Ti. Их концентрации постепенно уменьшаются до глубины 50 см. Однако на глубине 60–70 см. отмечается повышение концентраций P, Ca, Na, Mg и Cu в 1.5 раза по сравнению с вышележащими культурными слоями. В то же время содержания K и Ti в этом слое уменьшаются в 2 раза. Следует отметить, что количество S в этом культурном слое аномально высокое и составляет более 4 %, что в 30 раз выше по сравнению с выше- и нижележащими слоями. На глубине 90–110 см содержания химических элементов увеличиваются в 1.5 раза.

Таким образом, общий тренд внутривертикального распределения химических элементов характеризуется постепенным уменьшением их концентраций с глубиной. В то же время выявлены 2 зоны с повышенными значениями рассмотренных элементов на глубинах 60–70 и 90–110 см. Наличие этих зон может быть объяснено особенностями ремесленных производств, в результате которых в культурные слои поступали продукты технологического цикла с повышенными концентрациями этих химических элементов. В частности, высокое содержание S связано с кожевенным производством, т.к. при дублении кож использовались различные сульфаты. Повышенные концентрации других элементов можно объяснить высокой плотностью населения, проживающего в данном районе [Якимов, Новиков, 2016].

Применение метода рентгенофлуоресцентной спектроскопии, а также других геохимических методов в изучении археологических памятников нового времени является эффективным и перспективным направлением. Метод РФС был единожды использован при археологических работах в г. Кургане и, к сожалению, не является общепринятым стандартом при проведении охранных раскопок.

## Литература

Осипов Д.О. Обувь московской земли XII–XVIII вв.: материалы охранных археологических исследований. Т. 7. М.: ИА РАН, 2006. 202 с.

Первухина А.А. Элементы одежды и обуви горожан города Кургана XIX – начала XX века по археологическим материалам // Народный костюм в Сибири / [отв. ред. Е.Ф. Фурсова]. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 2017. С. 56–58.



Якимов А.С., Новиков И.К. Геохимическое состояние культурных слоев исторической части города Курган (по материалам раскопок 2014 г.) // Археология Среднего Притоболья и сопредельных территорий: Мат. межрегион. круглого стола, посвящ. 50-летию Курганской археологической экспедиции. Курган: КГУ, 2016. С. 123–125.

<http://kurgan.pro/okn/n131/> (дата обращения 03.08.2019)

**Д.В. Киселева<sup>1</sup>, М.В. Червяковская<sup>1</sup>, Н.И. Шишлина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, [kiseleva@igg.uran.ru](mailto:kiseleva@igg.uran.ru)

<sup>2</sup> Государственный исторический музей, г. Москва

## **Изотопный анализ стронция в современном сырье и ископаемом текстиле**

Изотопные отношения стронция  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в ископаемых и современных костных и зубных тканях человека и животных успешно применяются для реконструкций мобильности человека и животных [Ericson, 1985; Bentley, 2006]. По аналогии с костной и зубными тканями, стронций может поступать и сохраняться в волосах и шерсти млекопитающих [Frei et al., 2009]. Пилотные исследования [von Carnap-Bornheim et al., 2007] и, в особенности, [Frei et al., 2009] показали, что изотопный состав стронция шерсти овец, а, следовательно, и изотопный состав стронция археологического шерстяного текстиля, в среднем, отражает сигнал биодоступного стронция соответствующих пастбищ, где овцы могли выпасаться, и позволяет выявить возможные территориальные источники сырья.

Определение изотопного отношения стронция  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в волосах и шерсти как современных, так и ископаемых образцов является сложной аналитической задачей. Наличие загрязнений от микрочастиц, которые могут «налипать» на неоднородную поверхность волокон, может изменять изотопный состав стронция в самом текстиле или шерсти. Это происходит из-за того, что минеральные частицы могут содержать как высокие концентрации стронция при его различных изотопных отношениях (например, пониженные  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в плагиоклазах, повышенные – в карбонатах), так и низкие содержания стронция (пониженные  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в оливинах, повышенные – в слюдах, глинах) [Frei et al., 2009]. Кроме этого, липидная (жировая) фракция шерсти может содержать значимые количества примесных элементов (в том числе и стронция), поступление которых обусловлено воздействием на организм окружающей среды. При этом только микроэлементы, оставшиеся в волосных волокнах после удаления липидов, можно использовать для исследования особенностей питания и физиологического функционирования организма [Attar et al., 1990]. Помимо очистки от загрязнений, трудность представляет и сам масс-спектрометрический анализ стронция, поскольку его содержания в шерсти или волосах составляют единицы ppm [Frei et al., 2009], что приводит к необходимости его хроматографического выделения и концентрирования.

Целью работы являлась апробация методики изотопного анализа стронция в шерсти животных и археологического шерстяного текстиля эпохи бронзы для последующего определения вероятного ареала происхождения археологического текстиля.

Нами исследованы фрагменты шерсти двух современных овец, принадлежащих разным хозяевам (черная и белая, с. Ремонтное, Ростовская обл.), а также археологического текстиля из могильников срубной культуры Золотая Нива (Самарская обл.) и Герасимовка (Оренбургская обл.). Для сопоставительных целей исследовано современное растение (польнь), для анализа взяты его различные части: стебель, лист и соцветие (пастбище рядом с с. Ремонтное, балка Песчаная).



Подготовка и измерение образцов проводились в помещениях с классами чистоты 6 и 7 ИСО Блока чистых помещений Института геологии и геохимии, г. Екатеринбург. На всех стадиях анализа использована ультрачистая деионизованная вода MilliQ (18.2 МОМ•см). Лабораторная посуда и материалы, соприкасающиеся с реагентами и образцами, изготовлены из PFA (Savillex, США), PTFE или полипропилена. Все используемые кислоты были дважды очищены при температуре ниже температуры кипения (Savillex, США; Berghof, Германия).

Предварительная очистка шерсти/текстиля проведена согласно протоколу, изложенному в [Frei et al., 2009]. Для очистки образцов от силикатных частиц пыли и растворения липидной фракции использовали 20 % плавиковую кислоту (HF) при ультразвуковой обработке. Для этого исследованные образцы массой 20-40 мг выдерживали в 20 % HF в течение 1 часа в полипропиленовых пробирках в ультразвуковой ванне при комнатной температуре. После этого оставшийся промывной раствор «откачивали» автодозатором, а шерсть/текстиль дважды промывали 1 мл деионизованной воды. Объединенные промывные воды переносили в полипропиленовую пробирку и анализировали как отдельную пробу для сравнения с изотопным составом стронция шерсти/текстиля.

После этого очищенные образцы просушивали на плитке при температуре 120 °С открытым способом до полного высыхания. Далее образцы заново взвешивали и растворяли в смеси 1:1 30 % HNO<sub>3</sub> и 30 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и далее проводили хроматографическое выделение стронция с использованием ионообменной смолы Sr согласно [Streletskaia et al., 2017] по протоколу, адаптированному из [Horwitz et al., 1992].

Разложение растения и хроматографическое выделение стронция проведено согласно [Киселева и др., 2018].

Измерения изотопного состава стронция проводили из 3 %-го азотнокислого раствора на мультиколлекторном магнито-секторном масс-спектрометре с двойной фокусировкой Neptune Plus (Thermo Fischer) методом брекетинга (SSB) по схеме «стандарт-образец-образец-стандарт». Для оценки правильности и долговременной воспроизводимости измерительной процедуры использовали стандарт изотопного состава стронция NIST SRM 987:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.710266 \pm 8$  (1SD, N = 23).

В таблице приведены полученные при анализе результаты.

Из таблицы видно, что и шерсть, и археологический текстиль характеризуются высокими содержаниями стронция. Из всех исследованных образцов в светлой шерсти содержание стронция (10 ppm) соответствует литературным данным (<15 ppm) [Frei et al., 2009]. Высокие содержания в археологических текстильных волокнах после очистки могут свидетельствовать о загрязнении стронцием в течение времени захоронения и/или поступлении стронция в процессе возможной окраски текстиля [Frei et al., 2009]. Крайне высокое содержание стронция в шерсти темной овцы (~6000 ppm), предположительно, может быть обусловлено употреблением в пищу кормовых добавок с высоким содержанием стронция (например, на основе апатита).

Промывки темной шерсти и археологического текстиля из мого. Золотая Нива характеризуются более радиогенными (высокими) отношениями  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , чем соответствующие остатки волокон, что согласуется с данными [Frei et al., 2009]. Но для светлой шерсти и текстиля из могильника Герасимовка значения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в промывках ниже, чем собственно в очищенных волокнах. Этот факт авторы [Frei et al., 2009] объяснили «усреднением» в промывке изотопных отношений собственно волокна и примесных частиц твердого литогенного материала из продуктов выветривания базальтов Фарерских островов с низкими значениями  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (~0.703). В нашем случае, пониженные отношения стронция в промывке могут отвечать фоновой пылевой нагрузке от неогеновых и юрских отложений на территории могильника Герасимовка (0.707–0.708 [Veizer et al., 1999]). В тоже время, несмотря на существенно более

Отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в исследованных образцах современной шерсти, растения и археологического шерстяного текстиля

Материал	Образец	Sr, ppm	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	SE (abs)
с. Ремонтное, Ростовская область				
Трава (полынь)	Лист	110	0.70889	0.00002
	Соцветие	263	0.70848	0.00002
	Стебель	135	0.70885	0.00002
Современная шерсть овец	Светлая	10	0.70944	0.00005
	Промывка	839	0.70900	0.00002
	Темная	6213	0.70841	0.00001
	Промывка	395	0.71067	0.00004
Могильник Герасимовка, Оренбургская область, срубная культура				
Археологический текстиль	Текстиль	1050	0.70916	0.00001
	Промывка	369	0.70871	0.00002
Могильник Золотая Нива, Самарская область, срубная культура				
Археологический текстиль	Текстиль	194	0.71106	0.00002
	Промывка	150	0.71531	0.00002

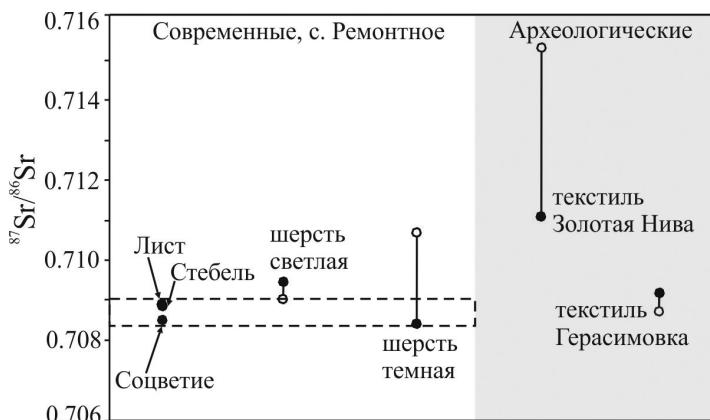


Рис. Изотопные отношения стронция  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в образцах современной шерсти овец и травы (с. Ремонтное, Ростовская обл.), а также археологического текстиля из могильников срубной культуры Золотая Нива (Самарская обл.) и Герасимовка (Оренбургская обл.). Незалитые точки на графике обозначают соответствующие шерсти и текстилю промывки.

радиогенные значения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в промывке (0.71531), текстиль из могильника Золотая нива имеет  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  отношение существенно выше (0.71106), чем фоновые значения подстилающих пород в районе (0.707–0.708 [Veizer et al., 1999]) и, скорее всего, не является местным изделием.

На рисунке приведены полученные изотопные отношения стронция в современной шерсти овец из с. Ремонтное и археологических текстилей; для сравнения на график нанесены изотопные отношения стронция в траве и в промывках.

Из рисунка видно, что шерсть черной овцы (0.70841), в целом, соответствует диапазону биодоступного стронция для с. Ремонтное (0.70889–0.70848, трава), в то время как шерсть светлой овцы выходит за рамки этого диапазона, что позволяет предположить либо ее не-

давний перегон (в пределах одного года) из другого местонахождения, отличного по составу подстилающих пород от с. Ремонтное, либо, скорее всего, использование сезонных дополнительных кормов – сена и комбикормов с измененным (м.б. иным?) изотопным составом стронция, происхождение которых связано с другими геологическими территориями.

Вариации изотопных соотношений стронция в археологических образцах шерстяного текстиля из могильников Самарской и Оренбургской области демонстрируют, что происхождение сырья для их изготовления должно быть связано с двумя разными ареалами. В будущем планируется проведение сопоставительного анализа с фоновыми региональными показателями  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  биодосупного стронция для определения их вероятной локализации.

Таким образом, применение метода определения вариаций изотопных соотношений стронция в природных (шерсть современных овец и трава) и археологических (шерстяной текстиль) образцах позволит в будущем определить были ли шерстяные изделия местными или привозными. Эти данные во многом расширят возможности исторических интерпретаций.

*Анализы изотопного состава стронция выполнены в ЦКП УрО РАН «Геоаналитик» в рамках темы № АААА-А18-118053090045-8 государственного задания ИГГ УрО РАН и гранта РФФИ №18-09-00015.*

### Литература

*Киселева Д.В., Шагалов Е.С., Зайцева М.В., Стрелецкая М.В., Карпова С.В.* Изотопно-геохимическое (Sr, Pb) исследование разреза почвенно-растительного слоя в районе археологических памятников эпохи бронзы на Южном Урале // Геоархеология и археологическая минералогия. Миасс: Имин УрО РАН, 2018. Т. 5. С. 37–41.

*Attar K.M., Abdelaal M.A., Debayle P.* Distribution of trace-elements in the lipid and nonlipid matter of hair // *Clinical Chemistry*, 1990. Vol. 36. P. 477–80.

*Bentley R.A.* Strontium Isotopes from the Earth to the Archaeological Skeleton: A Review. 2006;13(3):135-187. doi:10.1007/s10816-006-9009-x.

*Ericson J.E.*, 1985. Strontium isotope characterization in the study of prehistoric human ecology. *J. Hum. Evol.* 14, 503e514.

*Frei K.M., Frei R., Mannering U., Gleba M., Nosch M.L., Lyngstrøm H.* Provenance of ancient textiles—a pilot study evaluating the strontium isotope system in wool // *Archaeometry*, 2009. Vol. 51. No. 2. P. 252–276.

*Horwitz, E.P., Chiarizia, R., and Dietz, M.L.* A novel strontium-selective extraction chromatographic resin // *Solvent Extraction and Ion Exchange*, 1992. Vol. 10. P. 313–336.

*Streletskaia M., Zaytceva M., Soloshenko N.* Sr and Nd chromatographic separation procedure for precise isotope ratio measurement using TIMS and MC ICP methods-MS // European winter conference on plasma spectrochemistry. Sankt Anton am Arlberg, Austria. 19–24 Feb, 2017. P. 319.

*Veizer J., Ala D., Azmy K., Bruckschen P. et al.*  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  evolution of Phanerozoic seawater // *Chem Geol.*, 1999;161(1): 59–88.

*Von Carnap-Bornheim C., Nosch M.L., Grupe G., Mekota A.M., Schweissing M.M.* Stable strontium isotopic ratios from archaeological organic remains from the Thorsberg peat bog // *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 2007. Vol. 21. P. 1541–1545.

## **Визуализация экспонатов Музея археологического дерева «Татарская слободка»**

(научный руководитель *Г.М. Сайфутдинова*)

Доступность и развитие средств и мощностей вычислительной техники и цифровых технологий позволяет применять методы фотограмметрии в различных областях наук, в том числе и в археологии, в частности при музеефикации объектов. Так, в настоящий момент методы и возможности фотограмметрии позволяют исследователям-археологам и музеологам получать не просто фотографии раскопов, курганов и находок, а строить их 3D-модели. Подобное нововведение значительно упрощает визуализацию результатов исследований.

Имея набор перекрывающихся фотоснимков интересующего нас объекта и специальное программное обеспечение, можно получить плотное облако точек, полигональные модели с текстурой, а также ортофотопланы [Смекалова, Кутайсов, 2017]. Достоинством данного метода является быстрое и высокоточное получение достоверной информации о форме, размерах и пространственном положении объекта съемки, получение необходимой информации о текстуре, цвете объекта [Алексева, Тышкевич, 2015]. Построение трехмерных моделей артефактов позволяет проводить многократные измерения и исследования дистанционно и не разрушая объект интереса. Так, цифровые модели можно измерить с разных сторон, получить разрезы модели, изучить положение отдельных элементов под любым углом и с разных ракурсов, переводить их при необходимости в двухмерные чертежи и т.д. [Гусев, Ражев, 2014].

Авторами были успешно применены методы фотограмметрии при создании Музея археологического дерева «Татарская слободка», а именно: был сформирован электронно-цифровой архив деревянных предметов, найденных в ходе археологических работ в раскопе «Татарская слободка» с. Свяжск (Зеленодольский район Республики Татарстан), которые были проведены в 2011–2014 гг. в северо-восточной части острова. Эта территория в XVI–XVII вв. была занята посадом города-крепости. Работы были проведены силами сотрудников Института археологии им. А.Х. Халикова АН РТ, на общей площади около 2100 м<sup>2</sup>. В результате проведенных археологических работ были выявлены остатки деревянной средневековой застройки, представленные остатками крупных жилых и хозяйственных построек, разделенные между собой сетью оград, улиц, переулков, тупиков. Мощность культурного археологического слоя при этом достигала 3 м.

Всего было обнаружено более 250 сооружений, в том числе остатки деревянных надворных и заглубленных в землю построек XVI–XVIII вв., а также многочисленные хозяйственные ямы. Обнаруженные конструкции состоят из порядка 3200 деревянных элементов. К сожалению, часть деревянных находок имела плохую сохранность и была непригодна для проведения фотографической съемки. Для остальных деревянных предметов и сооружений были построены трехмерные модели.

Создание пространственных моделей производилось двумя способами. Для первого способа объект фотографировался в собранном виде. Бревна были скомпонованы и подвешены в музее так, как они располагались в раскопе во время их обнаружения. Этот собранный объект фотографировался с разных ракурсов, и по серии фотографий получалась единая пространственная, так называемая «монолитная», модель.

Другая модель собиралась из моделей отдельных бревен, созданных также методами фотограмметрии. Каждое бревно, входящее в состав сооружения, фотографировалось отдельно, и на основе сделанных фотографий создавалась его трехмерная модель. Далее в программе

Autodesk 3ds Max все бревна, входящие в сооружение, объединялись по схеме, предоставленной исследователем-археологом («сборная» модель).

Описанные выше подходы были применены для сооружения № 41 которое имеет вид сруба, из яруса II раскопа «Татарская слободка». По данным дендрохронологического исследования, оно датируется XVII в. Сооружение имеет хорошую сохранность, состоит из 7 предметов.

Применение первого способа создания модели сооружения № 41 выявило сложности при фотографировании висящего на высоте массивного сооружения, а именно: необходимо было применять дополнительные приспособления, в частности, леса и стремянки, чтобы сфотографировать объект со всех сторон, что, в свою очередь, создавало помехи для фотографа при смене позиции при фотофиксации объекта.

В отличие от первого, при втором способе поворачивалось само бревно, входящее в состав сооружения, так, как это было необходимо фотографу. Возникла необходимость наложения масок на все фотографии, т.к. фон мешал корректному построению модели. Это, в свою очередь, увеличило время создания модели, но позволило менять положения бревна.

Построение «монолитной» модели и модели отдельных деревянных бревен производилось в специальной программе Agisoft PhotoScan. Данная программа успешно применяется как для трехмерной реконструкции больших площадных раскопов при съемке с летательного аппарата, дрона [Verhoeven, 2013], получения моделей пещер [Леонов, Аникушкин, 2014], петроглифов и наскальных рисунков [Казаков, 2016], так и для визуализации небольших археологических находок [Поврозник, 2015].

Таким образом, методы фотограмметрии нашли активное применение при музеефикации и создании музея дерева в с. Свяжск.

## Литература

*Алексеева А.С., Тышкевич А.В.* Применение метода цифровой фотограмметрии как средства моделирования в обследовании и реконструкции памятников архитектуры // Информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений: Мат. XV Междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2015. С. 1–8.

*Гусев А.В., Ражев Д.И., Слепченко С.М., Зайцева О.В., Пушкарёв А.А., Водясов Е.В., Вавулин М.В.* Археологических комплекс Зеленый Яр: новые технологии полевых исследований // Уральский исторический вестник. 2014. № 2(43). С. 89–96.

*Казаков В.В.* Применение информационных технологий в задачах лаборатории мультидисциплинарных исследований первобытного искусства Евразии НГУ // Вестник НГУ. Сер. Информационные технологии. 2016. Т. 14. № 4. С. 50–57.

*Леонов А.В., Аникушкин М.Н., Бобков А.Е., Рысь И.В., Козликин М.Б., Шуньков М.В., Деревянко А.П., Батурын Ю.М.* Создание виртуальной 3D-модели Денисовой пещеры // Археология, этнография и антропология Евразии. 2014. № 3(59). С. 14–20.

*Поврозник Н.Г.* Виртуальный музей: сохранение и репрезентация историко-культурного наследия. // Вестник ПГУ. Сер. История. 2015. Вып. 4(31). С. 213–221.

*Смекалова Т.Н., Кутайсов В.А.* Археологический атлас Северо-Западного Крыма. Эпоха поздней бронзы. Ранний железный век. Античность // Археологические атласы Северного Причерноморья. Т. II. Вып. XVIII. СПб: Алетейя, 2017. 448 с.

*Verhoeven G., Sevara Ch., Karel W., Ressel C., Doneus M., Briese Ch.* Undistorting the Past: New Techniques for Orthorectification of Archaeological Aerial Frame Imagery // Good Practice in Archaeological Diagnostics, Non-invasive survey of complex archaeological sites. Dordrecht: Springer International Publishing. 2013. P. 31–68.

## **Вариабельность магнитной восприимчивости почв в связи с отражением палеоклиматических обстановок и влиянием почвообразующих пород**

Магнитная восприимчивость почв отражает количество железосодержащих соединений в почве, их состав, строение и дисперсность. Магнитные свойства почв во многом определяются биоклиматическими условиями. Известно, что при интенсификации процесса выветривания в ходе почвообразования происходит накопление несиликатных форм железа, представленных, в основном, высокодисперсным гетитом, а также гематитом, лепидокрокитом, магнетитом и маггемитом, в зависимости от почвенных условий. В результате почвообразования возможно формирование дисперсных частиц ферримагнитных минералов (магнетита, маггемита). Содержание последних в почвах составляет, как правило, не более 0.1 %, размер частиц преимущественно <0.1 мкм, однако именно они, в первую очередь, формируют магнитный профиль почв. В процессе образования почвенного (биогенного) магнетита определяющую роль играют железоредуцирующие бактерии [Алексеев, Алексеева, 2012].

Магнитные соединения железа в почвах имеют различное происхождение. В естественных ландшафтах величина магнитной восприимчивости (МВ) определяется, в основном, присутствием ферримагнитных минералов педогенного, литогенного, и, частично, космогенного происхождения. При их очень незначительном содержании возможно судить об интенсивности протекания ряда элементарных почвенных процессов непосредственно *in situ* и о палеоэкологических условиях в целом. Эта информация выражается через объективно измеряемую физическую величину магнитной восприимчивости почв [Вагапов, Алексеев, 2015].

В отечественной и иностранной литературе вопросам природы ферримагнетиков посвящены обстоятельные исследования, которые показали, что основной вклад в МВ почв дает магнетит различного происхождения.

На основе показателя магнитной восприимчивости (МВ) можно выявить закономерности и механизмы формирования структуры пространственной неоднородности почвенных свойств и почвенного покрова, обусловленных палеоэкологическими факторами, например, такими как палеокриорельеф [Вагапов, 2013; Вагапов, Алексеев, 2015]. Но наиболее интересна цель использования показателей магнитной восприимчивости для палеоклиматических реконструкций [Maher, et al., 2007]. Профильное распределение МВ в палеопочвах степной зоны, определяемое, в первую очередь, содержанием почвенного магнетита, может быть использовано в качестве «магнитной записи» палеоэкологических факторов степей и позволяет получать количественные характеристики климата (атмосферные осадки). Кроме того, топоизоплеты пространственного распределения МВ могут давать представления как об этапах конструирования грунтовых погребальных сооружений (курганов), так и о материалах, используемых при этом [Вагапов, Алексеев, 2015]. Опыт измерения магнитной восприимчивости и интерпретации показателя применительно к различным типам археологических памятников в комплексе с рядом других почвенных свойств получен коллективом лаборатории археологического почвоведения ИФХиБПП РАН для горных террас Дагестана [Борисов, и др., 2016] и почв археологического поселения средней полосы России [Борисов, и др., 2013]. Для степной зоны Зауралья капаметрия проведена на ряде погребальных объектов Страны Городов [Зданович, и др., 2001] и эталонных черноземных глубококарбонатных супесчаных почвах [Плеханова, 2017]. Для Приуралья показатель измерен в комплексе методов изучения



**Магнитная восприимчивость погребенных почв  
и курганных насыпей разного возраста**

Горизонт, глубина отбора, см	$\chi$	Горизонт, глубина отбора, см	$\chi$	Горизонт, глубина отбора, см	$\chi$
Курган Кремень. Разрез Крем 1–17, 800 лет		Курган Кремень. Разрез Крем 2–17, 100 лет		Курган с «усами» Солочанка IX (курган 5). Разрез Ал-105, 1600 лет	
Ад, 2	1.6	Ад, 2	0.32	A1 <sub>нас.</sub> , 5	27
A1, 10	0.83	A1, 8	0.48	A1 <sub>нас.</sub> , 13	20
ABнас, 20	0.1	B, 16	0.68	AB <sub>нас.</sub> , 22	12
ABнас, 38	0.17	[A], 25	3.06	[	30
КСпеч, 60	0.34	[AB], 34	0.14	[	19
B, 75	0.13	[B], 50	0.12	[	6
[BFe], 100	0.04			[	6
BC, 116	0.01				

*Примечание.* Использованы сокращения при названии горизонтов: Ад – д – «дернина»; нас – «насыпь» – курганная насыпь; печ – «печина», содержит обломки печной обмазки из глины. В квадратных скобки заключены погребенные горизонты.

различных свойств почв, включая ферментативную активность [Каширская и др., 2017]. Однако, некоторые высоковариативные измерения МВ почв археологических памятников остаются без внимания и интерпретации.

Приведем профильные характеристики магнитной восприимчивости почв отдельных памятников (табл. 1 и 2). Для сравнения мы выбрали памятники, расположенные на берегах рек, почвы и палеопочвы которых имеют сходный гранулометрический состав, преимущественно связнопесчаный. Возраст насыпей курганных памятников представлен хроносрезами 100 лет,

Таблица 2

**Магнитная восприимчивость почв поселений Степное III, Степное V, Степное VIII  
и курганного могильника, Степное VII эпохи бронзы**

Разрез Степн-3-01, посел.	$\chi$	Разрез Степн-5-01, посел.	$\chi$	Разрез Степн-7-01, курган	$\chi$	Разрез Степн-8-01, фон	$\chi$
1	2	3	4	5	6	7	8
A <sub>нас.</sub> , 0–10	105			A1, 0–10	108	A <sub>нас.</sub> , 0–10	118
A1, 20–30	130	A1-1 20–30 см	97			A1, 25–30	135
		A1-2 40–50	150			AB, 45–50	101
КС <sub>золин?</sub> , 33–40	162	A1-3 <sub>горельн?</sub> , 57–64	205	КС <sub>нас.</sub> , 14–20	125		
КС <sub>СА? золин</sub> , 45–55	118			КС <sub>нас.</sub> , 28–35	122		
B, 60–70	103	B, 70–80	120	[A], 5–15	120	B, 70–80	128
				[AB], 25–35	135		
				[B], 55–65	167		
				[B], 85–100	114		
				BC, 110–120	207		
				BC, 130–140	177		
				BC, 150–160	118		
				BC, 165–185	115		
Разрез Степн-6-01, заполнение рва				$\chi$			
135–145 см				128			

*Примечания.* 1) A<sub>нас.</sub>, КС<sub>золин?</sub>, B – названия горизонтов. В квадратные скобки заключены погребенные горизонты; 2) цифры после названия горизонта в 3, 5 и 7 столбцах – глубина горизонта в см.



800 лет, 1600 лет и 3600 лет. Кроме того, представлены измерения для культурных слоев поселения возрастом 3400–3200 лет.

Разрезы курганов представлены через насыпь и погребенную под курганами почву. Для палеопочвы кургана с «усами» Солончанка IX величины МВ демонстрируют высокую сохранность погребенной под насыпью почвы, изменяясь с 12 до 30 ед на границе насыпь-погребенная почва. В кургане Кременье для хроносреза 100 лет также отражена отличная сохранность погребенной почвы и высокий скачок значений МВ с 0.67 до 3.06 ед. Однако для хроносреза 800 лет того же кургана граница насыпь-погребенная почва не фиксируется ни магнитной восприимчивостью, ни гумусом, хотя визуальнo слабо заметна погребенная под курганом почва, и активностью микроорганизмов мы показали ее наличие [Каширская и др., 2018].

Магнитная восприимчивость почв Зауралья высокая, для памятников Степное она колеблется в пределах 108–207 ед (табл. 2). Восприимчивость почвообразующих пород свыше 100 единиц (103–118 ед). На поселении ее максимум совпадает суглистым культурным слоем – КС<sub>угли</sub> (205 ед), КС<sub>зольник</sub> имеет значения более полутора сотен единиц (162 ед). Местами профильный ход сходен с ходом кривой гумуса, но имеются несколько максимумов значений в нижних песчаных горизонтах, обусловленных составом почвообразующих пород.

Магнитный профиль северных вариантов черноземов участка Степное с высоким уровнем магнитной восприимчивости, отражает наиболее благоприятные в зональном спектре Зауралья условия образования ферромагнетиков. Ранее нами был зафиксирован максимум значений магнитной восприимчивости на мегалитическом памятнике Черкаснская аллея менгиров, расположенном на склоне одноименной сопки в Аркаимской долине. Зафиксированное превышение значений МВ до 780–930 ед. объясняется расположением аллеи менгиров на выходе пород вулканического происхождения. В тоже время погребальные памятники и поселения, такие как представленные здесь Кременье, Степное, Солончанка IX, находятся в долинах рек на песчаных-супесчаных породах осадочного чехла, и несмотря на различный возраст и принадлежность к разным регионам, демонстрируют небольшой разброс величин МВ.

Вывод о ритуальном либо строительном происхождении КС «зольник» и «прокал» по материалам поселения Степное, где рассматривались культурные слои поселения эпохи бронзы, в которых общая магнитная восприимчивость почвообразующих пород характеризовалась довольно высокими значениями: фоны – 115–125 единиц, значения в КС «зольник» 118–162 единицы, КС «горельник» – 205 единиц – то есть порядок значений не меняется, КС светло-серый со слабым коричневым оттенком слабовскипающий. Материал культурного слоя «зольник» не подвергался воздействию огня и представляет собой не только остатки костровой золы, но и антропогенно преобразованную обогащенную карбонатами породу, возможно, принесенную извне в результате какой-то деятельности.

По поводу уменьшения со временем концентрации антропогенных веществ в культурном слое всегда стоит вопрос, имеем ли мы дело с переходом пределов устойчивости и необратимыми изменениями ландшафта, или же антропогенные изменения химического состава лишь увеличивают время формирования определенных свойств, и почвы достигнут того же состояния, что и на менее измененных участках, если нарушение не продолжается. В пределах степной зоны Зауралья по прошествии более чем трех тысяч лет после антропогенного воздействия нами зафиксированы многочисленные изменения почв поселений и их окрестностей.

Показатель МВ определяется как в полевых так и в лабораторных условиях, без какой-либо специальной подготовки образца, что дает возможность проводить массовые замеры, но интерпретация этого отдельного показателя возможна только вместе с проведением комплексных исследований почвенных и палеопочвенных свойств рядом других методов, как минимум, с определением содержания гумуса и форм железа. Кроме того, при интерпретации

значений магнитной восприимчивости следует учитывать геологическое строение, поскольку нами зафиксировано аномально высокие значения на одном из памятников.

Автор выражает признательность археологам-держателям открытых листов и руководителям раскопов за организацию исследований памятников: к.и.н. А.Д. Таирову и к.и.н. И.Э. Любчанкиному (курган с усами Солончанка IX, ранний железный век), к.и.н. А.С. Сыроватко (курган Кременье, XII в н.э.), к.и.н. Д.Г. Здановичу (курган и поселение Степное, средняя бронза).

*Работа выполнена в рамках госзадания № АААА-А18-118013190175-5 (в системе «Парус» – 0191-2019-0046).*

*Исследования археологического памятника Кременье выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-06-00326 А.*

## Литература

- Алексеев А.О., Алексеева Т.В.* Оксидогенез железа в почвах степной зоны. М.: ГЕОС, 2012. 204 с.
- Борисов А.В., Бухонов А.В., Гак Е.И., Плеханова Л.Н.* Инфраструктура катакомбного поселения Рыкань-3 в свете междисциплинарных исследований // В сб.: Археология Восточно-Европейской степи Материалы IV Нижневолжской междунар. археол. конф. 2013. С. 66–74.
- Борисов А.В., Иорисов И.А., Коробов Д.С., Ельцов М.В., Савицкий Н.М., Плеханова Л.Н.* Земледельческие террасы с межевыми откосами в горном Дагестане // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2016. Т. 10. № 4. С. 85–97.
- Вагапов И.М.* Магнитная восприимчивость как показатель формирования пространственной изменчивости почв, обусловленной палеоэкологическими факторами: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 2013. 22 с.
- Вагапов И.М., Алексеев А.О.* Магнитная восприимчивость в оценке пространственной и профильной неоднородности почв, обусловленная палеоэкологическими факторами // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2015. № 5. С. 99–106.
- Зданович Г.Б., Иванов И.В., Плеханова Л.Н.* Музей-заповедник «Аркаим» в Стране Городов // Природа. 2001. № 9. С. 50–58.
- Каширская Н.Н., Плеханова Л.Н., Петросян А.А., Потапова А.В., Сыроватко А.С., Клещенко А.А., Борисов А.В.* // Подходы к выявлению шерсти по численности кератинолитических микроорганизмов в грунтах древних и средневековых погребений // Нижневолжский археологический вестник. 2018. Т. 17. № 2. С. 95–107.
- Каширская Н.Н., Плеханова Л.Н., Удальцов С.Н., Чернышева Е.В., Борисов А.В.* Механизмы и временной фактор ферментативной организации палеопочв // Биофизика. 2017. Т. 62. № 6. С. 1235–1244.
- Плеханова Л.Н.* Проблемы поиска эталонных почв степного Зауралья для создания Красной книги почв // Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. № 3 (72). С. 50–58.
- Maher B.A., Alekseev A.O., Alekseeva T.* Magnetic mineralogy of soils across the Russian steppe: climatic dependence of pedigenic magnetite formation // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2003. Т. 201. № 3–4. P. 321–341.

## Использование геофизических методов при поиске и изучении памятников древней металлургии железа в Приольхонье (западный берег Байкала)

Западное побережье центральной части Байкала (Приольхонье) – территория с высокой концентрацией археологических памятников. Лесостепные, граничащие с тайгой, участки побережья озера привлекали древних жителей, начиная с неолита. В Приольхонье известны многочисленные разнообразные археологические памятники: стоянки, захоронения, культовые сооружения, городища, петроглифы, ирригационные сооружения и т.д. Одними из интересных археологических объектов являются памятники черной металлургии. До конца XX в. вопрос о масштабах и технологии получения железа древними жителями Прибайкалья фактически являлся «белым пятном». Кроме немногочисленных упоминаний о находках шлаков и фрагментов железодельных «печей», информация о черной металлургии Приольхонья практически отсутствовала. За последние два десятилетия в области изучения этого вопроса произошел определенный сдвиг. Комплексные исследования центров черной металлургии под руководством профессора ИрНИТУ, доктора исторических наук А.В. Харинского, в которых большую роль сыграли геофизические методы, позволили получить представления о технологии получения железа в Прибайкалье. На территории Приольхонья выявлено несколько типов сыродутных горнов, используемых древними металлургами в разные хронологические периоды [Снопков, Харинский, 2012]. Несмотря на полученные результаты, изучение истории развития черной металлургии в Прибайкалье еще только началось. Нерешенных вопросов, относящихся к этой теме, предостаточно.

По результатам многолетних работ сформировалась многоэтапная методика поисков и изучения памятников древней металлургии железа на территории Приольхонья:

*1 этап.* Поисковые маршруты с целью выявления мест нахождения металлургических шлаков (главного признака металлургической деятельности). Дополнительными поисковыми признаками является обнаружение (вместе со шлаками) обожженной обмазки, древесного угля в почве, обожженных и закопченных камней, изометричных и вытянутых понижений рельефа, выступающих каменных плит, следов грунтовых отвалов и водоводных каналов, проявлений железных руд. Лесостепные ландшафты Приольхонья, в основном, характеризуются малыми мощностями почв – от 5 до 30 см, поэтому артефакты металлургической деятельности нередко отчетливо видны на поверхности. Большинство памятников черной металлургии были обнаружены по артефактам на проселочных дорогах. Ситуационный план местонахождения шлаков и других следов черной металлургии позволяет сделать первоначальные предположения о местонахождении металлургических конструкций [Снопков, 2015].

*2 этап.* Изучение образцов шлаков. Изучение строения, химический анализ и измерение магнитной восприимчивости образцов обнаруженных шлаков позволяют предположить тип сыродутного производства. Проведенные исследования выявили то, что шлаки сыродутных горнов разного типа различаются по кислотности, вязкости, химическому составу и содержанию магнитных материалов (железа, магнетита). Физико-химические исследования шлаков позволяют сделать предположения о типе сыродутного горна и скорректировать дальнейшие исследования [Снопков, 2016; Снопков, 2017].

*3 этап.* Поиск металлургических конструкций и дораскопная реконструкция металлургических центров с помощью геофизических исследований. Для выбора геофизических

методов необходимо выполнение двух основных условий: высокая скорость проведения исследований и однозначность определения присутствия следов черной металлургии. Основным методом решения этой задачи, удовлетворяющим вышеуказанным условиям, является магниторазведка [Kozhevnikov et al., 2018; Снопков, 2017a].

Благоприятными петрофизическими предпосылками для использования магниторазведки являются контрастно высокие магнитные свойства (магнитная восприимчивость, остаточная намагниченность) артефактов металлургической деятельности по сравнению с вмещающими грунтами. Так как для сооружения сыродутных горнов (особенно ямных) и пригорных ям требовалось выкапывать грунт, то места расположения металлургических центров, как правило, выбирались в местах, где его мощность была больше – долины, распадки, западины. Магнитная восприимчивость грунтов, как правило, не превышает 0/7 милиЕд. СИ. Коренные горные породы, магнитность которых хотя и изменяется в широких пределах, но, благодаря своему более глубокому залеганию, оказывают меньшее влияние на характер магнитного поля, чем следы металлургии. Магнитная восприимчивость шлаков и обожженной обмазки на один-два порядка превышает свойства грунтов, и изменяется в диапазоне от 0.13 до 70 милиЕд. СИ. В результате скопления шлаков и обожженной обмазки создают контрастные аномалии напряженности магнитного поля, достигающие 30–100 нТл. Подобные аномалии достаточно уверенно выявляются с помощью современных магнитометров, точность измерения которых не ниже 1 нТл, а природные помехи, как правило, не превышают 5–10 нТл. Еще более высокие амплитуды напряженности магнитного поля создают обожженные стенки и обмазка горнов. Создаваемые ими аномалии достигают 300 нТл и обусловлены влиянием остаточной намагниченности горных пород, возникающей в период остывания раскаленных стенок горна. Аномалии магнитного поля также могут быть связаны с присутствием на территории магнетитовых руд, а также кусочков кричного либо обработанного железа. В этом случае, амплитуда аномалии может изменяться в широком диапазоне от единиц до сотен нТл. Кроме того, магнитовозмущающими объектами являются крупные камни, которые древние металлурги использовали в качестве строительного материала на технологической площадке (закрепление столбиков, выравнивание площадок и т.д.). Горные породы, распространенные в Приольхонье, относятся к метаморфогенным породам раннего палеозоя (ольхонская серия). Среди пород ольхонской серии встречаются образования с повышенными магнитными свойствами (магнетитовые кварциты, ожелезненные гнейсы, габброиды, пироксениты и др.), но, как правило, их магнитная восприимчивость занимает промежуточное значение между грунтами и металлургическими артефактами. Фактически, все перечисленные магнитовозмущающие объекты (связанные с металлургической деятельностью) располагаются в верхней части разреза, на глубине не более 1/5 м [Снопков, 2015; Снопков, 2016; Снопков, 2017a].

Опыт детальных магниторазведочных работ на более чем двух десятках объектов позволил выбрать оптимальную методику выполнения съемки. Наиболее оптимальным масштабом является 1:100. Измерения проводятся по квадратной сети  $1 \times 1$  м, с детализацией аномальных участков по сети  $0.5 \times 0.5$  м. Оптимальная высота расположения измерительного датчика магнитометра – 0.5 м. При таком расположении прибора наблюдается высокая чувствительность к магнитовозмущающим объектам в приповерхностной части разреза, при этом высокоградиентные зоны магнитного поля, создаваемого разными объектами на поверхности земли, влияют на работу прибора не критично. Измерения проводились протонными магнитометрами ММП-203 и ММРОС-1.

Для повышения точности работ за счет учета изменения напряженности магнитного поля во времени использовались либо магнитовариационная станция (магнитометр, установленный на контрольном пункте (КП) и включенный в автоматический режим измерений), либо проведение систематических измерений поля на КП через небольшие интервалы времени (10–15 мин., обычно в начале и конце профиля).

Опыт проведения трехкомпонентных и градиентных измерений напряженности магнитного поля магнитометром ММРОС-1 на двух участках показал, что особого эффекта в данных условиях такие измерения не дают, но существенно снижают скорость съемки.

К настоящему времени магниторазведочные работы проведены на 24 памятниках древней металлургии Приольхонья. Результаты магнитных измерений позволили не только выявлять местоположение магнитовозмущающих приповерхностных объектов, ассоциируемых с металлургическими конструкциями и артефактами, но и делать первичную реконструкцию металлургических центров (расположение и тип горнов, форма и размеры пригорновой ямы, места скопления руды, площадки для отвала шлаков и обмазки, укрепительные каменные стенки и др.). Проведенные раскопки 7 памятников подтвердили возможность и корректность подобной реконструкции [Снопков С.В., Снопков П.С., 2013]

Наиболее высокоамплитудными и контрастными аномалиями напряженности магнитного поля на площади металлургического центра отображаются обожженные и оплавленные стенки рабочей камеры горнов. Это связано с высокой остаточной намагниченностью стенок горна. Аномалии, создаваемые горнами раннего железного века, достигают до 300 нТл, у средневековых горнов – 50–100 нТл. Размеры аномалий от горнов, как правило, не превышают  $3 \times 3$  м. Скопления шлаков и обмазки образуют «изрезанные» аномалии с амплитудами 20–40 нТл. Каменные выкладки создают слабые аномалии амплитудой 10–20 нТл.

*4 этап.* Детальное изучение территории металлургических центров комплексом геофизических методов. Памятники черной металлургии Приольхонья чрезвычайно разнообразны по своему строению. Технологические площадки, на которых располагались объекты, связанные с получением и обработкой железа, могут значительно различаться по своим размерам и характеру размещения конструкций. Раскопка всего памятника дело трудоемкое, поэтому важно получать максимально возможное количество информации дистанционными методами [Снопков, 2015].

Авторами был опробован ряд электроразведочных методов: электромагнитное профилирование (ЭМП), электротомография методом электромагнитного зондирования и вызванной поляризации (ЭМЗВП) и георадиолокация. Предпосылкой использования электроразведочных методов является различие удельного электрического сопротивления грунтов, скальных пород, материала конструкций и их заполнения. В случае ямных горнов раннего железного века геоэлектрическая модель выглядит следующим образом: вмещающие грунты имеют сопротивление 500–600 Ом\*м; у обожженных и оплавленных стенок горнов (толщина 20–30 см) сопротивление повышается до 1500–2000 Ом\*м; а у рыхлого песчано-глинистого материала, заполняющего пригорновые ямы, сопротивление снижается до 200–400 Ом\*м. Средневековые горны выделяются повышением сопротивления на фоне вмещающих пород за счет вертикальных плит горных пород и спеченной обмазки. Ямы и канавы, присутствующие на технологической площадке, ожидаемо выделяются понижением сопротивления, а выкладки из глыб горных пород – его повышением.

Электромагнитное профилирование выполнялось с помощью электромагнитного сканера «Nemfis», который излучает и регистрирует электромагнитное поле на 14 частотах в диапазоне от 2.5 кГц до 250 кГц. Среднее время одного измерения на всех частотах составляет около 2 сек. Максимальная чувствительность сканера приходится на область низкого удельного электрического сопротивления (0.01–1 Ом\*м), что позволяет эффективно выделять проводящие объекты в высокоомной вмещающей среде. Высокоомная среда (более 10 Ом\*м) является неблагоприятным условием для проведения исследований, так как чувствительность сканера в этом случае резко снижается. Сканер «Nemfis» предназначен для исследования пространственного распределения удельного сопротивления геологического разреза до глубины 10 м, однако опыт использования аппаратуры на высокоомных разрезах Прибайкалья показывает,



что реальная глубинность метода не превышает 4–5 м. В отличие от методов сопротивления с электродными (гальваническими) заземлениями обладает значительно более высокой производительностью. Последних два фактора (невысокая глубинность и высокая производительность) дают возможность использовать метод при археологических исследованиях.

Для оценки возможностей сканера «Nemfis» на двух памятниках древней металлургии в Приольхонье («Барун-Хал – 3» (ранний железный век), «Черноруд – 2» (средневековые)) были проведены опытные работы ЭМП. Высота расположения излучателя и приемника составляла 0.5 м. Сеть наблюдения –  $1 \times 1$  м. Данные площадной съемки обрабатывались с помощью регрессионного анализа, в результате которого минимизировался фоновый эффект от коренных горных пород и выделялись приповерхностные объекты, в том числе и археологические. По результатам обработки строились карты удельного электрического сопротивления для разноточных слоев геологического разреза.

В результате опытных работ было выявлено, что на фоне поля сопротивлений от горных пород (от 300 до 500 Ом\*м) выделяются слабоамплитудные аномалии сопротивления (выше на 50–100 Ом\*м), связанные с высокоомными объектами в верхнем (1.5–2 м) слое геоэлектрического разреза. Такими объектами являются мерзлота, выходы и крупные глыбы коренных горных пород, а также археологические объекты: каменные выкладки, металлургические горны, скопления шлаков и обмазки, обожженные стенки пригорновых ям и др. Таким образом, опытные работы показали, что ЭМП дает дополнительную информацию о технологических площадках металлургических центров.

Метод ЭМЗВП заключается в регистрации ЭДС в приемной заземленной линии в момент пропускания через питающий горизонтальный электрический диполь (заземленная линия) импульса тока и переходного процесса после его выключения. ЭМЗВП выполнялся в форме электротомографии. Электротомография предназначена для получения двумерных и трехмерных геоэлектрических разрезов из измерений, полученных на поверхности земли, путем многократных повторных измерений сигнала в приемных линиях, при различных положениях питающей. В результате происходит своеобразная «подсветка» геологического разреза с разных позиций источника, а в ходе интерпретации измеренных данных производятся двумерные или трехмерные преобразования.

Исследования выполнялись с помощью многоэлектродной 16-ти канальной электрозведочной станции «Скала-64» установкой срединного градиента. Проблемным фактором применения метода являлось высокое сопротивление грунтов и заземлений приемных электродов, требующих большой мощности генератора электрического тока. Измерения проводились на двух памятниках: «Барун-Хал-3» и «Курминское озеро-2». Были проведены опытные измерения по сети  $0.25 \times 0.5$  и  $1 \times 1$  м. После первичной обработки данных были построены карты на глубины до 2-х, 4-х и 6 м, а также разрезы по профилям. Наиболее интересным для изучения археологических объектов являлся верхний слой геологического разреза (толщиной 2 м). На памятнике «Курминское озеро-2» зоной пониженного сопротивления выделились две соединенные пригорновые ямы, расположенные одна выше другой по склону. По краю пригорновых ям фиксируется зона повышенного сопротивления, создаваемая горнами (которые также хорошо выделяются в магнитном поле).

Георадиолокация основана на излучении импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и регистрации сигналов, отраженных от различных объектов зондируемой среды. Георадар состоит из импульсного генератора, блок управления, передающей и приемной антенн.

Проведенные опытные работы на археологических памятниках показали, что на площадках металлургических центров выявляются аномальные зоны, которые в том числе совпадают с местами расположения сыродутных горнов. Вопрос о возможностях применения георадара



для изучения памятников черной металлургии в Приольхонье требует своего дальнейшего изучения.

Таким образом, многолетние комплексные исследования памятников черной металлургии в Приольхонье показывают, что использование геофизических методов позволяет не только обнаруживать местонахождение памятников, но и проводить их первоначальную реконструкцию. В результате, геофизические исследования позволяют более рационально спроектировать проведение археологических раскопок.

## Литература

*Снопков С.В.* Поиск и изучение памятников древней металлургии и рудопоявлений железа методами геофизической разведки (на примере археологических и геологических объектов Прибайкалья). // Геоархеология и археологическая минералогия–2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015. С. 109–114.

*Снопков С.В.* Использование геофизических и геохимических методов при изучении памятников древней металлургии Приольхонья. // Вопросы естествознания. № 4 (12), 2016. С. 99–102.

*Снопков С.В.* Опыт использования магниторазведки при поиске и изучении памятников древней металлургии железа в Приольхонье (западное побережье Байкала). // Малышевские чтения. Мат. III Всерос. научн. конф. (Старый Оскол, 18–19 мая 2017 г.). Старый Оскол: Изд-во РОСА, 2017а. С. 46–56.

*Снопков С.В.* Особенности технологии получения железа в Прибайкалье по результатам исследования древних железосиликатных шлаков. // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017б. С. 154–157.

*Снопков С.В., Снопков П.С.* Реконструкция металлургических центров по производству железа по магниторазведочным данным (Приольхонье, западный берег Байкала) // Интеграция археологических и этнографических исследований. Иркутск: ИрГТУ, 2013. С. 123–126.

*Снопков С.В., Харинский А.В.* Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Материалы III Международной научной конференции (Улан-Батор, 5–9 сентября 2012 г.). Улан-Батор: Изд-во Монг. гос. ун-та, 2012. Вып. 3. С. 241–246.

*Kozhevnikov N.O., Kharinsky A.V., Snopkov S.V.* Geophysical prospection and archaeological excavation of ancient iron smelting sites in the Barun-Khal valley on the western shore of Lake Baikal (Olkhon region, Siberia) // Archaeological Prospection. 2018. P. 1–17.

**А.М. Назин**

*ГАОУ ДО ИО «Центр развития дополнительного образования детей»,  
МБОУ СОШ № 18, г. Иркутск,  
mail@detirk.ru*

## Магнитная восприимчивость шлаков железвосстановительных горнов Приольхонья (Западное Прибайкалье)

(научные руководители *С.В. Снопков, В.Э. Данилевская*)

Приольхонье – западное побережье пролива Малое море озера Байкал – территория, на которой в древности происходило массовое получение железа [Харинский и др., 2004]. Следы черной металлургии прошлого встречаются в виде многочисленных россыпей железосиликатных шлаков. Железосиликатные шлаки – это отходы процесса получения железа. Шлаки, в силу их высокой устойчивости процессам разрушения, служат признаком при поиске памятников древней металлургии железа. Как правило, скопления шлаков располагаются на территории технологических площадок древних металлургов либо вблизи них. Для получе-

ния информации о том, в какой период происходило получение железа и какой технологией для этого пользовались, необходимо проведение археологических раскопок на, как правило, большой площади. Но представление об особенностях технологии получения железа может дать анализ шлаков, даже в том случае, когда железовосстановительные горны не сохранились [Снопков, 2017].

Одним из методов изучения шлаков является измерение магнитной восприимчивости. Магнитная восприимчивость – это физическая величина, характеризующая связь между намагничивающим магнитным полем и возникающей под его действием намагниченностью вещества. Для измерения магнитной восприимчивости используется специальный геофизический прибор – каппаметр. С помощью него производится измерение магнитного потока датчика при внесении исследуемого образца в его рабочее пространство [Снопков, 2016].

В сыродутных горнах получение железа из руды происходит путем восстановления зерен металла под воздействием угарного газа. При температурах, превышающих 1000 °С, в горнах начинается плавление примесей и образование жидкого железосиликатного шлака, представленного, в основном, фаялитом. Часть железа также переходит в шлак. Фаялит является практически немагнитным минералом, а вот зерна восстановленного железа и магнетита, часть которых оказываются в массе шлака, магнитны. Измерение магнитной восприимчивости позволяет оценивать долю чистого железа (и/или магнетита) в шлаках и тем самым делать выводы о технологических особенностях металлургического процесса.

Многолетние результаты измерения магнитной восприимчивости шлаков с металлургических центров Приольхонья показывают, что значения изменяются в широком диапазоне – от 0.5 до 50 млрд. СИ. Причем выпущенные (из горна) шлаки имеют значения, как правило, ниже, чем те, которые остывали в горне (горновые или донные). Кроме того, магнитная восприимчивость шлаков существенно отличается, в зависимости от технологии получения железа. Шлаки из горнов раннего железного века существенно ниже по магнитной восприимчивости, чем шлаки средневековых и более поздних горнов. Это свидетельствует о том, что в более древних шлаках меньше включений железа и магнетита [Снопков, 2017]. Эта зависимость магнитной восприимчивости, обнаруженная в процессе анализа петрофизических данных, позволяет использовать данный петрофизический метод для экспресс-определения типа горна.

В 2017 и 2018 гг. силами детской краеведческой экспедиции обследовались фланги металлургического центра раннего железного века Курминское озеро 1 [Данилевская, 2018]. По результатам работ были открыты новые памятники черной металлургии вблизи уже известных. Кроме того, на новых памятниках проводился сбор образцов шлаков, измерение магнитной восприимчивости и сравнение её с данными полученными ранее.

Всего были изучены шлаки с трех участков. Первый участок находится в 50 м восточнее памятника Курминское озеро 1, второй и третий – в 150 м севернее. Всего были проведены измерения на 42 образцах (первый участок – 8, второй – 16, третий – 17). Измерения проводились с помощью каппаметра КТ-5. По результатам измерений на каждом из участков построены гистограммы распределения магнитной восприимчивости и сравнивались с уже известными.

Проведенные измерения показали, что распределение магнитности шлаков на первом и втором участках подобно распределению магнитной восприимчивости шлаков из горнов раннего железного века. Распределение значений магнитной восприимчивости шлаков с третьего участка оказалось ближе к шлакам из средневековых горнов.

Таким образом, проведенные исследования магнитной восприимчивости шлаков, обнаруженных на новых участках на флангах металлургического центра Курминское озеро 1, по-

казали что два объекта имеют магнитные характеристики подобные горнам раннего железного века, а третий по свойствам ближе к шлакам из средневековых горнов.

## Литература

Данилевская В.Э. Обнаружение нового железовосстановительного горна на памятнике «Курминское озеро – 1» (Приольхонье, западное Прибайкалье) // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 138–140.

Снопков С.В. Использование петрофизических методов в археологических исследованиях. // Геоархеология и археологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН. 2016. С. 50–56.

Снопков С.В. Особенности технологии получения железа в Прибайкалье по результатам исследования древних железосиликатных шлаков. // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 154–157.

Харинский А.В., Снопков С.В. Производство железа населением Приольхонья в элгинское время. // Известия Лаборатории древних технологий. Вып. 2. Иркутск, 2004. С. 167–187.

**Д.А. Скрыпниченко<sup>1</sup>, Ю.А. Давыденко<sup>1</sup>, С.В. Снопков<sup>2,3</sup>, А.В. Харинский<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГУ ВО Иркутский национальный исследовательский технический университет

<sup>2</sup>ГАУ ДО Иркутской области «Центр развития дополнительного образования детей»,

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет»

*d.skrypnichenko@mail.ru*

### **Опыт применения электромагнитных зондирований при исследовании средневековой стоянки «Черноруд-2» в урочище Бул-Дурун (Западное Прибайкалье)**

Целью данного исследования являлась апробация электромагнитного сканера «Nemfis» на археологических объектах Приольхонья (Западное Прибайкалье). Метод электромагнитного индукционного частотного зондирования (ЧЭМЗ), реализованный в сканере Nemfis, предназначен для изучения пространственного распределения удельного электрического сопротивления (УЭС) до глубины 10 м. [Крылов, 2004] Опытные работы должны были оценить применимость частотного электромагнитного зондирования для картирования верхней части разреза при решении археологических задач в условиях высокоомного геологического разреза. Основной целью эксперимента было выделение эффекта от тонкого приповерхностного слоя четвертичных отложений на фоне низкопроводящих коренных пород.

Электромагнитный сканер «Nemfis» представляет собой трехкатушечный зонд. Генераторный контур излучает электромагнитное поле на 14 частотах в диапазоне от 2.5 кГц до 250 кГц. Сканер «Nemfis» является автономным устройством с внутренним источником питания и постоянным запоминающим устройством. Общая длина зонда в рабочем состоянии 2.75 м. Масса прибора не превышает 10 кг. Управление осуществляется с переносного компьютера или смартфона. Среднее время одного зондирования на всех 14 частотах составляет около 2 сек. Каждое измерение происходит в два этапа: сначала производится измерение прямого поля от генератора (для определения тока), затем измеряется вторичное поле. Максимальная чувствительность зонда сканера находится в области низкого УЭС (0.01–1 Ом\*м), что позволяет эффективно выделять проводящие объекты в высокоомной вмещающей среде. Несмотря на то, что данный метод (по заявлению разработчиков) предназначен для исследования геологического разреза на глубину до 10 м, опыт использования сканера на высоко-

омных разрезах Прибайкалья показывает, что реальная глубина исследования не превышает 4–5 м [Давыденко, 2018].

В геологическом отношении Приольхонье относится к Ольхонскому метаморфическому террейну Центрально-Азиатского складчатого пояса. Ольхонский террейн располагается в центральной части западного побережья оз. Байкал и с северо-запада примыкает к краевому выступу фундамента Сибирского кратона. Террейн объединяет три тектонические пластины, сложенные метаморфическими комплексами, состоящими из различных гнейсов, кристаллических сланцев основного состава и амфиболитов, мраморов, силикатно-карбонатных пород с включениями кварцитов. Состав амфиболитов позволяет относить их к реликтам океанической коры окраинных морей. Метаморфизм пород террейна варьирует от гранулитовой до эпидот-амфиболитовой фации. Возраст гранулитового метаморфизма оценивается значениями около 500 млн лет, а более позднего амфиболитового – 460–470 млн лет. [Байкаловедение, 2012] Четвертичные отложения представлены песками, супесью, суглинком с дресвой и щебнем.

Исследования проводились летом 2017 г. в урочище Бул-Дурун вблизи студенческой базы практик ИРНИТУ «Черноруд» (с. Шара-Тогот, Ольхонский район, Иркутская обл.) (рис. 1). Участок проведения опытных работ в урочище Бул-Дурун располагается на территории средневековой стоянки. В урочище выявлено более десятка искусственных каменных выкладок (предположительно, культовые сооружения), древний водоводный канал. В северной части площади работ были обнаружены фрагменты железовосстановительного горна (XIII–XIV вв. н.э.).

Детальная съемка с шагом  $1 \times 1$  м была выполнена на участке площадью  $100 \times 40$  м, на территории известной средневековой стоянки. По данным площадной съемки был проведен регрессионный анализ с помощью программы GeliosSMI-64. Регрессионный анализ минимизировал фоновый эффект от коренных горных пород и выделил приповерхностные аномалии, в том числе и от археологических объектов (рис. 2).

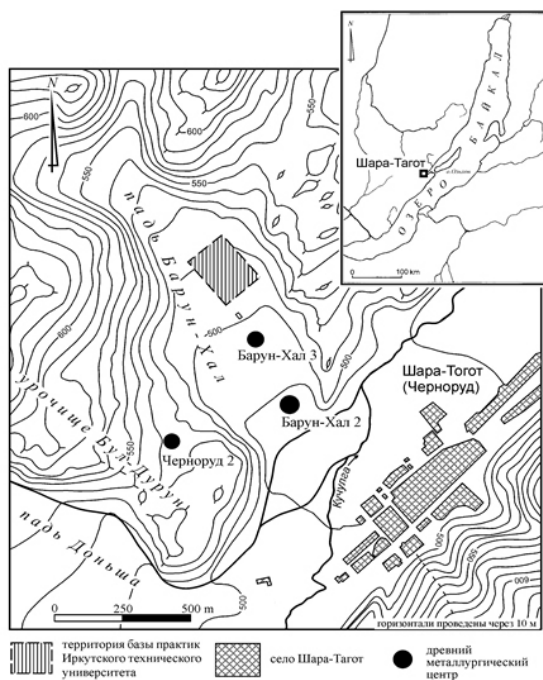


Рис. 1. Ситуационный план исследуемого участка

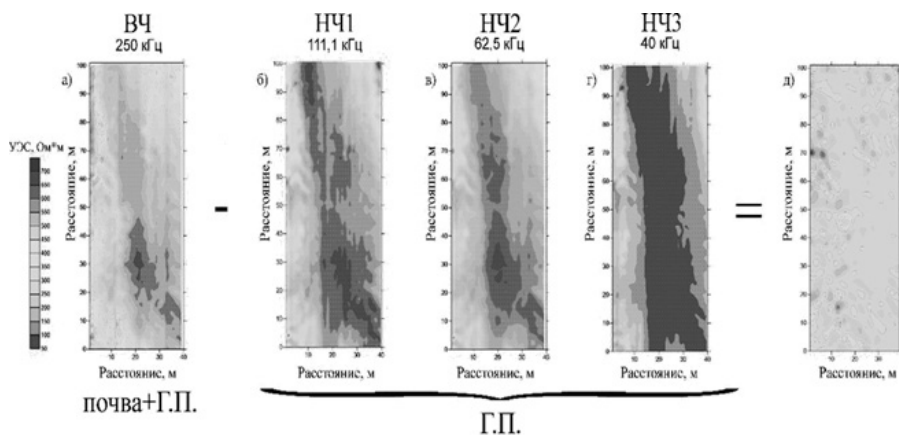


Рис. 2. Результаты площадной съемки УЭС для частот: 250 кГц (а), 111,1 кГц (б), 62,5 кГц (в), 40 кГц (г) и регрессионного анализа данных (д).

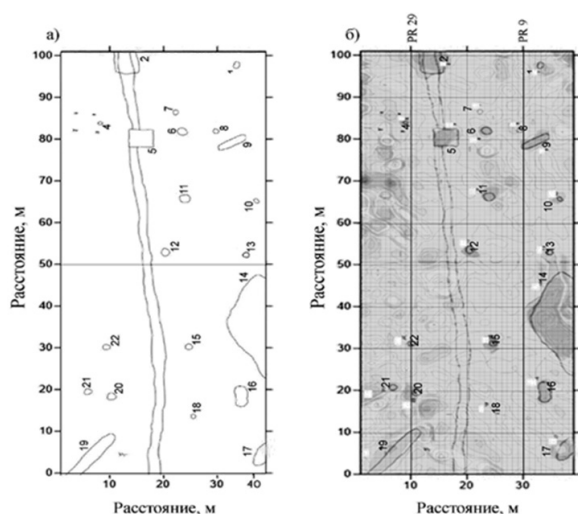


Рис. 3. Результаты исследований: а) схема расположения геологических и археологических объектов; б) карта сопротивлений.

По результатам интерпретации результатов частотного электромагнитного зондирования были построены геоэлектрические разрезы и карты на глубину до 2.5 м (развертка по глубине в данном случае носит весьма условный характер).

Под поверхностным слоем, представленным относительно низкоомными суглинками, мощность которых не превышает 0.5 м, находятся метаморфические горные породы ольхонской серии с УЭС от 500 до 2000 Ом\*м (см. рис. 2).

Выделенный эффект от приповерхностного слоя характеризуется УЭС от 50 до 700 Ом\*м. В центре участка наблюдается область понижения сопротивления, обусловленная увеличением мощности четвертичных отложений (рис. 3).

На фоне 100–200 Ом\*м (четвертичные отложения) выделяется ряд контрастных локальных аномалий (до 700 Ом\*м), соответствующих как выходящим на дневную поверхность коренным горным породам, так и археологическим объектам (см. рис. 3). Часть археологи-

ческих объектов, выделяющихся аномалиями в поле УЭС, является каменными выкладками (визуально наблюдаемым). Другая часть, предположительно связанная с сырдутными горами, представляет наибольший интерес [Снопков, Харинский, 2012; Снопков, 2016]. Тем более, эти аномалии совпадают с аномалиями в магнитном поле. Интересно, что противопожарный ров, проходящий в центре изучаемой области, практически не проявился в распределении УЭС. Также представляет интерес ряд низкоомных объектов, природу которых следует ещё выяснить.

Таким образом, по результатам площадной съемки, выполненной электромагнитным сканером Nemfis на эталонном участке в урочище Бул-Дурун, выявлена возможность выделения слабо-контрастных аномалий, связанных со следами жизнедеятельности древних людей.

## Литература

- Байкаловедение: в 2 кн. Новосибирск: Наука, 2012. Кн. 1. С. 378–379.
- Давыденко С.Ю. Опыт комплексного геофизического изучения памятников древней металлургии Приольхонья (Западное Прибайкалье). // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 140–143.
- Крылов С.С. Геоэлектрика: Поля искусственных источников. СПб: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2004. 135 с.
- Снопков С.В. Использование геофизических и геохимических методов при изучении памятников древней металлургии Приольхонья. // Вопросы Естествознания. № 4 (12), 2016. С. 99–102.
- Снопков С.В., Харинский А.В. Металлургические горы Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Мат. III Междунар. науч. конф. (Улан-Батор, 5–9 сентября 2012 г.). Улан-Батор: Изд-во Монг.гос.ун-та, 2012. Вып. 3. С. 241–246.

**А.В. Ананьин**

*Курганский государственный университет, г. Курган  
wobas1999@gmail.com*

## **Применение GIS технологий в изучении памятников позднего бронзового века на территории лесостепного Притоболья** (научный руководитель *И.К. Новиков*)

С каждым годом геоинформационные технологии все больше проникают в археологию, растёт количество работ, связанных с использованием различных методов GIS. GIS выступает в качестве инструмента для получения новой информации при исследовании памятника, или же их групп, необходимой для дальнейшего изучения.

Использование GIS технологий, в частности Q-gis (квантумгис), для исследования памятников позднего бронзового века на территории лесостепного Притоболья началось относительно недавно, но применяется успешно. Системы GIS позволяют обработать большой массив информационных данных, накопленный предшествующими исследователями, систематизировать их. Это, в дополнении с новыми материалами, позволяет более качественно реконструировать древнейшее прошлое, подвергнуть корректировке существующие концепции или подтвердить на более точном уровне уже имеющиеся теоретические выкладки, зачастую основанные на логике или догадках.



Территория Зауралья, в том числе пространства лесостепного Притоболья, неоднократно служили объектом археологических исследований. Накопление информации о имеющихся памятниках началось с второй половины XVIII в. Результатом их деятельности оказался огромный массив данных, требующий систематизации, а также более углубленного изучения. Первые попытки систематизации памятников, в том числе и на территории нынешней Курганской области, можно увидеть в работах Р.Г. Игнатьева «Археологическое описание Оренбургской и Уфимской губерний» и «Городища и курганы Оренбургской губерний» и др. Данную работу продолжили: Ю.П. Аргентовский, К.В. Сальников, В.Ф. Генинг и др. [Виноградов, 1993]. Особенно примечательны работы Н.Б. Виноградова «Археологическая карта Курганской области» и Т.М. Потемкиной «Бронзовый век лесостепного Притоболья», являющиеся сводками имеющихся данных о памятниках археологии различных периодов, с привязкой к определенной местности, в том числе бронзового века лесостепного Притоболья [Виноградов, 1993; Потемкина, 1985].

Согласно устоявшейся на данный момент теории, расселение населения позднего бронзового века происходило вдоль русел рек, при этом территория водоразделов и обширные пространства, лежащие между реками, автоматически относятся к ареалу расселения культур бронзового века. В результате проведения исследований на территории Тоболо-Ишимского междуречья, под руководством Новикова И.К. было выявлено порядка 20 новых поселенческих памятников бронзового века, которые находятся на удалении от 40 до 100 км от р.Тобол. [Ананьин, 2019]. Взаимодействие новых материалов с уже имеющимися в системах GIS позволяет скорректировать существующую систему расселения и дополнить ее памятниками, которые локализуются на берегах озер. Таким образом, в научный оборот введен новый тип памятника, расположенного на берегах озер.

Одной из важнейших частей ГИС является дистанционное зондирование. На данный момент применяются методы дистанционного зондирования двух уровней: наземного и авиационного. К используемым наземным методам можно отнести геофизический метод, а именно электрометрический, базирующийся на изучении удельного электрического сопротивления грунтов [Коробов, 2011]; авиационный метод – аэрофотосъемка, которая осуществляется с помощью БПЛА (беспилотного летающего аппарата). Данные методы активно применяются при изучении различных памятников. Например, поселение Золотое 1 [Костомаров, Новиков, 2018] и могильник «Звериноголовский курган». Где на последнем, благодаря проведению геофизики было определено точное месторасположение захоронения, а также после проведения аэрофотосъемки, была создана трёхмерная модель памятника.

Итак, ГИС вошли в археологическую науку сравнительно недавно, но уже закрепились как неотъемлемая часть научного знания. Благодаря тому, что в данных системах возможна единовременная обработка большого количества материалов междисциплинарного исследования, результатом чего становятся комплексные данные о памятнике, группе памятников и т. д., что позволяет по-новому взглянуть на анализ уже имеющейся информации о памятниках археологии и более детально обследовать новые памятники.

## Литература

*Ананьин А.В.* Ареал распространения культур бронзового века на территории лесостепного Притоболья (Новые данные) // LI Урало-Поволжская археологическая конференция, 2019. С. 33–34.

*Виноградов Н.Б.* Археологическая карта Курганской области. Курган: Зауралье, 1993, 345 с.

*Коробов Д.С.* Основы геоинформатики в археологии. Учебное пособие. М.: Издательство Московского университета, 2011. 224 с.

*Костомаров В.М., Новиков И.К.* Топографические характеристики поселения Золотое 1 – нового памятника андроновской эпохи Тоболо-Ишимья // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2018. № 4(43). С. 32–38

*Потемкина Т.М.* Бронзовый век лесостепного Притобалья. М.: Наука, 1985. 376 с.

**Г.Х. Вафина, Л.В. Овечкина**

*Институт археологии им. А.Х.Халикова АН РТ, г. Казань, vafina.gulnur5@mail.ru*

## **Построение пространственной модели мусульманского кладбища Биш-Балта и прилегающей территории**

(научный руководитель *Г.М. Сайфутдинова*)

На сегодняшний день применение такого эффективного инструмента как трехмерное моделирование стало довольно популярным и широко распространенным явлением в различных областях науки. В мировой археологии в последнее десятилетие наблюдается рост интереса к 3D. Это не удивительно, ведь трехмерные технологии позволяют сохранить, реконструировать и воспроизводить археологические и исторические объекты с максимальной точностью и детализацией [Вавулин, 2016].

Потребность в реалистичном отображении окружающего мира увеличивает значимость трехмерного моделирования [Иванов, 2011]. Для археологии, как и для многих других наук, внедрение цифровых технологий в арсенал инструментария исследователя открывает новые возможности для всестороннего изучения, визуализации, сохранения, передачи, популяризации объектов исследования, в частности, объектов историко-культурного наследия. В этом случае геоинформационные технологии являются реальным подспорьем для решения этих важнейших задач науки.

Использование фотограмметрии обусловлено рядом характеристик этого метода: высокая точность получаемых изображений, достаточная простота использования и автоматизация процесса, невысокая стоимость оборудования по сравнению с 3D-сканированием [Лбова, 2017].

Вышеупомянутые преимущества метода сыграли ключевую роль в выборе пути решения поставленных задач в рамках проекта по отнесению историко-культурной территории «Мусульманское кладбище слободы Биш-Балта (XVI–XX вв.) Кировского района г. Казань Республики Татарстан» к объектам культурного наследия в виде достопримечательного места.

В контексте проекта согласно № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» мусульманское кладбище слободы Биш-Балта относится к третьей категории достопримечательного места: памятные места, культурные и природные ландшафты, связанные с историей формирования народов и иных этнических общностей на территории Российской Федерации, историческими (в том числе военными) событиями, жизнью выдающихся исторических личностей.

Целью данного исследования стало применение всех доступных современных способов для сохранения исторически ценных и значимых надгробных камней с территории мусульманского кладбища слободы Биш-Балта (XVI–XX вв.) Кировского района г. Казань Республики Татарстан, являющегося объектом культурного наследия РТ.

Мусульманское кладбище Биш-Балта является историческим некрополем известного в период Казанского ханства поселения Биш-Балта. После покорения Казани его использование было остановлено и возобновилось только после поселения на данной территории татарского населения в рамках Адмиралтейской слободы.

Территория кладбища Биш-Балта с течением времени претерпевала сезонные затопления, а в 1960-х гг. была частично затоплена Куйбышевским водохранилищем.

В течение долгих лет оно оставалось в большом запустении, большая часть намогильных плит разрушена, повсюду раскиданы их осколки. На сегодняшний день на месте кладбища сохранились лишь отдельные намогильные камни, особую ценность которых представляют сохранившиеся до наших дней надписи – эпитафии.

Достижение поставленной цели было реализовано с помощью построения цифровой пространственной модели территории кладбища по данным геодезической съемки и размещением на ней трехмерных моделей намогильных плит, созданных методами наземной фотограмметрии.

Исследования проводились в полевых и камеральных условиях. На начальном этапе было выполнено обследование территории и фотофиксация исследуемых объектов, изучение особенностей их пространственного размещения, а также сбор и анализ информации о намогильных камнях, находящихся на территории кладбища Биш-Балта.

Перед началом работ были спланированы маршрут съемки и методика фотографирования с учетом особенностей, размеров, цвета и положения намогильных плит. Важным аспектом на начальном этапе является корректная подборка подходящей методики съемки, оптимального количества фотографий, непосредственно влияющих на результат построения трехмерных моделей. Для адекватного построения пространственной модели необходимо обеспечить достаточные площади перекрытий соседних изображений. Вместе с тем нет необходимости делать большое количество фотографий, их избыток затянет процесс обработки на длительное время.

По результатам обследования территории было выявлено 25 намогильных камней, каждому был присвоен свой номер. Перед фотосъемкой на каждый намогильный камень была установлена масштабная линейка, для точности дальнейшего воспроизведения модели. Каждый участок камня был зафиксирован на не менее, чем двух изображениях, тем самым была создана серия фотографий. Объект фотографировался подробно, с разных ракурсов. В среднем, было получено по 40–50 фотографий каждой плиты.

По результатам съемки, полученные фотографии, были обработаны в программе Agisoft PhotoScan Professional. Трехмерные модели в указанной программе были созданы по серии фотографий, имеющих общие точки. Таким образом, для каждой намогильной плиты в камеральных условиях была построена пространственная модель.

Для построения трехмерной модели самого кладбища Биш-Балта была проведена топографическая съемка ее территории. В ходе геодезических работ были зафиксированы местоположения намогильных плит, границ кладбища, береговой линии, дорог, ЛЭП, сооружений и объектов незавершенного строительства.

Создание топографического плана в масштабе 1:500 осуществлялось в программе ArcMap на основе данных тахеометрической съемки. Построение пространственной модели территории кладбища Биш-Балта было выполнено в модуле ArcScene (рис.).

Созданная пространственная модель кладбища и прилегающей к ней территории обладает рядом преимуществ.

Во-первых, данная модель выступает в качестве платформы, объединяющей в себе все имеющиеся данные об объектах, на ней представленных. Заполнив атрибутивную информацию слоя намогильных плит различными данными, например, о координатах, размерах камня, эпитафиях, прикрепив к ней растровые изображения намогильных плит с разных ракурсов, ортофотосрезы, исследователь может дополнять общую картину интересующими его характеристиками, параметрами в соответствии с решаемыми им задачами. Модель динамична и легко адаптируема под потребности исследователя.

Во-вторых, все намогильные плиты географически привязаны и имеют координаты  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Фактически проведена их инвентаризация. При необходимости можно, используя эти координаты, отыскать их на местности.

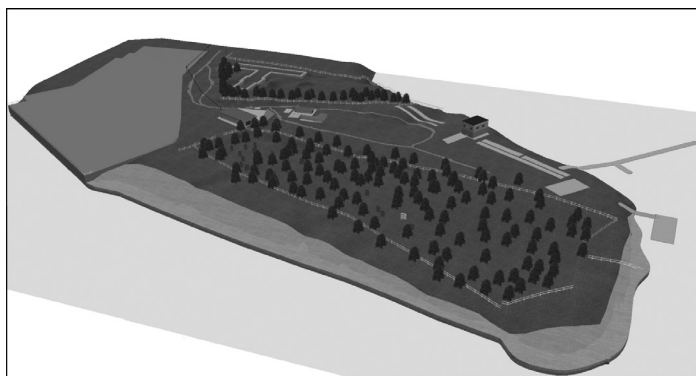


Рис. Пространственная модель мусульманского кладбища Биш-Балта и прилегающей территории.

В-третьих, модель построена на основе геодезической съемки и дает возможность с довольно высокой точностью проводить необходимые линейные измерения, изучать рельеф местности, вести наблюдения за береговой линией.

В-четвертых, включение модели в качестве иллюстрации в различного рода тематические публикации о кладбище Биш-Балта дает возможность читателю иметь конкретное представление об объекте, описываемом автором. Это избавит автора от словесного описания территории кладбища и ее окрестностей.

Таким образом, в результате исследований была проведена геодезическая съемка кладбища Биш-Балта с прилегающей к ней территорией и фотограмметрическая съемка каждого сохранившегося надгробного камня, находящегося на территории кладбища. Полученные данные были объединены в единую модель поверхности.

## Литература

*Вавулин М.В.* Технологии трехмерной оцифровки крупных автономных археологических объектов // Вестник Томского государственного университета, 2016. № 407. С. 55–60.

*Иванов А.П., Мазаева Н.И., Осокин С.А.* Создание и практическое применение трехмерных моделей на базе стереосъемки сверхвысокого разрешения с космического аппарата GeoEYE-1 // Техника средств связи. Серия: техника, телевидения, 2011. № 1. С. 29–37.

*Лбова Л.В., Женест Ж.-М.* Трехмерная визуализация в археологии как научно-образовательный ресурс в Новосибирском государственном университете: возможности и ограничения // Вестник НГУ. Серия: история, филология, 2017. Т. 16. № 5. С. 9–21.

Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов РФ [Электронный ресурс]: ФЗ от 25.06.2002 № 73-ФЗ – Режим доступа: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_37318/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/) (02.07.2019).

**А.А. Файзуллин**

ФГБОУ ВО «Оренбургский ГПУ. [faizullin.airat@yandex.ru](mailto:faizullin.airat@yandex.ru)

## **Металл в погребальных обрядах ямной культуры Волго-Уралья как индикатор социальной значимости погребенного индивида**

Поскольку социальный статус умершего определялся той ролью, которую он играл в системе общественного производства и распределении материальных ценностей, то соответ-

ственно эти процессы должны были отразиться в погребальном обряде [Генинг, 1983, 1989]. По мнению ученых, инвентарь в погребении выступает индикатором социальной роли умершего или социальной позиции общественных групп [Массон, 1976; Ковалева, 1989; Иванова, 2001]. Это отражено и в погребальном ритуале ямных племен. Прежде всего, это относится к предметам из металла. Другим, не менее важным критерием отражающим социальный статус погребенного, являются трудовые затраты на совершение погребального комплекса. Взаимовстречаемость двух этих признаков позволит сделать некоторые выводы о социальном статусе погребенных индивидов с металлическими предметами. Выборка насчитывает 394 погребения из 281 кургана. В данной выборке незначительное количество погребений с металлом – 51 (13 % от общей массы захоронений). Сравнение трудовых затрат будет производиться по уже имеющейся классификации [Моргунова, Файзуллин, 2018].

Погребальный инвентарь в группе 1 тип А встречен в 63 (43 % от общего количества погребений в группе) захоронениях, при этом в 50 из них находилось только по одному предмету.

Изделия из металла (медь): ножи-кинжалы листовидной формы – 9 (6 %), шилья – 7 (5 %), топоры (топоры-молоты) – 4 (3 %), долота – 2 (1 %), тесла – 1 (0.6 %); медные подвески в два и полтора оборота – 2 (1 %).

Погребальный инвентарь в группе 1 тип Б обнаружен в 15 (45 %) захоронениях. Изделия из металла: подвески из меди – 1 (3 %); изделия из метеоритного железа – 2 (6 %).

Погребальный инвентарь в группе 2 тип А отмечен в 63 (44 %) захоронениях.

Изделия из меди: ножи-кинжалы листовидной формы – 7 (5 %), шила – 11 (8 %), мечи и скипетры – 1 (0.7 %); медные подвески – 1 (0.7 %), медное кольцо – 2 (1 %), медный браслет – 1 (0.7 %).

Погребальный инвентарь в группе 2 тип Б встречается в 31 (49 %) захоронениях. Изделия из меди: ножи-кинжалы листовидной формы – 9 (14 %), медные и бронзовые шилья – 7 (11 %), проушные топоры – 2 (3 %), тесла – 2 (3 %), долота – 3 (5 %), копья – 1 (2 %); медная подвеска – 4 (6 %), костяное кольцо – 2 (3 %); серебряная подвеска – 3 (5 %).

Изделия из метеоритного железа – 3 (5 %).

Наряду с орудиями и оружием из меди (в 15 погребениях) отмечаются украшения из меди и серебра в 5 комплексах, в двух случаях – метеоритное железо и человеческие жертвы.

Погребальный инвентарь в группе 3 тип А имеется в 2 (75 %) захоронениях.

Изделия из металла: медное шило – 1 (33 %).

Погребальный инвентарь в группе 3 тип Б встречен в 5 захоронениях (КМ Болдырево 1/1<sup>1</sup>; КМ Барышников 6/3; Дедуровский ОК; КМ Утевский I 1/1; КМ Красносамарское I 1/4). Исключением является безынвентарное погребение КМ Грачевка 1/1, но при этом следует отметить как гигантские размеры насыпи и могилы с заплечиками, так и ритуальный характер оформления подкурганной площадки с кострищем, а также следы травмы черепа, нанесенной топором-клевцом.

Изделия из меди: ножи-кинжалы листовидной формы – 2 (33 %), шилья – 2 (33 %), проушный топор – 1 (17 %), долото – 1 (17 %), тесло – 2 (33 %), копье – 1 (17 %); украшения из различных материалов: медная подвеска – 1 (17 %), золотая подвеска – 1 (17 %); изделия из метеоритного железа – 1 (17 %); биметаллические изделия – 1 (17 %).

Погребения в курганах группы 3 типа Б отличаются не только большими размерами погребальных камер, но и богатым их оформлением. Все погребения в группе основные и центральные. Характерно наличие разнообразного инвентаря в могилах, в том числе престижного: оружие и орудия труда из меди, украшения из металлов, изделия из метеоритного железа, биметаллические изделия.

---

<sup>1</sup> Здесь и далее используется сокращение: КМ – курганный могильник, ОК – одиночный курган; в числителе номер кургана, в знаменателе – номер погребения.





Рис. Погребения с символами вождества: 1–9 – КМ Болдырево 1/1: (2 – железная стамеска; 3 – медный нож; 4 – речная галька; 5 – железный диск; 6 – копье; 7,8 – медные шилья; 9 – биметаллический рубанок) (по Моргунова 2000: 61–63, рис. 3–5); 10–15 – КМ Барышников 6/3: (11 – медное тесло-молоток; 12 – медное тесло с цапфами; 13 – медное долото; 14 – медный нож; 15 – каменный пест-молот) (по Моргунова, Турецкий 1998: 14–15, рис. 5–6).

Статистические данные свидетельствуют о том, что изделия из меди (ножи, шилья, топоры долота, тесла) встречаются чаще в крупных курганах групп 2 и 3 типа Б. Небольшое количество погребений с изделиями из металла и концентрация их в погребениях под большими насыпями группы 2 и 3 типа Б, вероятно, не случайна, поскольку металл использовался в то время, прежде всего, как важный материал для изготовления прочных и удобных орудий [Рындина, Дегтярева, 2002]. Сама добыча руды, по мнению Е.Н. Черных [2007], для рудокопов была крайне нелегким делом. Овладение приемами выплавки металла из медных руд, получение достаточно химически чистой меди, пригодной для отливки или отковки, также является трудоемким процессом [Черных, 2007]. Погребальный обряд ямной культуры позво-



ляет выделить по профессиональному уровню категорию индивидов, связанных с металлургическим процессом. Мастера металлурги, видимо, были замкнутой группой мастеров ремесленников, а их знания и профессия передавались по наследству [Файзуллин, 2015]. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что изделия из металла в ямное время представляли особую ценность, и поэтому такой инвентарь следует считать престижным, а погребения с металлическими изделиями – социально значимыми. Еще более престижными представляются биметаллические изделия и изделия из метеоритного железа, поскольку поиск источников и обработка метеоритного железа – сложный технологический процесс [Терехова и др., 1997]. Такие артефакты встречаются крайне редко – в 6 погребениях (2 % от общей выборки погребений).

Статистика показывает связь высоких трудовых затрат с нахождением предметов из металла в захоронениях ямной культуры Волго-Уральского региона. Ярким примером таких захоронений являются погребения лидеров вождей [Файзуллин, 2017], где обнаружены целые наборы металлических предметов, разного назначения (орудия труда, оружие, сакральные символы), а также предметы из метеоритного железа и драгоценных металлов (рис.). Именно поэтому нахождение в погребении ямной культуры предметов из металла является четким индикатором социальной значимости индивида в обществе ямной культуры Волго-Уральского региона.

*Работа выполнена при поддержке госзадания Министерства образования и науки РФ № 33.1389.2017/ПЧ, а также при поддержке гранта РФФИ (№ 40031).*

## Литература

- Генинг В.Ф. Объект и предмет науки в археологии. Киев: Наукова Думка, 1983. 226 с.
- Генинг В.Ф. Структура археологического познания. Проблемы социально-исторического исследования. Киев: Наукова Думка, 1989. 296 с.
- Ковалева И.Ф. Социальная и духовная культура племен бронзового века (по материалам левобережной Украины). Днепропетровск: Днепропетровский университет, 1989. 88 с.
- Иванова С.В. Социальная структура населения ямной культуры Северо-Западного Причерноморья. Одесса: Друк, 2001. 244 с.
- Массон В.М. Экономика и социальный строй древних обществ (в свете данных археологии). Л.: Наука, 1976. 191 с.
- Моргунова Н.Л. Большой Болдыревский курган // Археологические памятники Оренбуржья. Вып. 4. / Отв. ред. Н.Л. Моргунова. Оренбург: ОГПУ, 2000. С. 55–62.
- Моргунова Н.Л., Турецкий М.А. Курганная группа у хут. Барышниково // Археологические памятники Оренбуржья. Вып. 2. / Отв. ред. Н.Л. Моргунова. Оренбург: Печатный дом «Димур», 1998. С. 3–16.
- Моргунова Н.Л., Файзуллин А.А. Социальная структура ямной культуры Волжско-Уральского междуречья // Stratum plus № 2. Санкт-Петербург, Кишинев, Одесса, Бухарест: Stratum plus, 2018. С. 35–60.
- Рындина Н.В., Дегтярева А.Д. Энеолит и бронзовый век. М.: МГУ, 2002. 226 с.
- Черных Е.Н. Каргалы. Том V. М.: Языки славянской культуры, 2007. 200 с.
- Терехова Н.Н., Розанова Л.С., Завьялов В.И., Толмачева М.М. Очерки по истории древней железообработки в Восточной Европе. М.: Металлургия, 1997. 320 с.
- Файзуллин А.А. Производственные комплексы ямной культуры Волго-Уральского междуречья // Проблемы истории, филологии, культуры / Под. ред. М.Г. Абрамзона. Москва-Магнитогорск-Новосибирск: ЗАО МДП, 2015. № 2 (48). С. 112–136.
- Файзуллин А.А. Погребения вождей в ямной культуре Волго-Уралья // Известия Самарского научного центра РАН. Том 19, № 3 (2). Самара: СНЦ РАН, 2017. С. 389–397.

### **Учебно-экспериментальный лагерь школьников как форма исследовательской деятельности**

В июне 2019 г. в верховьях р. Чусовой прошёл учебно-экспериментальный лагерь Полевского археологического отряда. Цель полевого лагеря – подготовка школьников к археологическим раскопкам в составе экспедиций специализированных учреждений, а именно: приобретение навыка проживания в полевых условиях, отработка методики археологических раскопок, практическое освоение части древних технологий (гончарство, металлургия, достроение).

В лагере прошли обучение 35 детей с 5 по 9 классы. Дети, проживающие в трёхместных палатках, разделены на команды по номерам. Каждая команда в течение учебного дня посещает три учебные площадки по 2 часа на каждую. Руководителями площадок выступали как специалисты из научных учреждений, так и опытные члены отряда с 9 по 11 классы. Так, например, площадку «Изготовление каменных орудий» вела к.и.н. Л.Л. Косинская, а площадку «Технологии древних металлургов» – член отряда, ученик 9 класса З. Зюзёв. В лагере работали следующие площадки: методика археологических раскопок, технологии древнего керамического производства, наскальная живопись, основы выживания, творческая, практика управления байдаркой, тренинги командообразования, составление топопланов, стрельба из лука, проектная деятельность. Кроме того, профессиональные археологи к.и.н. Л.Л. Косинская и д.и.н С.Ф. Кокшаров (УФУ), к.и.н. Ю.П. Чемякин (ЮУрГГПУ), Е.Н. Дубовцева (Институт истории и археологии УрО РАН) прочитали лекции в лагере с использованием мультимедийной техники.

В свободное от учебы время у ребят был популярен пионербол, «зарница» и другие подвижные игры. После посвящения в юные исследователи каждый школьник, прошедший курс обучения, на торжественной линейке получил зачётную книжку, в которой, как у студентов университета, расписаны дисциплины, количество часов и поставлена подпись руководителя площадки. Итоговая оценка в зачётной книжке гласит – «допущен к археологическим раскопкам». Такую форму работы – учебно-исследовательских лагерей – руководители отряда практикуют более 20 лет. Это позволяет сплотить отряд, передать опыт, традиции от старших ребят – младшим, привить навыки проживания в полевых условиях, получить практические уроки по методике археологических раскопок, заинтересовать школьников исследовательской и проектной деятельностью, сохранить контингент на второй и последующие годы обучения в объединении «Юный археолог». Ученики, прошедшие курс учебных лагерей, получают высокую оценку от профессиональных археологов во время раскопок.

Подобная форма работы имеет большое значение не только для обучающихся, но для педагогов и учёных, которые имеют возможность передать свои знания подрастающему поколению и создают условия для ранней профессиональной ориентации.

## ЧАСТЬ 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ ДРЕВНИМИ ОБЩЕСТВАМИ

*Д.В. Киселева<sup>1</sup>, Е.С. Шагалов<sup>1</sup>, Е.А. Панкрушина<sup>1</sup>, А.Д. Рянская<sup>1</sup>, В.Н. Широков<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, kiseleva@igg.uran.ru*

<sup>2</sup> *Институт истории и археологии УрО РАН, г. Екатеринбург, hvn-58@yandex.ru*

### **Минеральный состав пигментов наскальной живописи из Игнatieвской пещеры и Идрисовской II писаницы**

Игнatieвская пещера находится в Катав-Ивановском районе Челябинской области, на правом берегу р. Сим. Мировую известность пещера получила после открытия в ней древних рисунков в 1980 г. археологами В.Т. Петриным, С.Е. Чаиркиным и В.Н. Широковым [Петрин, 1992]. В ней сохранились изображения мамонта, лошади, фантастических и композитных животных, человекообразных существ и нефигуративные мотивы. Калиброванные радиоуглеродные даты углей и костей из слоя посещения древними людьми пещеры позволяют считать наиболее вероятным временем её использования и создания рисунков интервал 18900–15400 лет назад [Петрин, 1992; Широков, Петрин, 2013]. Ранее на Южном Урале рисунки такого возраста были известны только в Каповой пещере (Шульган-Таш) в республике Башкортостан, позднее изображения ледникового времени были найдены также и в Серпиевской 2 (Колокольной) пещере, неподалеку от Игнatieвской [Широков, 2019].

Идрисовская II писаница расположена в Салаватском районе Башкортостана, на левом берегу р. Юрюзань. Рисунки зверей, антропоморфных существ и нефигуративных мотивов дислоцированы у подошвы скалы под Идрисовской пещерой. Раскопками обнаружено жертвенное место с костными останками животных и человека, фрагментами охры и кусочками гематита с древними надпилами, каменными изделиями и фрагментами глиняных сосудов трёх эпох – энеолита, бронзы и железа [Широков, 2009].

Были проанализированы фрагменты красных и черных пигментов рисунков, а также образцы стеной основы пещеры и писаницы, и фрагмент гематита из раскопа под Идрисовской II писаницей.

Микрофотографии и анализ элементного состава получены на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6390LV с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy 450 (Oxford Instruments) при ускоряющем напряжении 20 кВ. Перед анализом образцы напылялись углеродом.

Исследования рамановского рассеяния выполнены на конфокальном рамановском спектрометре LabRAM HR800 Evolution (Horiba), оснащенном оптическим микроскопом Olympus BX-FM, дифракционной решеткой 600 штрихов/мм в диапазоне 0–2000 см<sup>-1</sup>. Спектры возбуждались газовым лазером He-Ne (488 нм). Пространственное разрешение составляло до 1 мкм. Идентификация минеральных фаз проводилась с использованием базы данных KnowItAll (Bio RAD), интегрированной в программное обеспечение спектрометра и базы данных RRUFF.INFO.

Фрагменты горных пород и гематита (массой до 500 мг) измельчались вручную в яшмовой ступке и анализировались на порошковом дифрактометре Shimadzu XRD-7000 с медной трубкой ( $\text{Cu K}\alpha \lambda = 1.5406 \text{ \AA}$ ) при напряжении 40 кВ и токе 30.0 мА. Дифрактограммы записывались с шагом  $1^\circ/\text{мин}$  в диапазоне  $20\text{--}70^\circ$ . Предварительный качественный рентгенофазовый анализ проведен по основным рефлексам с использованием базы данных Powder Diffraction File-2. Для количественного полнопрофильного анализа методом Ритвельда и расчета параметров элементарной ячейки использовалась программа SiroQuant (Sietronics).

В красном пигменте рисунков в Большом Зале Игнatieвской пещеры обнаружены зёрна кварца, полевого шпата, кальцита из стеной основы, а также мелкие зёрна гидрослюдистого минерала, содержащего железо и/или тонкую примесь гематита; в спектре фиксируются примеси фосфора, серы и хлора. Наличие гематита в пигментах подтверждено рамановской микроспектроскопией (рис. 1а). В черном пигменте обнаружены кристаллы магнийсодержащего кальцита с тонкой примазкой углерода. Наличие углерода в виде угля в черном пигменте подтверждено рамановской микроспектроскопией (рис. 1б). В красных пигментах углерода не зафиксировано. На микрофотографиях видны хорошо образованные кристаллы гипса размером  $100\text{--}200 \text{ мкм}$  (рис. 2а), на них тонкая примазка гидрослюдистого материала с примесью железа, также фиксируется фосфор (рис. 2б).

В стеной основе Идрисовской II писаницы отмечены кристаллы кальцита в виде тонкозернистой массы, доломит со следами выветривания (выщелачивания) по спайности (рис. 3а) и гипс. Пигментный слой толщиной около  $10\text{--}20 \text{ мкм}$  состоит из нескольких слоёв (возможно, следы подновления) (рис. 3б). Очень тонкорастёртый материал пигмента состоит из кремнистой, гидрослюдистой и железистой частей (гётит, гематит, рис. 1д) с примесью

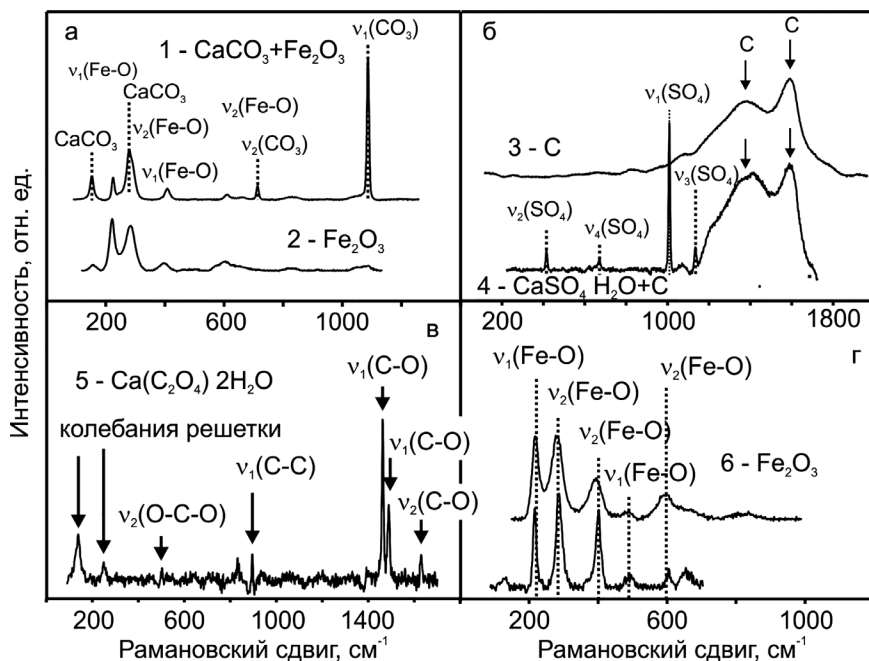


Рис. 1. Рамановские спектры пигментов Игнatieвской пещеры: красный пигмент и гематит (а); черный пигмент, обр. 3 и б; Идрисовской II писаницы: уэвеллит (в) и красный пигмент (гётит, гематит) (д).

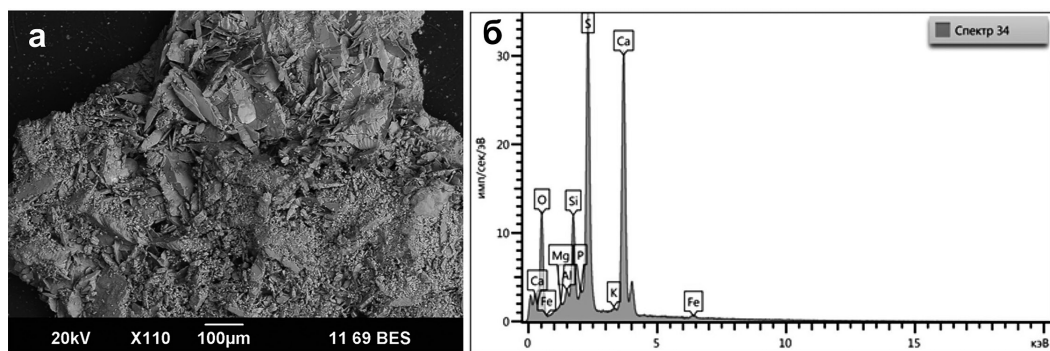


Рис. 2. СЭМ изображение черного пигмента из Игнatieвской пещеры с кристаллами гипса (а); ЭДС-спектр гипса, дополнительные пики указывают на примесь гидрослюдистого материала с окислами и гидроокислами железа и фосфорсодержащими минералами (б).

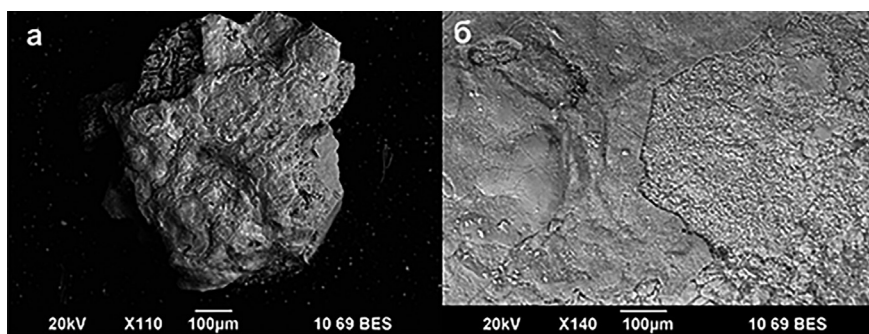


Рис. 3. СЭМ-изображения в обратно-рассеянных электронах фрагментов красного пигмента Идрисовской II Писаницы. Видна доломитовая подложка стеной основы со следами выщелачивания по спайности (а); тонкозернистая масса кристаллов кальцита стеной основы и слой краски (б).

фосфора и серы. Также в пигменте обнаружен минерал уэвеллит (оксалат кальция) (рис. 1в); его присутствие может быть обусловлено жизнедеятельностью микроорганизмов, обитающих на поверхности камня, реакциями органических компонентов дождевых вод или аэрозолей на границе атмосфера/порода [Russ et al., 1999]. Следует отметить, что оксалат кальция обнаружен только в пигментах Идрисовской II писаницы.

Частицы гематита в пигменте практически неразличимы, о его присутствии можно судить только по данным элементного и рамановского анализа. В составе пигментов обнаружены также мелкие зерна акцессорных минералов (ильменита, циркона), которые могут быть связаны с корами выветривания и близлежащими железорудными и железо-титановыми месторождениями.

Повышенное содержание фосфора в пигментах по данным элементного анализа, может быть обусловлено введением фрагментов костной золы при изготовлении красителей. Сера могла входить в состав органической связующей компоненты красителя, такого, например, как костный мозг животных [Reese et al., 1996].

По результатам исследования минерального состава пигментов изображений Игнatieвской пещеры и Идрисовской II писаницы можно сделать выводы, что основными неорганическими компонентами пигментов являются гётит и гематит, а также углерод, скорее всего из жженой кости; органическое связующее имеет животное происхождение. Технология изго-



товления красителя могла включать стадию тщательного растирания неорганического сырья со связующим, а нанесение краски могло происходить послойно (Идрисовская II).

Для изображений Идрисовской II писаницы характерно наличие оксалатов кальция, образовавшихся вследствие взаимодействия органических компонентов с веществом породы, которые могут выполнять стабилизирующую функцию и защищать пигменты от выветривания и надежно фиксировать краситель к субстрату [Russ et al., 1999].

*Исследование выполнено в ЦКП УрО РАН «Геоаналитик» в рамках темы № АААА -А18-118053090045-8 государственного задания ИГГ УрО РАН.*

## Литература

*Петрин В.Т.* Палеолитическое святилище в Игнatieвской пещере на Южном Урале. Новосибирск: «Наука», СО АН. 1992, 207 с.

*Широков В.Н.* Уральские писаницы. Южный Урал. Екатеринбург: АМБ, 2009, 128 с.

*Широков В.Н.* Игнatieвская пещера: искусство ледникового века в опасности // Проблемы истории, филологии, культуры. 2 (2019). С. 105–115

*Широков В.Н., Петрин В.Т.* Искусство ледникового века. Игнatieвская и Серпиевская пещеры на Южном Урале. Екатеринбург: «Ажур», 2013. 190 с.

*Russ J., Kaluarachchi W.D., Drummond L., Edwards H.G.M.* The Nature of a Whewellite-Rich Rock Crust Associated with Pictographs in Southwestern Texas // Studies in Conservation. Vol. 44. No. 2 (1999). P. 91–103.

*Reese R., Hyman M., Rowe M., Derr J., and Davis S.* Ancient DNA from Texas pictographs // Journal of Archeological Science 23. 1996. P. 269–277.

**Ю.Б. Сериков**

*Российский государственный профессионально-педагогический университет (филиал в Нижнем Тагиле), г. Нижний Тагил, u.b.serikov@mail.ru*

## Необычный неолитический макропластинчатый комплекс со стоянки Выйка I (Среднее Зауралье)

Памятник Выйка I находится в 7.5 км к востоку от с. Бородинка (Красноуральский р-н Свердловской обл.) при впадении р. Выя в р. Салда (на правом берегу Выи и левом берегу Салды) на устьевом мысу первой надпойменной террасы высотой до 7 м. Его площадь не превышает 500 м<sup>2</sup>. В 1978 г. на памятнике производились рекогносцировочные раскопки. Раскопом площадью 15 м<sup>2</sup> получены культурные остатки мезолита, неолита и раннего железного века. Они залегают под дерном в слое светло-серого супесчаного суглинка мощностью до 40 см. Материком является плотная бурая глина с большой примесью мелких камней. Большой комплекс находок (2127 экз.) свидетельствует о многократном заселении этого мыса в разные археологические периоды. К эпохе мезолита относится 208 каменных изделий, в том числе и одна трапеция. Неолит представлен керамикой, орнаментированной прочерченной и отступающей палочкой и гребенкой, а также наконечниками стрел, скребками, отщепами. Большую часть коллекции составляют материалы иткульской культуры раннего железного века: многочисленные обломки керамических сосудов и единичные изделия из камня – трехгольные наконечники стрел и отщепы [Сериков, 1979].

Среди неолитических изделий большой интерес вызывает макропластинчатый комплекс, изготовленный из белой кремнистой породы. Следует подчеркнуть, что изделия из подобного минерального сырья неизвестны ни на одном неолитическом памятнике Среднего Зауралья.



Нуклеусов в коллекции 2 экз. Первый нуклеус выполнен из плитки белой породы толщиной 4 см (рис. 1, 1). Высота нуклеуса 8.7 см, ширина – 8.6 см. В плане он имеет треугольную форму. Боковые плоскости покрыты первичной коркой. Относится к типу торцовых двусторонних. Скалывание пластин производилось с двух противоположных сторон. Ударная площадка размером  $9 \times 4$  см гладкая, обработка присутствует только на участках, прилегающих к фронтам скалывания. Негативы от сколотых пластин имеют ширину от 1.1 до 1.4 см.

Второй нуклеус крупнее первого. Он также изготовлен из плитки белой кремнистой породы длиной 12 см и шириной – 8.8 см. Толщина плитки неравномерна и достигает 5.4 см. Одна плоскость плитки оббита почти до полного снятия первичной корки, у второй – плоскости оббиты только углы. С оббитой стороны плитки сколот тонкий пластинчатый отщеп длиной 6.5 см. Находки целых нуклеусов такого размера на территории Урала очень редки.

В 1940 г. П.А. Дмитриевым на мысу Толстик (Исетское озеро, Свердловская обл.) найден нуклеус высотой по плоскости скалывания 25.5 см, изготовленный из плитки светло-серого кремнистого сланца длиной до 27.1 см и шириной до 8 см. С торца плитки произведено два полных (во всю длину нуклеуса) скола. Хранится нуклеус в фондах Государственного исторического музея (г. Москва) [Сериков, 2007].

В 2003 г. в составе клада на Шайтанском озере (Свердловская обл.) автором был найден нуклеус высотой 16.7 см, относящийся к типу торцовых трехсторонних двухплощадочных. Одна ударная площадка прямая, вторая – скошенная, размеры –  $5.5 \times 3.3$  см и  $6 \times 5$  см, соот-

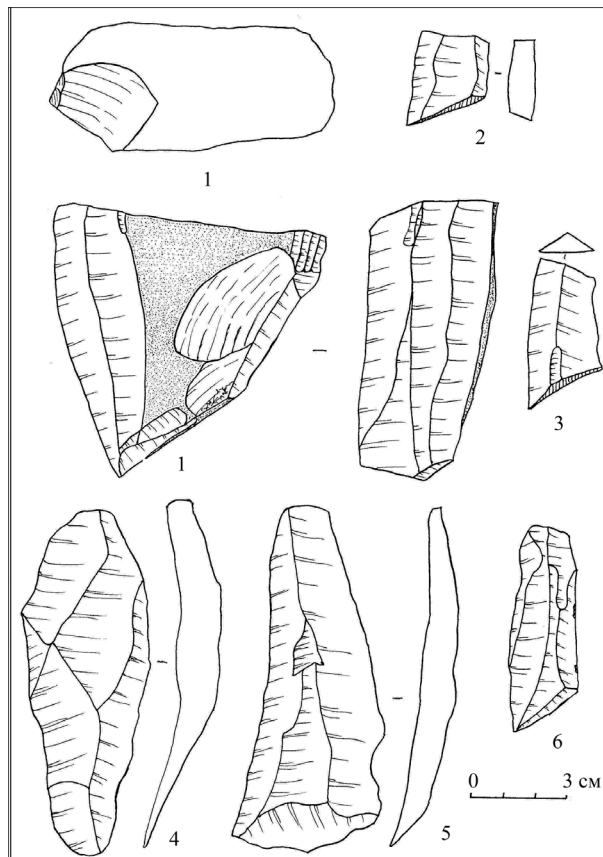


Рис. 1. Выйка I. Каменные изделия (1 – нуклеус; 2–6 – ножевидные пластины).

ветственно. С площадок путем встречного скалывания снимались пластины шириной от 1.8 до 3.2 см (преобладают – 2.3–2.5 см) [Сериков, 2010].

Также из клада, найденного в 2008 г. при застройке дачного участка на территории г. Миасс Челябинской обл., происходит нуклеус размером  $10 \times 6 \times 4$  см [Мосин, Зайцев, 2012].

В описываемом комплексе сохранился поперечный скол с нуклеуса размером  $6.1 \times 4.3 \times 1.4$  см. Он не подходит ни к одному из нуклеусов, следовательно, найденные два нуклеуса на стоянке не являлись единственными. Поперечный скол имеет подтреугольную со сглаженными углами форму (рис. 2, 8). С одной стороны поперечного скола на боковом ребре сохранилось три негатива от сколотых пластин – два негатива частично и один полностью. Его ширина составляет 2.6 см. Отдельные участки спинки скола подработаны ретушью со стороны спинки.

Единственная в коллекции ребристая пластина заметно изогнута в профиле (рис. 2, 4). Она склеена из двух фрагментов – сечения длиной 3.9 см и дистального конца длиной 5.9 см. Проксимальный конец с ударным бугорком отсутствует. Сохранившаяся часть пластины имеет длину 9 см, ширину – 2.7 см и толщину – 1.1 см. Рассечение пластины на части произведено намеренно.

В коллекции присутствует еще три намеренно рассеченные пластины. Самая крупная пластина длиной 12.3 см склеена из двух фрагментов (рис. 2, 3). Длина пластины превышает высоту двух нуклеусов из комплекса. Следовательно, в данном комплексе был еще, как минимум, один нуклеус. Пластина заметно изогнута, имеет ширину 2.6 см, толщину – 1.1 см. Дистальный конец подправлен скребковой ретушью. На одном из краев мелкой ретушью со стороны «спинки» образована неглубокая выемка.

Вторая пластина, также изогнутая, склеена из сечения длиной 4.8 см и дистального конца длиной 6 см (рис. 2, 2). Толщина пластины составляет 1.3 см, а ширина колеблется от 1.9 до 3.2 см. Частично на пластине присутствует первичная корка.

От третьей пластины сохранилась нижняя часть длиной 6.5 см, шириной 2.6 см и толщиной 0,5 см. Она склеена из сечения и дистального отсеченного конца.

Представляют интерес три самые массивные в коллекции пластины. У одной из них отколот проксимальный конец с ударным бугорком. Сохранившаяся часть имеет длину 9.8 см, ширину – 3.5 см и толщину – 1.2 см (рис. 2, 1).

Две пластины целые, имеют одинаковую длину (10.8 см) и толщину (1.2 см), но разную ширину. У одной пластины оба боковых края выпуклые, ее ширина колеблется от 1.7 до 3.7 см (рис. 1, 4). Вторая пластина имеет расширяющиеся книзу края, в результате чего ее ширина варьирует от 1.6 см до 4.5 см (рис. 1, 5).

Основная часть пластин имеет сложное гранение и неровные боковые края. Правильное гранение имеет пластина длиной 6.5 см, шириной – 2.1 см и толщиной – 0.8 см (рис. 1, 6). Такое же гранение имеет пластина с отсеченным дистальным концом. Ее длина – 7.5 см, ширина – 2.2 см, толщина – 1.1 см (рис. 2, 6). Подготовленные для использования сечения пластин также имеют правильное гранение. Одно сечение длиной – 5.4 см, шириной – 2.4 см и толщиной – 0.9 см обработано мелкой ретушью со стороны «спинки» (рис. 2, 9). Еще два сечения длиной 4.7 и 2.9 см имеют одинаковую ширину – 2.3 см – и сходную толщину – 0.7 и 0.8 см, соответственно (рис. 1, 2, 3).

Остальные пластины представлены обломками. Среди них два отсеченных проксимальных конца длиной 2.6 и 3 см, шириной – 1.8 и 2.3 см, толщиной – 0.6 и 0.8 см, соответственно (рис. 2, 7); четыре отсеченных дистальных конца длиной – 3.2, 3.8, 4.7, 6.4 см, шириной – 2.5, 1.8, 3.8, 3.1 см и толщиной – 0.8, 0.8, 0.7, 1.6 см, соответственно (рис. 2, 5). На одном из отсеченных концов сохранилась первичная корка. Также к обломкам отнесена пластина с отсеченным проксимальным концом длиной 4.4 см, шириной – 1.5 см и толщиной – 0.7 см.

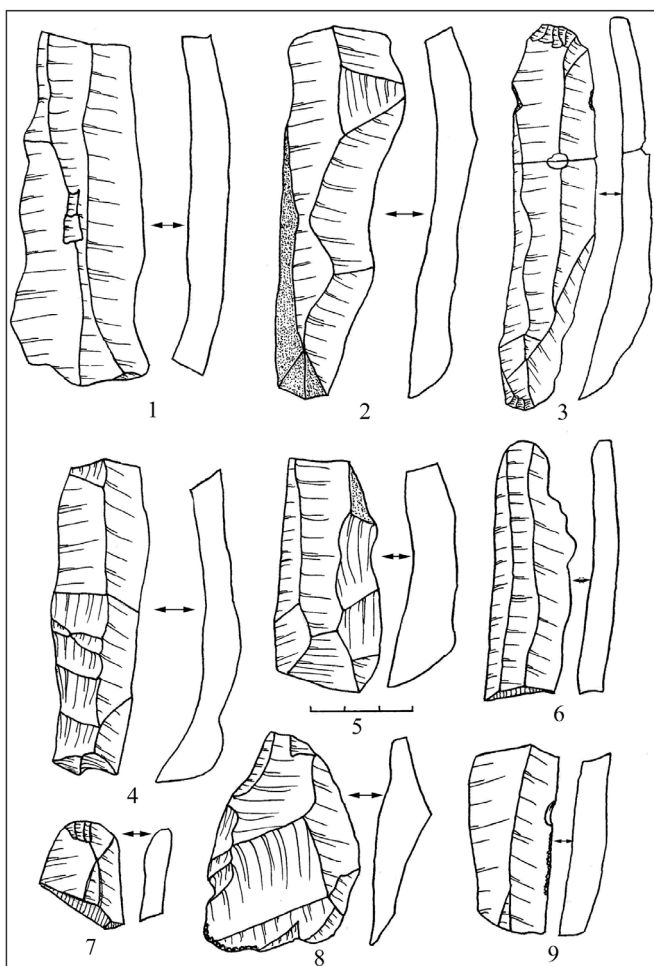


Рис. 2. Выйка I. Каменные изделия (1–7, 9 – ножевидные пластины; 8 – поперечный скол с нуклеуса).

Заключают комплекс два отколотых уголка пластин длиной 0.7 и 1 см, а также отщеп длиной 1.7 см.

По всей видимости, рекогносцировочный раскоп частично вскрыл участок стоянки, на котором располагался «точок» – рабочее место мастера.

В целом, представленный крупнопластинчатый комплекс соответствует развитому неолиту Среднего Зауралья, для которого характерны пластины шириной 1.8–2.5 см, изготовленные из светло-серой слабокремневой породы. В связи с новыми источниками минерального сырья в это же время происходит и развитие крупнопластинчатой техники. На эталонных памятниках неолита Среднего Зауралья Кокшаровском холме и Юрьинском поселении преобладают пластины шириной 1.8–2.5 см, реже до 3 см и более. На стоянке Юрьино IV найден нож из пластины халцедона длиной 17.7 см и шириной – до 3.7 см. Находки целых нуклеусов большого размера в развитом неолите очень редки. Будучи своеобразными «складами» минерального сырья, они использовались максимально полно уже для других целей. Видимо, по этой причине происходила и полная их утилизация. Об их присутствии в археологических комплексах свидетельствуют сохранившиеся поперечные сколы и сколотые ударные площад-

ки нуклеусов диаметром 5–7 см [Сериков, 2018]. Отличает данный комплекс большой разброс пластин по ширине, их толщина и извилистые очертания, а также минеральное сырье – белая кремнистая порода, которая на других неолитических памятниках неизвестна.

## Литература

- Мосин В.С., Зайцев И.А. Клад рубящих орудий с Южного Урала // Российская археология. 2012. № 1. С. 152–154.
- Сериков Ю.Б. Работы Нижнетагильского отряда // Археологические открытия 1978 года. М.: Наука, 1979. С. 198–199.
- Сериков Ю.Б. Нуклеус с Исетского озера // Nota Bene. Вып. I. Случайная находка. Новосибирск: НГУ, 2007. С. 52.
- Сериков Ю.Б. Клады каменных изделий на территории Среднего Зауралья как ритуальные комплексы // Человек и древности: памяти А.А. Формозова (1928–2009). М.: Гриф и К., 2010. С. 276–293.
- Сериков Ю.Б. Первобытная техника и минеральное сырье в каменном веке Среднего Зауралья // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН. 2018. С. 61–65.

**Н.В. Назмутдинова**

*ГКОУ СО «Серовская школа-интернат для детей,  
нуждающихся в длительном лечении», г. Серов  
n\_nazmutdinova@mail.ru*

## Сырьевая характеристика каменных подвесок на памятниках каменного века Урала

(научный руководитель Ю.Б. Сериков)

Каменные подвески на территории Урала известны во всех эпохах каменного века – от верхнего палеолита до энеолита. Подвески можно подразделить на две группы: 1) выполненные из природных форм, и 2) полученные в результате глубокой переработки материала. Под природными формами понимаются предметы природного происхождения, которые древний человек использовал в естественном состоянии без подработки или же с минимальной (подправляющей) подработкой. В данном случае к природным формам относятся гальки. Подвески из небольших галек встречаются довольно редко. Также к редким природным формам можно отнести так называемый «курий бог» – небольшой камень с естественным отверстием. Такие подвески найдены в палеолитическом слое пещеры Байсланташ (р. Белая) и пещерном святилище Камня Дыроватого (р. Чусовая). На Урале подвески из сланцевых галек известны в Каповой пещере (палеолит), на Усть-Вагильском холме, стоянке Чащиха II, I-ой Береговой стоянке Горбуновского торфяника, поселении Шувакиш I (все – энеолит) и культовом памятнике Шайтанское озеро II (бронзовый век) [Сериков, 2007].

В Смеловской II пещере (Челябинская обл.) в палеолитическом слое найдена 31 подвеска из талька серого, коричневатого и желтоватого цветов. Изготовлены они из плоских бесформенных плиток талька, плоскости которых выровнены при помощи строгания каменным ножом, а боковая поверхность осталась необработанной. Длина подвесок варьирует от 4.5 до 11 см, ширина – от 1.7 до 7.5 см, толщина – от 0.6 до 1.7 см. Интересно отметить, что отверстие для подвешивания почти всегда расположено в центре изделия [Бадер, 1971].

В последующую эпоху появляются подвески миндалевидной формы из зеленоватого офита (мягкой разновидности серпентинита). Мезолитические подвески Бурановской пещеры отличаются крупными размерами, их высота варьирует от 3.7 до 7.7 см. Подвески из Старичного Гребня (обе – р. Юрюзань, Челябинская обл.) также изготовлены из офита, но имеют меньшие размеры – 3–4 см высотой [Бибиков, 1950].

Оригинальная подвеска из глинистого алевролита найдена на мезолитическом поселении Парч I (Республика Коми). Она изготовлена в виде стержня длиной 7.7 см, имеет 4 круговые нарезки. По мнению автора, она могла изображать клык крупного хищника [Карманов, 2006].

Традиция использовать для подвесок минералы зеленых оттенков сохраняется и в энеолите, но большей частью в южных районах Урала. На Кара-Якуповском поселении (Башкортостан) обнаружено 29 подвесок из зеленоватого сланца высотой 2.3–4.1 см. Единичные экземпляры подвесок из зеленого змеевика известны в погребении Березки Vг (оз. Аргазы, Челябинская обл.) и энеолитическом культовом центре Шайтанское озеро I (Свердловская обл.). В это же время для изготовления подвесок продолжают использовать и мягкий серый сланец. В богатом погребении из Усть-Катавской II (Челябинская обл.) пещеры найдено 32 подвески из серого сланца [Серикив, 2004].

В эпоху энеолита размеры подвесок уменьшаются до 1–1.5 см, зато резко возрастает их количество. Как единично, так и сериями они встречаются на поселениях, стоянках, святилищах, в погребениях. Также возрастает число видов минерального сырья, которое использовалось для изготовления подвесок. Больше всего подвесок найдено в погребениях – Аятское (52 экз.), Усть-Вагильское (37 экз.), Шайтанское (13 экз.), Палкинское (10 экз.) (все – Свердловская обл.) и на культовых памятниках. Большая часть подвесок изготовлена из темно-красного пиррофиллитового сланца (шифера). Но известны и подвески из светло-серого сланца, талька и змеевика. Все подвески имеют форму, близкую к каплевидной. Некоторые подвески из шифера по периметру имеют тщательно вырезанные зубчики [Серикив, 2004].

Оригинальные каменные подвески найдены на Шайтанском озере. Одна из них имеет подтрапцевидную форму и высоту 3.2 см. Нижний край у подвески зубчатый. Отверстие для подвешивания необычно как по форме, так и по технике изготовления. Оно образовано тремя соединенными сверлинами, в результате чего получило сердцевидную форму. Подвеска изготовлена из зеленоватого змеевика. Также из змеевика изготовлена подвеска круглой формы диаметром 1.8 см. Отверстие у нее проделано в центре. Любопытна подвеска из светло-серого глинистого сланца, который имеет ноздреватую структуру. Она изготовлена таким образом, что отпечаток кристалла в виде параллелепипеда оказался в центре подвески под просверленным отверстием. По форме и размерам выделяется подвеска, выполненная в форме клыка из плотного серого сланца [Серикив, 2013].

В отдельную группу можно выделить уникальные подвески в виде фигур человека или животного (фигуративные подвески).

В неолитическом погребении Кумышанской пещеры (р. Чусовая, Пермский край) – найдена подвеска из темно-зеленого офита в виде лица человека. Высота подвески 3 см, ширина 2.5 см. Техникой высверливания подчеркнуты лоб, нос и подбородок. На месте глаза находится просверленное отверстие. Проточенности отверстия и канавки на боковых поверхностях свидетельствуют о долгом ношении подвески на ремешке [Серикив, 2014].

В энеолитическом погребении № 5 Кара-Якуповского могильника (Башкортостан) находились две фигурки уток с отверстиями, выточенные из зеленого сланца. Они имеют плавные очертания, маленькую головку, толстую шею и массивное тулово. Еще одна подвеска в виде лица человека обнаружена на энеолитическом поселении Муллино (Башкор-

тостан). Она немного крупнее: высотой 4 см и шириной 3.6 см. На подвеске также подчеркнуты лоб, нос, подбородок. Кроме этого, пропилом показан разрез рта. В верхней части подвески просверлено отверстие для подвешивания. Автор раскопок сообщает, что подвеска изготовлена из кремня, но кремень обработать при помощи сверления и пиления практически невозможно [Матюшин, 1982].

Еще одна фигуративная подвеска (точнее, нашивка), предположительно, энеолитического времени происходит со стоянки Еловый мыс на Исетском озере (Свердловская обл.). Она выполнена из тальковой пластины в виде головы медведя, в тыльной части имеет два отверстия [Эдинг, 1940].

Роль фигурных нашивок могли выполнять и кремневые скульптурки. На оз. Таватуй (Свердловская обл.) найдено фигурное кремневое изделие в виде лунницы, на одном из концов которой оставлен необработанный ретушью выступ, который своими очертаниями напоминает головку птицы. На противоположном конце скульптурки присутствуют две оформленные ретушью неглубокие выемки. За выступ и выемки фигурка могла подвешиваться или пришиваться к одежде [Сериков, 2014].

Следует подчеркнуть, что цвет играл важную роль в оформлении подвесок. На Южном Урале предпочитали изготавливать подвески из минералов зеленого цвета (офита или сланца). Такие подвески известны в пещерах Бурановская, Старичный гребень, погребении Березки V, на Кара-Якуповской стоянке. На территории Среднего Зауралья и Западной Сибири часто, особенно в эпоху энеолита, использовались минералы темно-красного цвета, предпочтительно пиррофиллитовый сланец (шифер). Когда не хватало красно-бурого шифера, его могли заменить гальками такого же размера и цвета. Такие подвески найдены на Усть-Вагильском холме и I-ой Береговой стоянке Горбуновского торфяника. В коллекции Шайтанского озера среди подвесок красно-бурого шифера присутствует подвеска, изготовленная из черного шифера. Однако изучение ее под микроскопом показало, что в древности подвеска была окрашена охрой в красный цвет.

Следует также отметить, что следы ношения в виде проточенности отверстия на подвесках выявляются крайне редко. Проточенность отверстий, по наблюдениям многих исследователей, отсутствует даже на подвесках, изготовленных из мягких минералов типа талька (твердость 1), шифера (пиррофиллитового сланца – твердость 1.5) и графита (или графитита, твердость 1–2). Отсюда вытекает, что так называемые подвески были намертво пришиты к одежде, что не приводило к протачиванию отверстия, которое проявилось бы при подвешенном состоянии изделия. Поэтому функционально такие изделия следует относить к нашивкам.

Появившись в верхнем палеолите, все виды украшений, и прежде всего, подвески обладали особым символическим значением. В условиях архаичного общества с его традиционной культурой украшения выступали как знаки (символы) силы, защиты, маркеры принадлежности, социального статуса или заслуги. Очень часто украшения изготавливались из яркоокрашенных или редких минералов, что служило дополнительным подчеркиванием статуса их владельца. Это же свидетельствует, что уже в глубокой древности цвет являлся могучим средством воздействия на человека, и поэтому он широко использовался в сакральных целях. В более позднее эпохи символические значения подвесок только углубляются и детализируются. Появляются понятия «амулет» и «талисман» [Фишман, 2005]. Еще позднее на первое место выходит эстетическое значение украшений.

## Литература

Бадер О.Н. Смеловская II палеолитическая стоянка в степях Южного Урала // МИА. 1971. № 173. С. 200–208.



*Бибиков С.Н.* Неолитические и энеолитические остатки культуры в пещерах Южного Урала // Советская археология. 1950. Т. XIII. С. 95–138.

*Карманов В.Н.* Мелкая пластика европейского Северо-Востока // Ученые записки Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии. Общественные науки. Нижний Тагил: НТГСПА, 2006. С. 61–70.

*Матюшин Г.Н.* Поселение Муллино III в Приуралье // Волго-Уральская степь и лесостепь в эпоху раннего металла. Куйбышев: КГПИ, 1982. С. 36–64.

*Серигов Ю.Б.* Подвески и нашивки энеолитической эпохи (по материалам культового центра на Шайтанском озере) // Четвертые Берсовские чтения. Екатеринбург: «АКВА-ПРЕСС», 2004. С. 100–108.

*Серигов Ю.Б.* Украшения древнего человека по материалам археологических памятников Урала // Памятники археологии и художественное творчество: Материалы осеннего коллоквиума. Омск: «Наука», 2007. Вып. 4. С. 78–84.

*Серигов Ю.Б.* Шайтанское озеро – священное озеро древности. Нижний Тагил: НТГСПА, 2013. 408 с.

*Серигов Ю.Б.* Очерки по первобытному искусству Урала. Нижний Тагил: НТГСПА, 2014. 268 с.  
*Фишман А.М.* Камни – талисманы и амулеты // Археоминералогия и ранняя история минералогии: Мат. Междунар. семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 78–80.

*Эдинг Д.Н.* Резная скульптура Урала // Труды ГИМ. Вып. X. М., 1940. 104 с.

***Н.В. Манько***

*Донецкий национальный университет, г. Донецк, nikita\_manko98@mail.ru*

## **Кремневое сырье в каменном веке и энеолите Донбасса**

(научный руководитель *А.В. Колесник*)

В период каменного века – энеолита Донбасс сформировался как крупный центр Восточной Европы по добыче и переработке минеральных ресурсов. Основным сырьем для производственных целей у большинства первобытных обществ, в том числе и у проживавших на данной территории, выступал кремнь. Кремнь – минеральное образование, которое является агрегатом кристаллического и аморфного кремнезёма, залегают в известняковых либо меловых отложениях и напластованиях [Паффенгольц, 1973].

Целью данной работы является выделение основных сырьевых групп кремня, распространенных на территории Донбасса, и выступавших в первобытное время основным источником сырья для хозяйственно-производственной деятельности. В качестве основного метода исследования был выбран сравнительно-описательный метод.

Материальной базой исследования выступают образцы кремневых желваков и конкреций из геологических источников, а также коллекции обработанных кремневых орудий периода каменного века – энеолита (памятники Антоновка, Белокузьминовка, Белая Гора, Васильевская Пустошь, Красное, Широкое и ряд других). Материалы находятся в фондах Донецкого республиканского краеведческого музея и Донецкого национального университета. В качестве теоретического обоснования используются положения, изложенные в трудах ряда авторов, непосредственно занимавшихся геологическими и петрографическими исследованиями Донецкого края во второй половине XX в. [Бондарчук, 1959; Бушинский, 1954; Лазаренко и др., 1975; Лебедева, 1972], а также работы геологов-теоретиков [Паффенгольц, 1993; Фролов, 1992].

Археологические изыскания на памятниках каменного века на территории Донбасса ведутся в течение более чем 120 лет. В данном регионе было открыто большое число па-

мятников, датирующихся периодом среднего палеолита – энеолита; сведения о них представлены рядом авторов, среди которых Н.В. Сибилев, В.А. Городцов, П.И. Борисковский, Д.С. Цвейбель, А.В. Колесник, С.М. Дегерменджи, Ю.Г. Коваль и ряд других [Колесник, 2014].

Донбасс относится к Восточно-Европейской равнине и представляет собой сложную геологическую структуру, состоящую из нескольких отдельных районов: Донецкого кряжа, составляющего большую часть региона, Приазовской низменности и возвышенности на юге, а также незначительной части Среднерусской возвышенности на севере. Данный регион имеет мощный уровень отложений каменноугольного и мелового периодов, а также попадает в зону повышенной тектонической активности и плейстоценовых оледенений. Донецкий кряж, имеющий докембрийское происхождение, представляет собой мощное напластование осадочных пород с сильно исчерченным террасированно-овражным рельефом и озерно-речной системой, сформированное в ходе тектонической активности, связанной с движением Украинского кристаллического щита и Днепровско-Донецкой впадины [Бондарчук, 1959]. Территория Приазовья в период плейстоцена – голоцена находилась под влиянием последовательных процессов спада/повышения уровня Азовского моря, изменявших местный береговой рельеф, приводя к обнажению осадочных отложений на береговой линии [Лебедева, 1972]. Среднерусская возвышенность граничит с Донецким кряжем на севере региона по р. Северский Донец, имеет незначительный холмистый рельеф, с малым количеством террасированных участков на притоках Донца. Сама же река, будучи крупнейшим из притоков Дона, является главной водной артерией региона.

Местный кремний является результатом диагенеза – минералообразования, связанного с накоплением органических донных отложений (морских ежей, мелких моллюсков, губок и водорослей) и их последующего преобразования, во время которого наблюдался переход из мягкой гелевой стадии к затвердеванию кремнезёма вокруг определённого ядра, приводящегося в движение тектоническими процессами и образующего многочисленные кремневые пласты, линзы и конкреции. Залегают кремни, как правило, в чистых меловых и известняковых, реже мергелевых отложениях и образуют «ряды, параллельные плоскостям напластования, и лишь изредка встречаются отдельные, рассеянные кремни» [Бушинский, 1954]. В одном меловом отложении может наблюдаться до 5 мощных параллельно расположенных кремневых жил. На Донбассе подобному процессу кремнеобразования способствовало наличие большого количества мелких третичных водоёмов. Хронологически процесс диагенеза относится ко времени формирования туронского, коньякского, кампанского и маастрихтского ярусов верхнемелового периода. Формирование небольшой части кремня также приходится и на предшествующий каменноугольный период.

В минералогическом плане кремневые конкреции являются кварц-халцедоновыми, реже опаловыми. По форме они могут быть округлые, ветвистые, палочковидные, пластинчатые (плитчатые) и аморфные [Бушинский, 1954]. В качестве объекта обработки первобытными мастерами предпочтение отдавалось конкрециям округлой, рогульчатой и плиточно-дырчатой формы [Колесник, Овсянникова, 2002]. На большинстве месторождений преобладает темная полу- или непрозрачная цветовая гамма сырья. Размеры конкреций могут достигать 1 м, твердость по шкале Мооса – 7.

Наибольшее количество крупных месторождений Донбасса сконцентрировано в его северо-западном и южном районах, сырьё из которых являлось наиболее востребованным. Об этом свидетельствует также и наличие наибольшего количества памятников, связанных с добычей и переработкой минерального сырья. В первую очередь, это места добычи карьерным способом в районах меловых обнажений, сопровождающиеся крупными мастерскими по первичной обработке кремня (комплексы у с. Красное, Белой Горы, Краматорска, балки

Редкодуб и др.), а также горные выработки других типов (Широкое, Андреевка и Клещеевка, Красное). С точки зрения археологической практики можно выделить следующие типы кремневого сырья, бывшие наиболее востребованными в деятельности первобытного человека:

1) «Антоновский кремль» представляет собой переотложенный в аллювиальном залежании матовый, реже прозрачный желвачный кремль. Цвет варьирует от темно- до светло-серого, изредка желтоватого. В структуре он содержит большое количество органических остатков и известковистых включений. Крупнейшее месторождение располагается в бассейне р. Сухие Ялы недалеко от с. Антоновка, где в 1960-х гг. был обнаружен ряд располагавшихся в надпойменных террасах ранне- и позднелолитических памятников, содержащих большое число кремневых изделий в количестве нескольких десятков тысяч, около половины из которых покрыты глубоким слоем белой патины.

2) «Вислобалкинский кремль» верхнетуронского генезиса, месторождение которого выявлено на правобережном склоне р. Северский Донец, с примыкающей к нему с юго-западной стороны позднелолитической мастерской по начальному циклу расщепления «Висла Балка» (Славянский район). Кремни здесь черного цвета, имеют светлую корку мощностью 3–6 мм и раковистый излом, отличаются микрозернистой структурой и кварц-халцедоновым составом, плохо представленной ископаемой фауной и высоким содержанием пирита. Условия наружного залежания привели к тому, что многие конкреции имеют следы растрескивания и десквамации, что приводило к необходимости постоянной дифференциации части добытого сырья с целью оценки его пластичных свойств. Необходимо отметить, что трещиноватость и внутренние пустоты также являются отличительным признаком местного сырья [Колесник, Овсянникова, 2002]. Исследование памятника Висла Балка велось в 1990-х гг. Всего было обнаружено 17170 кремневых изделий, в основном, нуклеусов и снятых с них пластин. К данной группе относятся кремни со следами обработки с памятников у с. Татьянавка, а также Синичино Харьковской области.

3) «Краматорский кремль» туронско-коньякского генезиса темно-серого либо черного цвета с белыми вкраплениями, распространённый в районе Бахмутско-Торевской котловины. Залежание происходило параллельно слоям мела и тянется цепочками на десятки километров. Конкреции в своих размерах могут достигать до 70 см, в основном, округлой либо извилистой формы с белой известково-кварцевой коркой, порой содержащие окварцованные остатки раковин моллюсков и морских ежей, а также изборожденные ходами илоядных животных на нижних уровнях коньякского яруса. Кремневая масса стекловидная, полупрозрачная. Пластинчатые свойства кремня высокие – он хорошо поддается раскалыванию при любом направлении удара, усиленному отжиму, а также разного рода мелкой обработке. Основное количество находок связано с месторождением и неолитической мастерской близ г. Краматорска. Также данный тип сырья прослеживается на ряде крупных мастерских в бассейне р. Наумиха, датирующихся временем как позднего палеолита (Курдюмовка, Озеряновка 1), так и неолита (Белая Гора, балка Редкодуб), а также на позднелолитическом памятнике в районе р. Беленькой – Белокузьминовке. Кроме того, на неолитических комплексах Выдылыха и Старица XVIII вблизи г. Славянска прослеживается подвид «краматорского» сырья серого цвета, отличающийся наличием в конкрециях матовой непрозрачной массы со следами органики, а в устье р. Северский Донец в мастерских Кременной (неолит) и в особенности Бирючьей (палеолит) балок использовался переотложенный кремль идентичных цветов, но с микрозернистой опал-халцедоновой структурой.

4) «Красненский кремль» из месторождения в бассейне р. Крынки около с. Красное. Сырьё представлено сантонским кремнем в виде зональных плоских конкреций и плит (до 50 см в поперечнике) пестрых оттенков – от желтого до буро-коричневого, с многочисленными включениями, порой жеодными пустотами и толстой коркой, а также небольшими

округлыми либо аморфными конкрециями темно-серого цвета. Пластинчатые свойства сырья средние, при процессе скалывания нередко происходят заломы на уровне пустот. Однако доступность сырья, а также удобство его добычи привели тому, что на данном месторождении в период позднего палеолита – бронзового века функционировал комплекс мастерских по обработке кремня, открытый в 1960-х гг. и известный по исчисляемому в несколько тысяч экземпляров кремню со следами обработки.

5) «Широкинский кремень» мелового генезиса, залегающий россыпью во многих ярусах в виде прослоек и кремневых жил в меловых отложениях, обнажающихся по правому коренному берегу р. Крынки (Южный Донбасс). Кремни матовые, серо-дымчатого, черного, иногда желтого цветов различных оттенков с белёсыми известковыми вкраплениями, порой с вертикальной штриховкой по бокам, а также легким блеском по поверхности, с тонкой кальцитовой коркой, практически непрозрачные в сколе. Конкреции по своей форме округло-уплощенные, округлые, реже плитчато-дырчатые со слабыми следами органических включений, имеют микрзернистую кварцитовую структуру с примесью гидроксида железа. Основные находки обработанного кремня связаны с крупным неолитическим горным комплексом шахтных выработок и мастерских, расположенном в устье балки Широкая на склоне г. Белой, а также небольшими мастерскими около с. Успенка и Новоклиновка. Отдельной разновидностью «широкинского» являются кремни идентичной структуры, но темно-серого цвета, залегающие меловом плато среднего течения р. Миус и содержащиеся в карбонатных и меловых породах бассейна р. Тузлов. Данное сырьё прослеживается в материалах ряда стоянок и мастерских, среди которых наибольшее количество находок относится к Амвросиевской стоянке (15 тыс. экз.), а также стоянкам Каменная Балка II и Кульбаково Ростовской области.

Представленная выше классификация наглядно иллюстрирует факт того, что при всём многообразии кремневого сырья в данном регионе, лишь определённая его часть массово задействовалась древним человеком в своей хозяйственно-производственной деятельности. Причина подобного кроется не столько в условиях обитания представителей той или иной общности, сколько конкретными предпочтениями древних мастеров в необходимом им типе сырья с определёнными характеристиками. В археологической литературе данный тип мышления именуется сырьевой избирательностью и означает «сознательное предпочтительное использование в производственных целях кремня (или другого поделочного камня с аналогичными пластическими свойствами) какой-то одной генетической разновидности, часто одного цвета и с близкими пластическими характеристиками, при наличии нескольких вариантов доступного и сходного по качеству сырья из ближайших геологических источников» [Колесник, Коваль, 2014].

Отличительной чертой местных мастерских также можно назвать наличие большого количества практически необработанных либо брошенных по какой-либо причине на начальной стадии обработки крупных конкреций и ядрищ, что, в свою очередь, лишним раз подтверждает характеристику, данную В.А. Городцовым о том, что «обилие и доступность материала давали повод к расточительному, и даже небрежному пользованию им» [Городцов, 1923].

Таким образом, на основе информации, полученной при обработке ряда коллекций и материалов, хранящихся в фондах Донецкого республиканского краеведческого музея и Донецкого национального университета, и опубликованных в многочисленной научной литературе, сделана попытка выделить типологию основных групп кремневого сырья, распространенного на территории Донбасса и в наибольшей степени использовавшегося в древности. В перспективе данная работа явится продолжением исследований, направленных на классификацию кремневого сырья путём создания специальной литотеки местных сырьевых ресурсов, с их дальнейшей привязкой к памятникам деятельности первобытного человека.

## Литература

- Бондарчук В.Г.* Геология Украины. К.: Видавництво Академії наук УРСР, 1959. 832 с.
- Бушинский Г.И.* Литология меловых отложений Днепро-Донецкой впадины // Труды ин-та геолог. наук. М., 1954. 308 с.
- Городцов В.А.* Археология. Т. 1. Каменный период. М., 1923. 404 с.
- Колесник А.В., Овсянникова Н.Б.* Типология кремней и характеристика форм исходных конкреций // Висла Балка – позднелепестчатый памятник на Северском Донце // Археологический альманах № 11. Донецк, 2002. С. 14–18.
- Колесник А.В.* Из истории горного дела Донбасса // Проблемы археологии эпохи камня. К 70-летию В.И. Беляевой. Труды ист. фак. СПбГУ, 2014. Т. 18. СПб. С. 281–292.
- Колесник А.В., Коваль Ю.Г.* Сырьевая варибельность в кремневых индустриях эпохи камня – эпоху палеометалла Большого Донбасса // Святогірський альманах, 2014. Донецьк, 2014. С. 49–63.
- Лазаренко Е.К., Панов Е.К., Павлишин Б.И.* Минералогия Донецкого бассейна. Ч. 2. Киев, 1975. 503 с.
- Лебедева Н.А.* Антропоген Приазовья // Труды ГИН АН СССР. Вып. 216. М., 1972. 106 с.
- Паффенгольц К.Н.* Геологический словарь. Т. 1. М.: Недра, 1973. 486 с.
- Фролов Л.Т.* Литология. Кн. 1. М.: Изд-во МГУ, 1992. 335 с.

*Т.М. Бостанова<sup>1</sup>, Н.Н. Скакун<sup>1</sup>, Д.М. Шульга<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург,  
tahminaboss@mail.ru*  
<sup>2</sup> *г. Санкт-Петербург*

### Особенности производственного инвентаря гиссарской неолитической культуры (Южный Таджикистан)

Одной из особенностей гиссарской неолитической культуры, существовавшей в 6–3 тыс. до н.э. в Южном Таджикистане, является использование для производства орудий труда двух основных видов каменного сырья: речных галек и неокатанного кремня [Окладников, 1958; Ранов, 1982; 1985; Коробкова, 1975; Коробкова, Ранов, 1968]. Причем галечные изделия по способам изготовления сопоставимы с палеолитическими материалами, а кремневый инвентарь имеет черты неолитической обработки с элементами мезолитических технологий [Коробкова, Ранов, 1968]. Считается, что фактором такого длительного сохранения архаических традиций является географическая замкнутость этого региона Южного Таджикистана, отделенного горными хребтами от других неолитических культур Средней Азии – джейтунской и кельтиминарской.

Галечные орудия изготавливались из крупнозернистых окремненных магматических пород зеленого и серого цветов и окремненного известняка, которые в большом количестве встречаются на берегах горных рек. Среди галечных орудий чопперы, чоппинги, скребла и др. Немногочисленна группа каменных шлифованных топоров была обнаружена на поселении Туткаул. В инвентаре гиссарской культуры отсутствуют зернотерки и песты-куранты, но имеются плоские округлые конкреции со следами слегка затертой поверхности [Ранов, 1982].

Другую часть материалов составляют изделия из неокатанного кремня двух видов: местного и приносного амударьинского. Местные породы серого цвета представлены преимущественно плитчатыми сортами низкого качества. Размеры плиток позволяли изготавливать мелкие заготовки для инструментов: микролитические пластинки и небольшие отщепы, служившие для различных микропластинчатых вкладышей, в том числе и геометрических

микролитов, микроскребков, мелких долотовидных орудий и др. Амударьинский кремль коричнево-палевых оттенков хорошего качества, полупрозрачный. Его использовали для получения более крупных пластин, характерных для неолитических технологий. Из них изготавливались вкладыши, различные типы ретушированных орудий, концевые скребки, скобели, сверла, резцы и др.

Процентное соотношение каменных изделий на памятниках гиссарской культуры следующее: галечные – 70 %, из неокатанного кремня – 30 % [Ранов, 1998].

Трасологические исследования функций орудий многослойного поселения Туткаулы, предпринятые Г.Ф. Коробковой, выявили факты зависимости между некоторыми инструментами определенного назначения и сортом сырья, из которого они изготовлены [Ранов, Коробкова, 1971]. Так, крупные галечные заготовки применялись для массивных рубящих орудий, скребел, топоров, из неокатанного кремня служили для получения вкладышей охотничьего оружия, орудий с режущими и скобящими функциями (ножи, резцы, концевые скребки). В настоящее время начато всестороннее исследование орудийного комплекса другого памятника Гуликондоз [Шульга и др., 2019], направленное на детальное изучение производственного инвентаря гиссара.

Таким образом, камнеобрабатывающее производство неолитической гиссарской культуры демонстрирует различные технологические приемы при раскалывании речных галек и расщеплении кремня, основанные на знании и рациональном использовании физических свойств этих видов каменного сырья, применявшихся для производства орудий разного назначения.

*Участие Н.Н. Скакун в этой работе поддержано государственным заданием № 0184-2014-0008 «Производство и использование орудий труда в палеолите, неолите и эпоху бронзы (технологическое, трасологическое и экспериментальное изучение археологических материалов)».*

**М.В. Храмцов**

*Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург  
khramtsov1475@gmail.com*

### **Типологический анализ пластинчатой индустрии Липчинского поселения по материалам раскопок 1995–1996 гг.** (научный руководитель *Л.Л. Косинская*)

Липчинская стоянка – эпонимный памятник липчинской культуры, расположенный в Слободо-Туринском р-не Свердловской области, на правом берегу р. Туры при впадении в нее р. Липки. Поселение расположено на узком перешейке (5–7 м), разделяющем долины двух рек. Поверхность задернована, обезлесена, местами повреждена небольшими ямами и обрывается к р. Туре. Судя по протяженности культурного слоя в обрыве берега, площадь памятника составляет не менее 1000 м<sup>2</sup> [Чаиркина, 1996]. Площади раскопок в 1995 и 1996 гг. составили 75 и 68 м<sup>2</sup>, соответственно [Чаиркина, 1997].

В ходе археологических работ был получен значительный материал: 11147 предметов в 1995 г. и 7155 предметов – в 1996 г. Коллекция каменных орудий по итогам раскопок составила около 3300 предметов [Чаиркина, 1996, 1997]. Выяснилось, что Липчинское поселение – многослойный нестратифицированный частично разрушенный памятник. По керамическому материалу выделяются 4 культурных горизонта: средневековый (керамика юдинской культуры), раннего железного века (иткульская культура), энеолитический липчинский, неолитический.



ческий с посудой кокшаровско-юрьинского типа. На поселении обнаружено 10 погребений эпохи средневековья, 6 построек эпохи неолита-энеолита, множество канав и ям. Большая часть построек выходит за пределы раскопов, лишь одна из них зафиксирована полностью. Площадь ее котлована составляет 27–29 м<sup>2</sup> [Чаиркина, 1996].

В связи с тем, что между культурно-хронологическими горизонтами отсутствуют стерильные прослойки и артефакты частично перемешаны, наши выводы имеют лишь вероятностный характер. Однако существуют определенные тенденции распределения археологического материала. В частности, с углублением в культурный слой количество энеолитической керамики уменьшается, а неолитической – увеличивается. Эта тенденция прослеживается обоих раскопах [Чаиркина, 1996, 1997].

Проведенная работа в достаточной степени осложнена стратиграфической ситуацией, т.к. типологически отделить неолитическую керамику от энеолитической возможно, однако, в случае с каменным инвентарем, такой прием не даст релевантные результаты. Проблема заключается в том, что эталонные коллекции энеолитического и неолитического каменного инвентаря в Среднем Зауралье и Нижнем Притоболье практически отсутствуют из-за небольшого количества однослойных памятников. В полной мере эта ситуация касается коллекций каменных орудий липчинской и козловской культур. Так или иначе, основной целью исследования является максимальное раскрытие информационного потенциала пластинчатой индустрии Липчинской стоянки.

Пластинчатая индустрия – второстепенный компонент в коллекциях каменного инвентаря липчинских памятников [Чаиркина, 2005], поэтому более интересно определить ее место в повседневном наборе инструментов липчинского населения. Всего было обработано 115 предметов, из них 41 пластина, 43 фрагмента пластин (отсутствовала дистальная или проксимальная часть), 22 сечения, 2 микропластины и 7 наконечников стрел. Наконечники выделены в отдельную группу, т.к. определить первоначальный характер заготовки было порой невозможно из-за нанесения двусторонней ретуши.

Из 115 обработанных предметов коллекции 25 изготовлены из кремня, 57 – из кремнистой породы, 5 – из сланца, 4 – из «мягкой» породы (талък?), 5 – из яшмы, 8 – из яшмы либо красного и розового кремня, 1 – из кварца. Материал 10 экземпляров определить не удалось. Таким образом, большая часть пластин и орудий на них была сделана из кремня и кремнистых пород, что свидетельствует об отсутствии дефицита данного материала. Более половины предметов из сланца и сланцевой породы (5 из 9) не обработаны, два – представляют собой шлифованные ножи, что объяснимо относительной мягкостью данного материала для обработки.

Для анализа метрических характеристик пластины были сгруппированы по ширине с шагом в 5 мм. При таком подходе были получены следующие группы: микропластины (до 5 мм) – 2 экз., мелкие пластины (5.1–10 мм) – 37 экз., средние (10.1–15 мм) – 56 экз. и крупные пластины (более 15 мм) – 20 экз. Таким образом, можно заключить, что наибольшей популярностью у древнего населения пользовались мелкие и средние пластины. Пик распределения приходится на промежуток с 10.1 до 15 мм, с увеличением ширины динамика резко идет на спад (рис. 1). Немаловажным показателем является толщина пластин. Группировка проведена с шагом в 1 мм. Самой популярной группой являются пластины толщиной 3.1–4 мм (38 экз.), далее динамика идет на спад по мере увеличения массивности пластин. Таким образом, наиболее часто встречающимися являются «средние» промежутки – от 2 до 5 мм (рис. 2).

Огранка дорсальной поверхности пластин в большинстве случаев продольная. Лишь у 4 экземпляров заметна ортогональная огранка (одна из них является ребристой), у 3 – би-продольная и у одной – подперекрестная. У 5 экземпляров определить огранку «спинки» не удалось. По форме сечения выделяется несколько групп пластин: трапециевидное – 52 экз.,

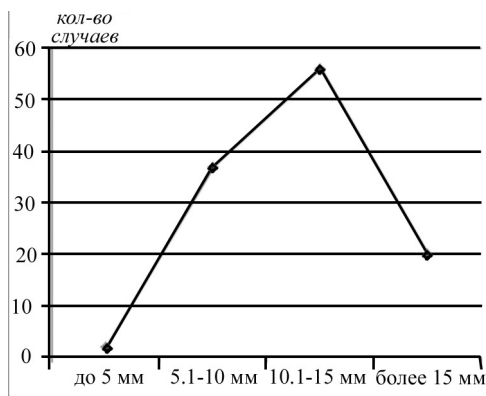


Рис. 1. Распределение пластин по ширине (с шагом в 5 мм).

треугольное – 33 экз., многогранное – 19 экз. У 4 пластин сечение переходит из треугольного в трапециевидное.

Форма ударной площадки определена у 35 экз.: у 16 пластин она гладкая, у 6 – двугранная, у 4 – фасетированная выпуклая, у 12 – фасетированная плоская, у 7 – точечная. По форме в плане пластины делятся на 3 крупные группы: дивергентные (30 экз.), конвергентные (16 экз.), регулярные (49 экз.). Форму 16 пластин определить невозможно, в силу того, что заготовки были сильно модифицированы.

Большая часть пластин коллекции была отретуширована. В нашем случае ретушь разделена на функциональную, аккомодационную и ретушь утилизации, в состав которой входит и мелкая выкрошенность. При таком подходе 95 из 115 экз. были подвержены каким-либо изменениям. Из них 83 фрагмента несут следы функциональной ретуши, 12 – только ретуши утилизации, 3 – аккомодационной. Однако ретушь утилизации, которая свидетельствует об использовании данного предмета в качестве орудия, часто встречается в совокупности с функциональной ретушью. Таких пластин еще 13 (табл.).

Чаще всего встречается краевая ретушь (56 случаев из 95), которая, в свою очередь, чаще всего является дорсальной (39 случаев из 56). Вентральная ретушь встречается значительно реже – 12 случаев из 95, а краевая вентральная – 5 из 95. В 7 случаях встречается противоположащая ретушь, в 3 – бифасиальная и в 2 – попеременная. По углу наклона наиболее часта крутая ретушь – 54 случая из 95, далее идет вертикальная – 31, полукрутая – 23, плоская – 12 и стелющаяся – 5.

Обобщая, наиболее популярной является краевая дорсальная крутая разнофасеточная параллельная односторонняя непрерывная ретушь. Количество двусторонне обработанных орудий из пластин крайне мало, что косвенно указывает на достаточно раннюю хронологическую позицию пластинчатого комплекса, если использовать периодизацию, выработанную для лесного Зауралья В.Ф. Старковым [1980].

Из 95 предметов коллекции, подвергнутых вторичной обработке, по морфологии изделий четко можно выделить только 38 орудий: 7 наконечников стрел, 14 концевых скребков, 1 двухконцевой скребок, 4 выемчатых орудия, 4 проколки, один нож на крупной пластине, 2 сверла, 2 острия и 2 шлифованных ножа. Таким образом, типологический ассортимент орудий из пластин невелик.

Наибольший интерес представляют наконечники стрел, которые в перспективе могут стать хорошим атрибутивным признаком для разграничения археологических культур. Их можно разделить на 4 группы: наконечники кельтеминарского типа (с боковой выемкой), под-

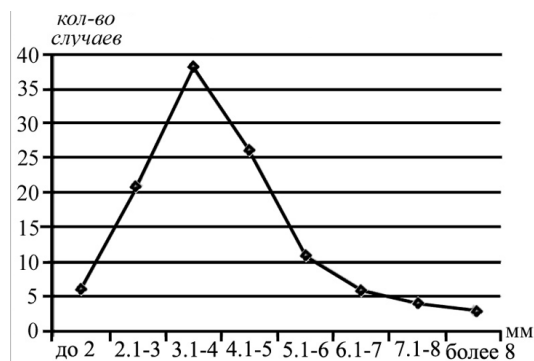


Рис. 2. Распределение пластин по толщине (с шагом в 1 мм).

Таблица

**Характеристика ретуши пластин и удельный вес категорий в коллекции**

Вторичная обработка	Функциональная и аккомодационная	Без ретуши	Ретушь утилизации
Количество случаев и удельный вес	83 (72.2 %)	20 (17.4 %)	12 (10.4 %)

треугольные наконечники с усеченным основанием, перовидный наконечник стрелы, насад которого образован фасеткой дорсальной вертикальной ретуши, и обломок тыльной части наконечника с намечающимся черешком, а также листовидный наконечник стрелы с усеченным основанием.

Наиболее важным является присутствие в коллекции 2 наконечников с боковой выемкой, характерных для неолита Средней Азии и встречающихся на широкой территории степной зоны. Несмотря на общность типа, наконечники различаются по метрическим характеристикам:  $25 \times 10.2 \times 3$  мм и  $17 \times 9.2 \times 2.6$  мм. Они выполнены из высококачественного кремня и обработаны распространенной ретушью, которая не захватывает центр дорсальной и вентральной стороны изделия.

Первый наконечник также имеет следы мелкой выкрошенности, а конец черешка был обломан. Выемка образована краевой дорсальной вертикальной равнофасеточной параллельной эпизодической ретушью. Длина выемки 5 мм. Показатель общих пропорций 0.408, и следовательно, наконечник является среднепропорциональным. У второго наконечника был обломан насад. Таким образом, оригинальный наконечник был длиннее и, вероятно, использовался, о чем свидетельствует выкрошенность. Вентральная ретушь, формирующая «жало», занимает незначительную часть длины изделия и представляет собой одну крупную фасетку и множество мелких. Ретушь плоская субпараллельная разнофасеточная эпизодическая.

Из других изделий стоит упомянуть шлифованный нож размером  $71 \times 16.8 \times 5.4$  мм. В плане он имеет вытянутую подтреугольную форму с заостренным концом. Выражен обушок. Насад образован двумя слонами. Одна сторона ножа полностью зашлифована – плоская с фаской вдоль обушка. Вторая сторона тоже полностью зашлифована – двухгранная с фаской вдоль лезвия. На «рабочей» зашлифованной стороне видны следы аккомодационной ретуши в виде небольшой выемки ближе к острию ножа, которая могла использоваться для удобства хвата орудия при выполнении более точных операций. Острый конец ножа обломан. Обушок сохраняет естественную поверхность.

Самым крупным изделием из орудий на пластинах является еще один нож размером  $88 \times 34 \times 10.8$  мм. Одна грань покрыта коркой, но при этом имеет несколько параллельных негативов сколов. Дистальная часть имеет ступенчатое окончание. Проксимальная часть и прилегающие участки боковых краев отретушированы и формируют овальный абрис.

Концевые скребки – самая массовая категория орудий из пластин. Наиболее характерным из них является массивное орудие из яшмы размером  $79 \times 18.5 \times 5$  мм. Краевая дорсальная вертикальная разнофасеточная ретушь нанесена со «спинки» по обоим латералям. Дистальная часть обработана краевой дорсальной крутой разнофасеточной субпараллельной непрерывной ретушью, крупными фасетками, которые формируют скребковое лезвие.

Подводя итоги, можно выделить характерные черты пластинчатого комплекса Липчинской стоянки: малый удельный вес пластин в коллекции (115 из 3300 – 3.5%), преобладание экземпляров с вторичной обработкой (ретуширование, шлифование), частое использование краевой ретуши, преимущественное использование пластин средней ширины и толщины, наличие в коллекции необработанных пластин с ретушью утилизации, кельтеминарских наконечников и шлифованных ножей. Таким образом, пластинчатая индустрия Липчинского поселения сочетает раннеолитические и позднеолитические (энеолитические) черты. К первым можно отнести наличие используемых ножевидных пластин без регулярной ретуши и преобладание приема краевой ретуши, ко вторым – наличие качественно отшлифованных ножей и наконечников с двусторонней ретушью.

Особое положение занимают кельтеминарские наконечники. Вопросами их происхождения на территориях, находящихся на большом расстоянии от Средней Азии, занималось множество исследователей, в результате чего было выработано несколько точек зрения: 1) конвергентное развитие культур с микролитическим инвентарем в сходных природно-географических условиях; 2) контакты различной степени интенсивности населения указанных регионов с носителями кельтеминарской культуры; 3) развитие более ранней технологической традиции на территории Средней Азии, Урала, Сибири и Забайкалья [Кирюшин, 2011]. В случае с Липчинской стоянкой ситуация является еще более интересной, т.к. в материалах соседней шапкульской культуры Нижнего Притоболья встречаются наконечники с боковой выемкой [Старков, 1976]. Таким образом, на данном этапе исследования однозначно решить вопрос происхождения кельтеминарских наконечников в коллекции Липчинского поселения невозможно, однако можно предположить заимствование данной категории орудий у шапкульского населения, что объясняется географической близостью археологических культур, одновременностью их существования и наличием контактов.

Учитывая условия залегания материала Липчинского поселения, мы пришли к выводу о двухкомпонентном характере пластинчатой индустрии. Однако типологически разделить раннеолитический и энеолитический материал затруднительно. Вероятно, более точные результаты будут получены при анализе стратиграфии и планиграфии раскопов. Тогда при сохранении вышеописанных тенденций распределения материала, можно будет с определенной долей вероятности разделить каменный инвентарь на два разновременных комплекса.

## Литература

Кирюшин Ю.Ф., Кирюшин К.Ю., Семибратов В.П. Кельтеминарские наконечники стрел с поселений Алтая // Археология, этнография и антропология Евразии. 2011. № 1. С. 56–64.

Старков В.Ф. Мезолит и неолит лесного Зауралья. М.: Наука, 1980. 216 с.

Старков В.Ф. Стоянка Шапкуль I и особенности энеолита в лесном Зауралье // Вопросы археологии Приобья. № 37. Тюмень, 1976. С. 38–48.

Чаиркина Н.М. Археологическое исследование Липчинского поселения // Отчет об археологических исследованиях в Свердловской области в 1995 г. Екатеринбург: Архив ИИиА УрО РАН, 1996.

Чаиркина Н.М. Археологическое исследование Липчинского поселения // Отчет об археологических исследованиях в Свердловской области в 1996 г. Екатеринбург: Архив ИИиА УрО РАН, 1997.

Чаиркина Н.М. Энеолит Среднего Зауралья. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 313 с.

**В.В. Терехина, Н.Н. Скакун**

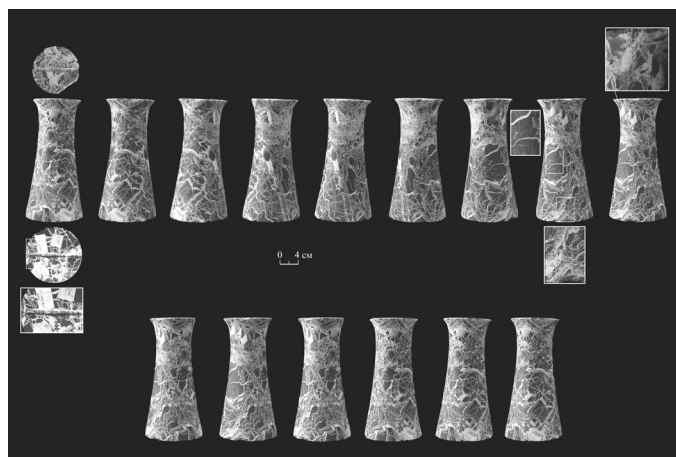
*Институт истории материальной культуры РАН, г. Санкт-Петербург,  
terehinavera@mail.ru*

### **Значение камнеобрабатывающего производства в эпоху бронзы (по материалам (Гонур-Депе, Южный Туркменистан))**

Эпоха бронзы Средней Азии представлена многочисленными памятниками с разнообразными археологическими находками, в том числе инвентарем, характеризующим уровень развития техники [Коробова, 2004; Кирчо и др., 2008]. К сожалению, технология изготовления предметов из камня изучена недостаточно, хотя многие каменные изделия отличаются высоким качеством изготовления и представляют собой великолепные образцы обработки этого сырья. Среди них орудия труда, строительные детали, сосуды, шкатулки, украшения, амулеты, печати, votивные предметы и др. Некоторые из этих артефактов стали предметами специальных работ или упоминаний в обобщающих трудах [Скакун, 1972, 1977; Skakun, 2003; Коробкова, 2004; Кирчо и др., 2008; Массон, 1981; Сариниди, 1990; Антонова, 2001; Абдуллаев, 2009]. Однако при описании предметов камнерезного искусства, в особенности votивных изделий, основное внимание исследователей заостряется на их уникальности [Schmidt, 1937; Алёшкин, 1979; Массон, 1981; Sarianidi, 1986; Франкфор, 1997; Amiet, 1986; Pottier, 1984], а такой важный аспект, как особенности технологии изготовления, оказывается недостаточно разработанным. Это относится в полной мере к материалам эпохи бронзы Южного Туркменистана, где исследуются крупные долговременные поселения – телли. К ним относится Гонур-депе (2500–1500 лет до н. э.) — административно-культурный центр Древней Маргианы [Сариниди, 1990]. Среди его материалов выделяются так называемые «колонки», которые известны в материалах одновременных памятников Южного Туркменистана, Таджикистана, Ирана и Афганистана [Антонова, 2001; Абдуллаев, 2009].

На Гонур-депе колонки чаще всего находятся в сакральных комплексах. Сырьем для них служили гипс, оникс, мрамор, мраморизированный известняк, талькохлорит. Они имеют крупные размеры (по высоте варьируют от 16 до 37 см, диаметр верхней окружности – 7–14 см, нижней 8–18 см), по форме напоминают шахматную фигуру — ладью, верхняя часть некоторых экземпляров имеет грибовидную шляпку (рис.).

С помощью комплексного технологического и трасологического анализов удалось охарактеризовать технологию изготовления этих предметов, причем трасологический анализ, проведенный с помощью бинокуляра МБС-2 с увеличением до 90, позволил выявить важные детали этого процесса, которые невозможно было проследить при визуальном осмотре. Благодаря тому, что в коллекции имеется несколько незавершенных изделий, удалось выяснить последовательность операций их изготовления. Сначала крупные куски камня обрабатывались обивкой, затем с помощью пикетажа убирался лишний материал, выводилась форма колонки, после этого производилась шлифовка поверхности на крупном и мелком абразивах. Окончательной обработкой являлась полировка, которая на законченных изделиях перекрывала следы предыдущих операций и придавала всей поверхности блеск. Особое внимание привлекают способы получения желобов, расположенных на верхнем и нижнем основаниях параллельно друг другу. Их глубина не превышает 0.2 см, одни из них имеют овальный, а



*Рис.* Полностью обработанная каменная колонка (коричневый известняк с белыми прожилками) из материалов Гонур-Депе.

другие П-образный профиль, причем большинство желобов было сделано до полировки поверхности колонок. Иногда на их концах фиксируются штрихи разметки, сделанные орудием с острым узким лезвием. Прямые боковые стороны желобов, следы резания и выбирания камня из углублений указывают на проведение этих работ металлическими инструментами, что косвенно подтверждается обнаружением на их поверхностях частиц оксида металла. На некоторых колонках желобки оснований переходят на боковые стороны, соединяя все желобчатые углубления. У двух изделий они имеются на основаниях и одной боковой стороне, а по другой вместо углубленного желобка, по всей высоте колонки прослеживается хорошо выраженная пролощенная вертикальная полоса, образовавшаяся в результате трения мягким материалом. Проведенные исследования не дают однозначного ответа о действительном назначении этих желобов. Возможно колонки, имевшие значительный вес, для удобства обработки закреплялись с помощью боковых желобов в специальном приспособлении.

С помощью бинокля выявлены участки со следами пикетажа, следы разметки вырезания пазов, узкие полосы, образовавшиеся от трения. Кроме того, на поверхности нескольких колонок найдены частицы оксида металла, что подтверждает заключение об использовании металлических орудий в процессе изготовления колонок. Необходимо отметить, что в изученной коллекции (30 экз.) вариабельность размеров колонок, местоположения желобков не связаны с разными формами этих изделий.

В дальнейшем предполагается экспериментальное воспроизведение технологии изготовления колонок, что позволит детализировать характеристику этого процесса.

Проведенные исследования гонурских колонок свидетельствуют о высоком уровне камнеобработки, существовавшем в эпоху бронзы. Владение камнерезами этого времени профессиональными навыками, использование ими специального инструментария, знаний физических свойств разных минералов позволило добиться такого совершенства в обработке этого сырья, что многие колонки выглядят как произведения искусства.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 18-09-40082).*

## Литература

*Абдуллаев К.* Культ хаомы в древней Центральной Азии. Самарканд: Международный институт центральноазиатских исследований, 2009. 120 с.



Алёшкин В.А. Могила знатного горожанина на Алтын-Депе // Успехи среднеазиатской археологии. Вып. 4. Л., 1979. С. 81.

Антонова Е.В. Реконструкция смысла археологической вещи. Поиски пути // Древние цивилизации Евразии история и культура: Мат. Междунар. науч. конф. посвящ. 75-летию действительного члена Академии наук Таджикистана, акад. РАЕН, д.и.н., проф. Б.А. Литвинского (Москва, 14–16 октября 1998 г.). М.: Восточная литература, 2001. С. 75–87.

Кирчо Л.Б., Коробкова Г.Ф., Массон В.М. Техничко-технологический потенциал энеолитического населения Алтын-депе как основа становления раннегородской цивилизации. СПб.: Европейский Дом, 2008. 370 с. (Труды ИИМК РАН. Т. XXVIII).

Коробкова Г.Ф. Хозяйственно-производственная деятельность населения Алтын-депе (по данным комплексного изучения каменных орудий) // Орудия труда и системы жизнеобеспечения населения Евразии. СПб.: Европейский дом, 2004. С. 92–137.

Массон В.М. Алтын-Депе. Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1981. 176 с.

Сарианиди В.И. Древности страны Маргуш. Ашхабад: Ылым, 1990. 316 с.

Скакун Н.Н. Функциональное исследование каменных наконечников стрел эпохи бронзы // Каракумские древности. Ашхабад: Ылым, 1972. Вып. IV. С. 161–166.

Скакун Н.Н. Каменные орудия эпохи бронзы (по материалам Алтын-депе 1970–1972 гг.) // Каракумские древности. Ашхабад: Ылым, 1977. Вып. VI. С. 98–101.

Франкфор А.-П. Печати Окса: разнообразие форм и изменяемость функций // ВДИ. 1997. № 4. С. 60–68.

Amiet P. L'âge des échanges inter-iraniens 3500-1700 avant J.-C. Paris: Editions de la Réunion des musées nationaux, 1986. 332 p.

Pottier M.-H. Matériel funéraire de la Bactriane Méridionale de l'Age du Bronze. Paris: Éditions Recherche sur les Civilisations, 1984. 232 p.

Sarianidi V. Die Kunst des Alten Afghanistan. Leipzig: VEB E. A. Seemann Verlag, 1986. 347 s.

Skakun N.N. Flint Arrowheads from the Bronze Age Settlement of Altyn Depe, Southern Turkmenia: Form and Uses // Paléorient. 2003. 29. 1. P. 147–156

Schmidt E.F. Excavations at Tepe Hissar, Damghan. Philadelphia: University Museum, University of Pennsylvania Press, 1937. 478 p. (Publications of the Iranian Section of the University Museum).

*А.М. Юминов<sup>1,2</sup>, А.Е. Гузаирова<sup>2</sup>, И.А. Блинов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс, [umin@mineralogy.ru](mailto:umin@mineralogy.ru)

<sup>2</sup> Филиал Южно-Уральского государственного университета в г. Миасс

## **Минеральный состав богатых руд Михайловского рудника (Центральное Оренбуржье)**

Южный Урал был и остается одним из важных центров добычи и переработки медных руд, находящихся на территории современной России. Здесь еще с глубокой древности проводилась интенсивная разработка зон окисления различных типов месторождений меди: вкрапленных сульфидных руд в апоультамафитовых метасоматитах (рудники Ишкининский, Воровская яма, Новотемирский), массивных медно-колчеданных руд (рудники Бактр-Тау, Бакр-Узяк), медно-порфировых вкраплений (рудники Еленовка, Новониколаевский), сульфидно-карбонат-кварцевых жил (рудники Никольское и Таш-Казган) и медистых песчаников (Каргалинские рудники) [Зайков и др., 2005]. Каргалинские рудники из всех древних рудных объектов Урала являются наиболее известными. Они входят в состав Приуральского горно-металлургического центра (ГМЦ), который расположен в пределах Центрального Оренбуржья, юго-востока Башкирии и северо-запада Актюбинской области [Богданов и др., 2017]. На данной площади в эпоху поздней бронзы проводилась добыча медных руд, содержащих малахит, азурит и, в меньшей степени, хризкоолу.

В 2017 г. С.В. Богдановым на водоразделе рек Верхняя и Средняя Каргалка в 10 км к западу от дер. Белоусовка был обнаружен Михайловский горно-металлургический комплекс, в состав которого, кроме непосредственно самих древних горных выработок и обогатительных площадок, всходили мастерские по первичному обжигу рудного концентрата.

Разработка руд происходила в карьере щелевидной формы длиной около 50 м при ширине 10–20 м. Выработка окружена серией прибортовых и выносных отвалов треугольного сечения. В 150 м к западу от карьера находятся четыре обогатительных площадки поперечником 10–12 м, высотой до 0.5 м. Основная масса слагающего материала представлена рыхлой пылеватой массой светло-серого и серого цвета, содержащей многочисленные обломки «медной зелени». Обогатительные площадки окружены серией оплывших воронкообразных углублений диаметром 3–7 м и глубиной до 1–1.5 м. По предположению археологов, в данных ямах в древности происходил предварительный обжиг добытых руд с целью увеличения содержания меди в концентрате [Богданов, 2018].

Объект начал разрабатываться с начала-середине II тыс. до н.э. древними горняками срубной культуры. Добывались тяжелые «гнездовые» руды, в которых содержание меди превышало 20–30 %. Затем, после долгого перерыва, добыча руд была восстановлена и продолжалась на протяжении XVIII–XIX вв. В «русское время» добывались медистые песчаники со средним содержанием меди 3–5 %.

Проводимые исследования посвящены изучению минерального состава богатых медных руд, разрабатываемых в древности. Для исследований были взяты образцы из коллекции С.В. Богданова.

Михайловский рудник входит в состав меднорудных объектов Каргалинского рудного поля. На данной площади расположено более сотни небольших рудников. Все рудные объекты связаны с Верхнеперскими отложениями татарского яруса и сложены пластами серо- и красноцветных косослоистых песчаников различной мощности. Породы залегают практически субгоризонтально или имеют небольшое (1–3°, в редких случаях до 7°) падение в западном направлении. В толще присутствуют два прерывистых меденосных горизонта, сложенных красноцветными (верхний) и сероцветными (нижний) песчаниками, которые разделены мергелями [Каргалы, 2002].

*Медистые песчаники* образуют небольшие пласты или линзоподобные тела сложной формы мощностью от первых сантиметров до 2 м в раздувах. Породы средне- мелкозернистые, косослоистые. Состав – полимиктовый. Зерна скреплены медистым (преимущественно малахитовым, значительно реже азурит-малахитовым) цементом. В медистых песчаниках фиксируется наличие большого количества углистых растительных остатков (каламитов), по которым и развиваются медесодержащие руды. В качестве второстепенных и аксессуарных минералов рудоносные песчаники содержат (в порядке убывания) малахит, азурит, халькозин, куприт, ковеллин, а также реликты пирита, халькопирита и микрочастицы самородной меди. В довольно большом количестве наблюдаются выделения гидроксидов железа и лейкоксен. Содержание меди варьирует в пределах 0.1–10 %, в среднем – 1.5–2.5 %.

В древности на Михайловском руднике велась добыча, так называемого «шемурдяка» (старинный горняцкий термин) – сероцветных алевролитов (непрочных пылеватых тонко-расланцованных, слабокарбонатизированных пород), содержащих тяжелые медистые стяжения (конкреции?) шарообразной или вытянутой формы диаметром 0.5–4.0 см. Данные образования, из-за морфологического сходства с ружейными пулями, в старину называли «пульником». Поверхность «пульников» неровная ямчато-бугорчатая, покрыта 3–5 мм коркой медной зелени, отчего образцы часто ошибочно принимались за обломки обычного малахита. Содержание меди в подобных рудах составляло 50–65 %, в отдельных случаях до 75 %. В качестве примесей в богатых рудах фиксируются повышенные содержания следу-

ющих элементов (ppm): Ti – 600; As – 328; Sr – 313; V – 239; Pb – 236; Mn – 152; Se – 43.9; Ni – 33.1; Zn – 30.5; Cr – 18.9; Co – 13.1.

Стяжения, как правило, имеют зональное строение. В них отчетливо выделяется центральная часть, периферия и приповерхностная корка. Зоны хорошо выделяются по цветовой гамме, так как имеют контрастный минеральный состав (табл.).

*Центральная часть* занимает более половины от общего объема стяжения и, в основном, сложена серо-черными плотными зернистыми агрегатами с мелкими зеленоватыми и красноватыми вкраплениями. По периферии зоны наблюдается серия концентрических слоев красновато-коричневого цвета различной мощности. Центральная часть представлена халькозином и ковеллином. Их второстепенных минералов присутствуют хризоколла, малахит, кварц, опал, гематит.

Халькозин входит в состав стяжений в качестве основного минерала. Представлен зернистыми агрегатами и их сростаниями от темно-серого до черного цвета, с характерным голубовато-красноватым оттенком.

Ковеллин образует мелкозернистые агрегаты синего цвета в тесном сростании с халькозином. Распространён повсеместно, однако наибольшая концентрация приурочена к красным скорлуповидным коркам. В ряде случаев в минерале фиксируется небольшая примесь серебра.

Хризоколла образует зерна и почковидные корки бирюзового цвета, с сильным жирным блеском. Количество минерала заметно увеличивается по направлению от центра стяжения к ее периферии.

Малахит в небольшом количестве встречается во всех зонах, но более всего распространён в коровых участках стяжений. Образует плотные корки и отдельные зерна и многочисленные сростания с медьсодержащими минералами. Азурит развит в менее значительном количестве и в виде мелких зерен иногда присутствует совместно с малахитом.

Акцессорная минерализация представлена округлыми зернами хромсодержащей шпинели, нечеткими октаэдрическими кристаллами хромита, псевдоморфозами гематита по магнетиту, сложными сростаниями кристаллов марганецсодержащего ильменита, титанита, мелкими зернами кварца и кальцита с вкраплениями барита, а также редкими рельефными зернами золотисто-желтого пирита.

*Периферия стяжений* сложена подобными мелкозернистыми агрегатами халькозина, которые секутся серией тонких скорлуповидных и кольцеобразных оторочек красно-кирпичного и светло-серого цвета толщиной от 0,1 до 2 мм, образованных аморфным кремнеземом. Количество красных зон в разных образцах может варьировать от 2–3 до первых десятков. Общая мощность периферийной (красноцветной) части составляет примерно от одной до двух третей от суммарного объема образца.

Таблица

**Минеральный состав медистых стяжений Михайловского рудника**

Зоны медистых стяжений	Минералы (в порядке убывания)		
	Основные	Второстепенные	Акцессорные
Центральная часть	Халькозин, ковеллин	Хризоколла, малахит, азурит	Шпинель, хромит гематит, кварц, ильменит, кальцит барит, пирит
Периферия	Опал, халькозин	Ковеллин, кварц, гематит, малахит, хризоколла	Хромит, гематит кальцит, амфибол, плагиоклаз, монацит
Приповерхностная корка	Малахит, хризоколла, опал	Смектит, иллит, кварц, плагиоклаз	Лимонит, атакамит, биотит

Красноцветные оторочки, согласно данным рентгенофазового анализа, в подавляющем большинстве сложены опалом, который содержит примесь железа и никеля. Кроме того, в оторочках присутствуют зерна кварца, гематита, малахита, хризоколлы.

Пространство между красноцветными оторочками заполнено серовато-зеленой многокомпонентной минеральной смесью мелкочешуйчатого глинистого вещества с мелкими вкраплениями малахита и хризоколлы. Среди аксессуаров встречаются хромит, гематит кальцит, амфибол, плагиоклаз и монацит.

*Поверхность стяжений* покрыта плотной зеленовато-белесой натечной коркой, сложенной в различных пропорциях малахитом, хризоколлой, атакомитом, опалом, кварцем, плагиоклазом, смектитом, иллитом, биотитом. Последние минералы образуют рыхлые скрытокристаллические массы и, скорее всего, являются сторонней примесью.

Таким образом, проводимые исследования в богатых медных рудах Михайловского рудника позволили диагностировать около 25 различных минералов, представленных сульфидами, оксидами, силикатами и карбонатами. Явное преобладание в медистых стяжениях халькозина и ковеллина предопределило повышенные концентрации меди в данном типе руд, которые на порядок превышают содержание полезного компонента в медистых песчаниках. Небольшая глубина залегания, а также относительно легкие условия разработки месторождения позволили проводить добычу ценных руд даже примитивным инструментом, использовавшимся древними горняками почти 4000 лет назад.

Вместе с тем, отсутствие в сырье оксидов меди, в частности куприта – минерала, образующегося, в том числе, при прокаливании медных руд, ставит под сомнение предположения С.В. Богданова о проводимом предварительном обжиге сырья.

К настоящему времени добыча руд подобного типа зафиксирована еще на 16 древних геoarхеологических объектах Приуральского горно-металлургического центра (рудники Белоусовский, Татарка, Поляковка, Кызылоба, Привольный и др.), что говорит о целенаправленном использовании богатых медных руд культурами.

*Исследования проводились в рамках выполнения гранта РФФИ № 18-00-00036 К (18-00-00030 КОМФИ).*

## Литература

*Богданов С.В.* Систематика комплексов древнеямной культуры востока Понто-Каспийских степей в контексте проблемы трансферта горно-металлургических традиций в Северную Евразию // *Stratum plus*. Вып. 2. Archaeology and Cultural Anthropology. Saint-Petersburg – Kishinev – Odessa – Bucharest, 2017. С. 133–157.

*Богданов С.В., Ткачев В.В., Юминов А.М., Авраменко С.В.* Геoarхеологическая система исторических медных рудников Приуральского (Каргалинского) степного горно-металлургического центра // *Геoarхеология и археологическая минералогия-2018*. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. С. 121–133.

*Зайков В.В., Юминов А.М., Дунаев А.Ю., Зданович Г.Б., Григорьев С.А.* Геолого-минералогические исследования древних медных рудников на Южном Урале // *Археология, этнография и антропология Евразии*. № 4. 2005. С. 101–115.

*Черных Е.Н.* Каргалы. Т. I: Геолого-географические характеристики: История открытий, эксплуатации и исследований: Археологические памятники. М.: Языки славянской культуры, 2002. 112 с.

*Юминов А.М., Богданов С.В., Ткачев В.В., Авраменко С.В., Манбетова Г.Р.* Геохимическая характеристика руд исторических медных рудников степного Приуралья // *Геoarхеология и археологическая минералогия-2017*. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 35–41.

*И.П. Алаева<sup>1</sup>, З.А. Валиахметова<sup>2</sup>, П.С. Медведева<sup>1</sup>,  
Л.Я. Кабанова<sup>3</sup>, М.А. Рассомахин<sup>3,4</sup>*

*<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет,  
г. Челябинск, alaevaira@mail.ru*

*<sup>2</sup>Государственный исторический музей Южного Урала, г. Челябинск*

*<sup>3</sup>Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс*

*<sup>4</sup>Ильменский государственный заповедник ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс*

## **Аслаевский медный рудник на Южном Урале: орудия горного дела**

Одной из обсуждаемых проблем древней и исторической металлургии является датировка медных рудников, широко представленных на территории Южного Урала. Разработка большинства рудников в XVIII–XIX вв. затрудняет вычленение объектов более древних эпох. В этой связи становится актуальным накопление базы археологических и исторических свидетельств в установлении времени функционирования отдельных рудников.

Летом 2018 г. отрядом экспедиции ЮУрГГПУ было проведено разведочное обследование выработки Аслаевского медного рудника. Поводом к выезду стало сообщение минералога С.В. Колисниченко о старинных выработках в горах вблизи дер. Аслаево Учалинского района Башкортостана.

Аслаевский участок локализуется в 18 км северо-западнее г. Верхнеуральска и представляет собой всхолмленную часть поймы р. Елшань, в 3 км северо-восточнее протекает р. Урал. Южнее участка проходит дорога, соединяющая г. Верхнеуральск и г. Белорецк.

На протяжении XX в. Аслаевский участок неоднократно исследовался геологами: в 1922 г. – Н.Н. Девятовым (Башгеотрест), в 1930 г. – Н.Н. Дингельшtedтом (Геологический комитет). Рудопроявления Аслаевского участка были описаны в монографии А.Н. Заварицкого «Геологический очерк месторождений медных руд Урала» (1929). Последние поисковые работы на Аслаевском участке были произведены в 1988–1991 гг. [Янтурин и др., 1991].

Самые ранние данные о разработке Аслаевского рудопроявления относятся к началу XX вв. В 1914–1915 гг. в этом районе разрабатывалось три рудопроявления, отстоящие друг от друга на расстоянии от 1,5 до 9 км, располагаясь с юга на север друг от друга: г. Аслай (вблизи дер. Аслаево, на западном склоне горы); г. Сусак (на западном склоне горы) и г. Ялай (на восточном склоне горы) [Янтурин и др., 1991]. Объект, обследованный летом 2018 г., относится к южной точке рудопроявления на г. Аслай.

Аслаевское рудопроявление расположено на западном склоне г. Аслай (596 м над уровнем Балтийского моря) и приурочено к диабазам и диабазовым порфирирам карамалыташской свиты. По сведениям Н.К. Высоцкого, разработка рудопроявления велась до революции, кустарным способом осуществлялась добыча медной зелени и малахита, встречающихся в кварцевых и кварц-эпидотовых прожилках. В этих прожилках среди малахита и азурита фиксировались скопления окисленных сульфидов и самородной меди [Янтурин и др., 1991].

Выработка устроена в горе, входное отверстие имеет высоту 1,8 м и ширину 5,4 м. Карниз входной части сильно обвален. Выработка заполнена водой, у входа глубиной до 1 м. Длина выработки просматривается до 3–4 м, далее уходит вглубь. На стенах входной части визуально наблюдается медная зелень. Отвал рудника расположен на склоне открытого холма к югу от выработки на расстоянии 15–20 м. Длина отвала около 20–25 м, ширина – 10–13 м, высота – 2–3 м. Входная часть выработки, как и отвала, сильно поросли березами. Задернованность поверхности отвала слабая.

На вершине отвала был заложен рекогносцировочный шурф размерами 1×1 м. Согласно заполнению шурфа, отвал сложен из светло-коричневого рыхлого грунта с большим количес-



твом щебня, его размеры составляют  $5 \times 7 \times 8$  см. На глубине 80 см от современной поверхности в заполнении шурфа был обнаружен обломок ржавого железного пластинчатого предмета ( $2 \times 1.5$  см). Шурф доведен до глубины в 90 см, далее выборка грунта не производилась.

Помимо основной выработки в горе, в 30–80 м к западу на вершине и склоне обнаружены небольшие выработки карьерного типа: ямы-углубления размерами  $8 \times 8$  и  $3 \times 3$  м и глубиной до 1–1.5 м. Рядом с углублениями зафиксированы небольшие отвалы высотой до 1 м.

За все известное время с поверхности отвала собрано до 50 единиц фрагментированных и целых каменных орудий. На момент лета 2018 г. у подножия отвалов нами собрано 4 фрагмента орудий, еще 5 – передано нам С.В. Колисниченко (табл. 1).

В выборку вошли 9 орудий, половина из которых представлена фрагментами (рис. 1). Пять из девяти орудий можно отнести к категории целых, но и на них можно проследить крупные сколы. Все орудия выполнены единообразно и, вероятно, составляют единую серию. Форма орудий по сохранившимся экземплярам кругло-уплощенная или подпрямоугольно-уплощенная. Длина орудий варьирует от 17 до 25 см, ширина – 15–19 см, толщина – 7–8 см. Вес целых орудий варьирует от 2.9 и до 6 кг. На каждом орудии выточен желобок шириной от 2.6 до 3.7 см и глубиной от 0.5 до 1 см. На части орудий желобок опоясывает все изделие, на пяти орудиях – пропилен только на боках. Все орудия можно отнести к категории «кайло-мотыга» или «молот-кайло». Рабочие площадки на орудиях расположены на торцевых сторонах, на их поверхностях фиксируются многочисленные следы забитости, мелких и крупных сколов. Орудия выполнены из одной горной породы – оливин-пироксенового базальта. Пироксен представлен авгитом, который образует порфиновые вкрапленники, зачастую зональные. Порфиновые выделения оливина частично замещены. Основной плагиоклаз лабрадор-битовнитового состава значительно сосюритизирован. Тот факт, что все орудия относятся к одной категории «кайло-мотыга», указывает на характер выполняемых работ: горнодобывающие работы с преобладанием отбойных операций.

Обнаружение железного предмета в толще отвала и серийность каменных орудий, локализованных на уровне современной поверхности, указывают на разработку рудника в момент становления горнодобывающей промышленности России на Южном Урале. Исторические данные подтверждают результаты натурального обследования.

*Время функционирования Аслаевского рудника, пункты поставок руды.* Во второй половине XVIII в. на территории Оренбургской и Уфимской губернии было построено около 19 медеплавильных заводов. Главными заводчиками были И.Б. Твердышев, И.С. Мясников, Мосоловы, которые активно получали у Берг-коллегии разрешения на строительство заводов, скупали у местных башкир земли под заводские дачи с лесами и рудниками. Заводы располагались в лесах на притоках крупных рек, а руды часто добывались в степных районах. [Гудков, Гудкова, 1985].

Наиболее близкие от Аслаевского рудника медеплавильные заводы XVIII–XIX вв. локализируются южнее, на территории Башкирии и Оренбуржья: Каноникольский (функционировал с 1753 по 1868 гг.), Покровский (с 1758 по 1773 гг.), Преображенский (с 1748 по 1884 гг.), на р. Белой – Вознесенский (с 1756 по 1773 гг.) [Черных и др., 2002]. К южным территориям вела Исетская дорога, из Верхне-Яицкой крепости в Зилаирскую – к Преображенскому заводу (рис. 2). К северу наиболее близким медеплавильным заводом был Миасский, действовавший в короткий период с 1777 г. до 1829 г. Выплавка медной руды велась также на Златоустовском заводе. Но к этим заводам вел довольно протяженный путь, и в списках рудников Миасского и Златоустовского заводов Аслаевский не значился (табл. 2). Однако отсутствие названия Аслаевского рудника может быть связано с другим наименованием этой выработки, неизвестным нам. Кроме того, отдаленность рудников от заводов могла достигать 400 верст, а количество рудников приписанных к заводу: действующих – до 20, недействующих – до 700 [Гудков, Гудкова, 1985].



## Каменные орудия Аслаевского рудника

№	Шифр орудия	Целое/Фрагмент	Размеры	Вес	Параметры желобка	Следы работы
1	373A/1	Фрагмент продольного скола с орудия	Длина – 19 см Ширина – 13 см Толщина – 5.8 см	600 г	Ширина – 3 см Глубина – 0.5 см Опоясывающий желобок	Следы сколов, забитости
2	373A/2	Целое	Длина – 18.5 см Ширина – 14 см Толщина – 7 см	3 кг	Ширина – 3.2–3.7 см Глубина – 0.5 см Опоясывающий желобок	Следы забитости
3	373A/3	Целое	Длина – 20 см Ширина – 15 см Толщина – до 7 см	3 кг	Ширина – 3.4 см Глубина – 0.5 см На оборотной стороне не смыкается	Следы забитости
4	373A/4	Целое	Длина – 17 см Ширина – 15 см Толщина – 6–7 см	2.9 кг	Ширина – 2.6–3.3 см Глубина – 0.6 см Желобки по бокам	Следы забитости
5	373A/5	Фрагмент	Длина – 18 см Ширина – 15 см Толщина – 3–4 см	1.8 кг	Ширина – 2.5 см Глубина – 0.5 см	Следы забитости
6	373A/6	Целое	Длина – 18 см Ширина – 16 см Толщина – 7 см	3.2 кг	Ширина – 4 см Глубина – 0.6 см Желобки по бокам	Следы забитости
7	373A/7	Фрагмент	Длина – 25 см Ширина – 19 см Толщина – 9–10 см	6 кг	Ширина – 2.7–3.3 см Глубина – 0.5 см Желобки по бокам	Следы забитости
8	373A/8	Целое (?)	Длина – 19 см Ширина – 16,5 см Толщина – 7 см	5 кг	Ширина – 3.3 см Глубина – 0.5 до 1 см Желобки по бокам	Следы забитости
9	373A/9	Фрагмент	Длина – 17 см Ширина – 15 см Толщина – 8 см	4.1 кг	Ширина – 2.6–3.1 см Глубина – 0.6 см Желобки по бокам	Следы забитости

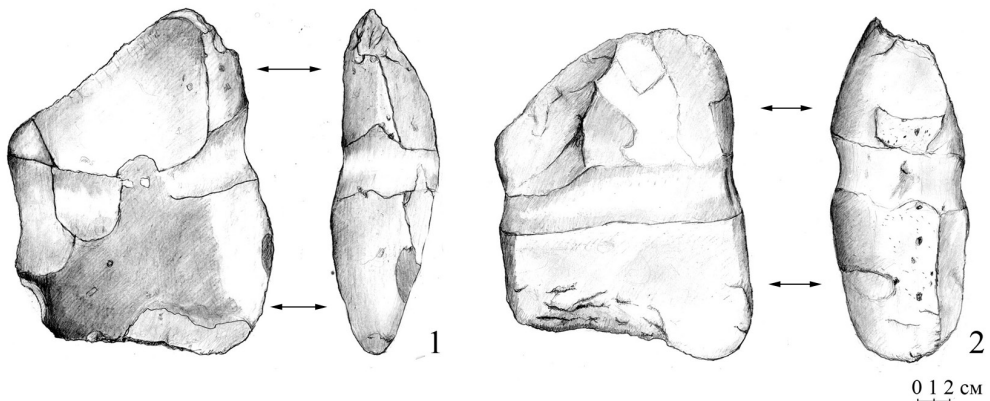


Рис. 1. Аслаевский рудник. Каменные орудия горного дела (1 – шифр 373A/1; 2 – шифр 373A/2).

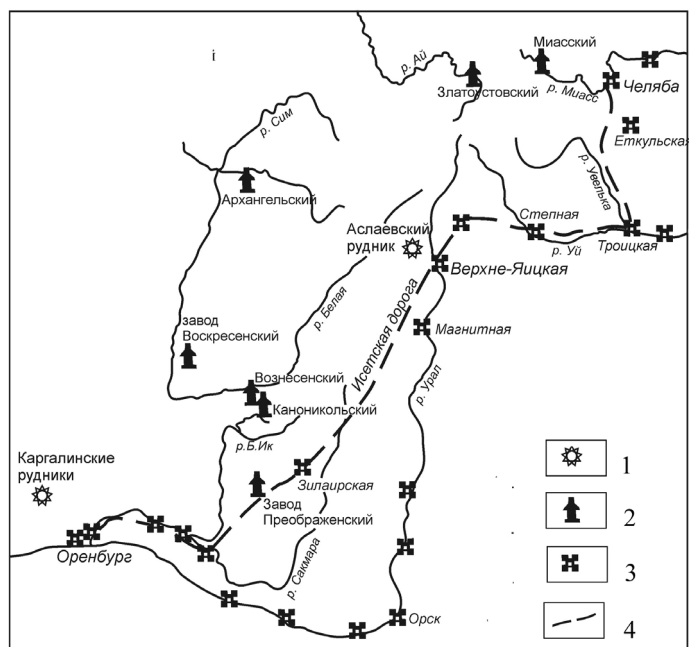


Рис. 2. Медеплавильные заводы Южного Урала XVIII в. (фрагмент плана из собрания Государственного исторического музея Южного Урала. ЧОКМ НВ-822). 1 – медные рудники; 2 – медеплавильные заводы; 3 – крепости; 4 – дороги.

По-видимому, близость Исетской дороги определяет большую вероятность именно южного направления поставок руды из Аслаевской выработки на момент XVIII – начала XIX вв. Со второй половины XIX в. в организации горнозаводского дела происходят изменения, и большинство медеплавильных заводов прекращают свою деятельность. Тем не менее, добыча медной руды продолжается и к началу XX в., но не в прежних объемах. Приводимые выше сведения Н.К. Высоцкого подтверждают разработку Аслаевского рудника в 1914–1915 гг.

Таким образом, совокупность археологических и исторических данных свидетельствует о функционировании выработки Аслаевского рудника в Новое время (период XVIII – начало XX вв.).

*Сравнение орудийного комплекса рудников бронзового времени и Нового времени.* Е.Н. Черных неоднократно отмечал удивительное сходство технологии горного дела древности и Нового времени Каргалинских рудников [Черных и др., 2002]. Использование на Аслаевском руднике орудий из камня также указывает на сохранение достаточно архаичных приемов в горном деле Нового времени, что позволяет провести сравнительный анализ, сопоставив серии каменных орудий XVIII–XIX вв. и орудий с рудников бронзового века.

В типологии каменных орудий разных циклов металлургии и горного дела представлены две группы орудий: горнодобывающие (для вскрышных работ – мотыги, отбойных – кайла, молоты) и горно-обогащительные (дробление, растирание – песты, терочники, рудотерочные плиты) [Загородняя, 2014].

Коллекция Аслаевского рудника составлена из серии монофункциональных орудий для вскрышных и отбойных операций. Материалы бронзового века демонстрируют сходные тенденции в распределении функциональных групп орудий на рудниках.

А.В. Фомичев приводит данные о 74 каменных орудиях, поднятых с поверхности 14 горных выработок Уральско-Мугоджарского региона (рудники Ишкининский, Ушкаттинский, Сарлыбай и др.). Значительная часть из них (22 ед.) представлена группой кувалд, молотов

Рудники медеплавильных заводов Урала XVIII–XIX вв.

№ п/п	Наименование завода, время его функционирования	Месторасположение заводов	Отдаленность рудников	Количество рудников		Известные рудники
				действующих	недействующих	
1	Преображенский завод (Зилаирский или Салаирский) (1750–1912 гг.)	р. Урман-Елаир (ныне Зилаир); р. Зилаир; правый приток р. Сакмары	200 верст	15	74	Каргалинские рудники – 40 ручьев [Гудков, Гудкова, 1985]
2	Покровский завод (1757–1774 гг.)	р. Большой Ик	-	-	187	Рудники по левую сторону р. Яик – 12 месторождений [Гудков, Гудкова, 1985]
3	Каноникольский завод (1751 – конец 1860-х гг.)	р. Кана, Башкирия	50/100–400 верст	20		Два Троицких, Студенецкий, Кошкульский, Филипповский, Овсяновский, Преображенский, Енаевский, Уртазымский, Кизельский, Самуиловский рудники [Гудков, Гудкова, 1985]
4	Миасский медеплавильный (1777–1829 гг.)	р. Мияс[с]е, Троицкий уезд	7–69 верст	7	Неизвестно	Поляковский, Кирыбинский, Кизникеевский, Покровский, Чистогорский, Ключевский и Гавриловский рудники (по данным П.Е. Томилова 1807–1809 гг.)
5	Златоустовский завод, медеплавильные печи (1761 – конец 18 в.)	При впадении р. Тесьмы в р. Ай	15–35 верст	-	-	Кизникеевский, Кирыбинский, Шартымский рудники [Гудков, Гудкова, 1993]

и молотков для дробления рудной массы, в другую группу (37 ед.) объединены горнопроходческие орудия: кайла, клинья, молоты-клинья. В меньшем количестве, на отвалах рудников, были обнаружены орудия для обогащения руды с функцией растирания, мелкодисперсного дробления руды (всего 4 ед.) [Фомичев, 2017]. В то же время в материалах поселений бронзового века Южного Урала массово представлены именно орудия второго блока: ручные песты, рудотерки [Кунгурова, 2013]. Орудия горного дела в материалах поселений единичны [Фомичев, 2015].

Каменные орудия с рудников бронзового века выполнены из вязких пород с хорошими прочностными качествами. Каменный молот с желобком для привязывания, обнаруженный на поверхности отвалов рудника Мысказган, был изготовлен из гальки аркозового песчаника. Желобок имеет ширину 1.5–2 см и глубину до 1 см. Фрагмент молота с желобком с рудника

Сарлыбай размерами 10 × 13 × 23 см выполнен из гальки габбро мелкозернистой структуры [Ткачев и др., 2013]. Орудия из отвалов рудника Новотемирский длиной 21 см и весом 4.25 кг выполнены из песчаника с опаловым цементом [Анкушев, Кожевников, 2018].

Из материалов раскопов рудника Михайло-Овсянка происходят 66 орудий, отнесенных авторами к разным категориям горно-металлургических орудий: кувалды (6 экз.), кайла (6 экз.), молоты (35 экз.), молоты-песты (7 экз.), кузнечные молотки (8 экз.), наковальня (2 экз.) [Горащук, Колев, 2004]. Обращает на себя внимание тот факт, что массовой категорией орудий на руднике Михайло-Овсянка являются рудодробительные орудия – молоты. Орудия для обогащения руды (песты, костяные клевцы, ребра животных), как и орудия кузнечного дела (молотки, наковальни), немногочисленны.

Таким образом, наиболее многочисленную группу орудий на рудниках бронзового века и Нового времени ожидаемо составляют орудия для вскрышных, отбойных операций и первичного дробления. Эта категория орудий по своим характеристикам: морфологии (форма, пропилы желобков), массовости, серийности (сходные параметры размеров, веса, породы орудий с одного рудника), расположению рабочих площадок, характеру сработанности, локализации на поверхности отвалов – практически не претерпевает изменений на протяжении тысячелетий. В то же время, если на руднике Нового времени полностью отсутствуют орудия обогатительного цикла, то в материалах некоторых рудников бронзового века в небольшом количестве оказываются представленными и орудия для растирания руды (песты, рудотерки). Этот факт объясняется примерами локализации поселков горняков в непосредственной близости от рудников (поселок Горный на Каргалах и Михайло-Овсянка), где были представлены и другие циклы металлургического производства.

Несмотря на сходства орудий и приемов в разработке рудников, уровень организации горного дела в Новое время стал более специализированным. Тем не менее, нельзя не обратить внимания на неизменность некоторых элементов технологии разработки медных рудников на протяжении тысячелетий и возможность экстраполяции данных Нового времени к интерпретации материалов бронзового века.

## Литература

*Анкушев М.Н., Кожевников С.В.* Каменные орудия из отвала древнего рудника Новотемирский (Южное Зауралье) // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 80–82.

*Горащук И.В., Колев Ю.И.* Каменные и костяные орудия с рудника бронзового века Михайло-Овсянка в Самарской области // Вопросы археологии Урала и Поволжья: сб. науч. тр. Вып. 2. Самара: Издательство «Самарский университет», 2004. С. 89–104.

Гудков Г.Ф. Гудкова З.И. Из истории южноуральских горных заводов XVIII–XIX веков. Историко-краеведческие очерки. Ч. I. Уфа: Башкирское книжное издательство, 1985. 424 с.

Гудков Г.Ф. Гудкова З.И. Из истории южноуральских горных заводов XVIII–XIX веков. Историко-краеведческие очерки. Ч. II. Уфа: Башкирское издательство «Китап», 1993. 480 с.

Загородняя О.Н. Орудия металлопроизводства бережновско-маевской срубной культуры (по материалам Картамышского археологического микрорайона). Автореф. дис. к.и.н. Киев: ИА НАН Украины, 2014. 24 с.

Каргалы. Т. III: Селище Горный: Археологические материалы: Технология горно-металлургического производства: археобиологические исследования / Составитель и научный редактор Е.Н. Черных. М.: Языки славянской культуры, 2004. 320 с.

*Кунгурова Н.Ю.* Трасологическое изучение каменных предметов из раскопок укрепленного поселения Устье I / Древнее Устье: укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье: колл. моногр. / Виноградов Н.Б. (отв. ред.); Епимахов А.В. (науч. ред). Челябинск: Абрис, 2013. 482 с.

Ткачев В.В., Байтлеу Д.А., Юминов А.М., Анкушев М.Н., Жалмаганбетов Ж.М., Калиева Ж.С. Новые исследования памятников горной археологии в Южных Мугалжарах // Тр. филиала Института археологии им. А.Х. Маргулана в г. Астана. Т. II. Астана: Изд. группа ФИА им. А.Х. Маргулана в г. Астана, 2013. С. 264–288.

Фомичев А.В. Орудия горного дела и металлургии поселений позднего бронзового века на севере Уральско-Мугоджарского горно-металлургического центра // Вестник ЧелГУ. 2015. № 24. История. Вып. 66. С. 9–16.

Фомичев А.В. Металлопроизводство населения алакульской культуры позднего бронзового века в пределах Уральской горно-металлургической области. Дис. на соиск. к.и.н. Оренбург, 2017. 268 с.

Черных Е.Н., Лебедева Е.Ю., Кузьминых С.В., Луньков В.Ю., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Овчинников В.В., Пучков В.Н. Каргалы, Т. 1: Геолого-географические характеристики: История открытий, эксплуатации и исследований: Археологические памятники / Составитель и научный редактор Е.Н. Черных. М.: Языки славянской культуры, 2002. 112 с.

Янтурин Р.Г., Елькин Н.А., Овчаров А.Н., Козлов В.А. Отчет о результатах поисковых работ на медные руды на площади Аслаевского участка в 1988–1991 гг. В 2 кн. Челябинск, 1991. 172 л. Гос. рег. № 40-89-127.

**А.Ж. Нуркенова**

*Оренбургский государственный педагогический университет, г. Оренбург,  
sukhamberlieva@mail.ru*

## **История изучения бус кочевников раннего железного века Южного Приуралья**

(научный руководитель *Л.А. Краева*)

Бусы как категория археологического материала являются весьма ценным историческим источником. Они свидетельствуют о торговых связях, уровне развития ремесла, эстетических представлениях и других сторонах жизни сарматов. Все чаще в последнее время бусы используются как датирующий материал [Скрипкин, 1990].

Целью данной работы является анализ истории изучения бус кочевников раннего железного века (РЖВ) Южного Приуралья.

С начала XIX до XX вв. специальное изучение бус не производилось. Лишь в XX в. начинается изучение бус как отдельной категории археологического материала, который может служить очень информативным историческим источником.

Памятники кочевников РЖВ Южного Приуралья оказались в поле зрения ученых и любителей археологии в конце XIX в. – Ф.Д. Нефедова, И.А. Кастанье, А.В. Попова, Н.Е. Макаренко и С.И. Руденко; проблемами сарматской археологии занимались М.И. Ростовцев и Б.Н. Граков. Благодаря этим исследователям к 1970-м гг. был накоплен разнообразный материал по археологии кочевников РЖВ Южного Приуралья, который находит отражение в трудах ученых по сарматской археологии [Евгеньев, 2016].

Большой вклад в изучение данной проблемы внесли работы 1950–70 гг. Южно-Уральской археологической экспедиции ИА АН СССР, возглавляемой К.Ф. Смирновым. В своей работе «Савроматы» [1964], которая посвящена изучению истории и культуры савроматов с VIII по IV вв. до н.э., рассматривая бусы как отдельную категорию вещевого инвентаря, он отмечал, что:

1. Бусы могут служить определенным эталоном для хронологии памятников и установления торговых связей савроматов;
2. Каменные бусы в погребальных комплексах кочевников РЖВ Южного Приуралья встречаются редко;

3. Сердоликовые и сардониковые бусины, найденные в могилах Южного Приуралья, вероятно, имеют индо-иранское происхождение и попадали через Среднюю Азию и Хорезм;

4. Наборы стеклянных бус значительно разнообразнее и богаче. К савроматам они поступали через Кавказ и из греческих городов Северного Причерноморья, где в памятниках представлены все типы бус, найденных в могилах савроматов.

В 1975 г. изучение бус выходит на качественно новый уровень. Это связано с выходом фундаментальной работы Е.М. Алексеевой «Античные бусы Северного Причерноморья» [1975]. Свод содержит в себе описание одной из самых массовых категорий находок – бус и подвесок. Это первое собрание всех находок данной категории, где дается классификация, позволяющая в дальнейшем подвергнуть изучаемый материал обработке методами математической статистики и выяснить хронологический ареал распространения каждого вида украшений. Большое значение имеют очерки по истории развития украшений, технологии их изготовления и материалов, использованных для них. Продолжением этого исследования является 2-й том «Античные бусы Северного Причерноморья», который выходит в 1978 г. [Алексеева, 1978], который представляет собой свод по исследованию бус, фигурных подвесок и пронизей античной эпохи, найденных в Северном Причерноморье. В нем рассмотрены украшения из гагата, янтаря, одноцветного и стекла с внутренней позолотой, а также полихромные стеклянные бусы. Разработана типология бус, произведена датировка выделенных типов и вариантов, рассмотрена технология изготовления бус. Завершающей частью исследования является выход в 1982 г. 3-го тома «Античные бусы Северного Причерноморья» [Алексеева, 1982]. В работе рассматриваются украшения из полудрагоценных камней, кости, бронзы и полихромного стекла. В монографии имеются хронологические данные наборов бус и отмечаются своеобразия локальных территорий.

Работы Е.М. Алексеевой имеют огромное значения для изучения бус кочевников РЖВ Южного Приуралья, т.к. большинство типов бусин из сарматских захоронений имеют аналогии в Северном Причерноморье.

В 1990 г. А.С. Скрипкин в работе «Азиатская Сарматия» [1990], посвященной хронологическим и историческим проблемам Азиатской Сарматии, вводит новый археологический материал и пересматривает периодизацию сарматских культур. В разделе «Классификация вещественного материала» при систематизации бус использует классификацию Е.М. Алексеевой, а также в связи с отсутствием некоторых типов в этой классификации, А.С. Скрипкин дополняет ее. В своем труде он указывает, что бусы сарматской культуры типологически близки бусам античного Причерноморья.

На современном этапе развития археологической науки проблема изучения бус является актуальной и рассматривается во многих работах, посвященных истории изучения кочевников Южного Приуралья.

В.М. Клепиков в монографии «Сарматы Нижнего Поволжья» [2002], посвященной проблемам хронологии раннесарматской культуры Нижнего Поволжья, разграничивает погребальные комплексы IV и III вв. до н.э. и определяет их специфику. Его работа дает возможность более полно и объективно использовать археологические материалы в этноисторических реконструкциях достаточно сложного периода в древней истории Поволжья. В главе I «Классификация и хронология основных категорий материальной культуры кочевников Нижнего Поволжья IV–III вв. до н.э.», рассматривает традиционную категорию украшений – бусы, которые встречаются в погребениях Заволжья и Волго-Донского междуречья. Автор дополняет типологию Е.М. Алексеевой, опираясь на ее методы классификации бус, и дает общую характеристику бус по группам с общим орнаментом и материалом изготовления, выделяя по мере возможности те немногочисленные типы и их сочетания, которые могут служить хроноиндикаторами.



С.Ю. Гуцалов в монографии «Древние кочевники Южного Приуралья VII–I вв. до н.э.» [2004] выделяет бусы как отдельную группу украшений, прибегая к своей описательной характеристике типов. Автор отмечает, что эту разновидность украшений весьма сложно использовать в культурно-хронологических реконструкциях, поэтому им была создана типология, включающая в себя только 13 типов бус, которые получили распространение в достаточно узкий промежуток времени.

Н.Е. Берлизов в монографии «Ритмы Сарматии. Савромато-сарматские племена Южной России в VII в. до н.э.–V в. н.э.» [2011] анализирует археологические и письменные источники по истории савроматов и сарматов южнорусских степей и реконструирует основные этапы их этнополитической истории. Во второй главе монографии «Типология археологического материала» он отмечает, что большинство бус из савромато-сарматских погребений находит аналогии в типлистах Е.М. Алексеевой, и потому для них применяется ее типология. Вместе с тем, часть типов в её сводах отсутствует, и их описание было разработано дополнительно. Стоит отметить, что в своей работе Н.Е. Берлизов учитывает дополнения, предлагавшиеся для сарматских памятников А.М. Ждановым, А.С. Скрипкиным, И.И. Марченко.

В настоящее время изучением бус занимается О.В. Аникеева. Ряд ее работ посвящен изучению наборов каменных бус из раннесарматских курганов Южного Урала. О.В. Аникеева проводит минералого-технологический анализ каменных бус, включающий изучение технологии изготовления каждой бусины и определение геммологических характеристик камня, из которого она изготовлена. Применение этого метода показало его перспективность по сравнению с принятой в археологии типизацией бус по форме и материалу, т.к. позволяет дополнительно разделить одинаковые бусы на группы, отличающиеся технологическим приемам изготовления. О.В. Аникеева одновременно ведет поиск аналогий этим группам в близлежащих регионах, что позволяет выявить традиции изготовления каменных бус в разных производственных центрах (Египет, Персия, Индия, Месопотамия, Северное Причерноморье) и пути их поступления к сарматам [Аникеева, 2014].

Таким образом, проведенный историографический обзор выявил нерешенные задачи в исследовании бус кочевников РЖВ. Во-первых, отсутствует обобщающий труд, который бы включил общую классификацию сарматских бус, изученных к сегодняшнему времени. Во-вторых, на сегодняшний день больше внимания уделяется изучению каменных бус, хотя стеклянные наборы бус встречаются в гораздо большем количестве.

## Литература

- Алексеева Е.М.* Античные бусы Северного Причерноморья // САИ. Вып. Г1-12. Т.2. М.: Наука, 1975. 121 с.
- Алексеева Е.М.* Античные бусы Северного Причерноморья // САИ. Вып. Г1-12. М.: Наука, 1978. 120 с.
- Алексеева Е.М.* Античные бусы Северного Причерноморья // САИ. Вып. Г1-12. М.: Наука, 1982, 110 с.
- Аникеева О.В.* Минералого-технологический анализ каменных бус из раннесарматских курганов Южного Урала // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 19–23.
- Берлизов Н.Е.* Ритмы Сарматии. Савромато-сарматские племена Южной России в VII в. до н.э. – V в. н.э. Краснодар: КГУКИ, Парабеллум, 2011. 320 с.
- Гуцалов С.Ю.* Древние кочевники Южного Приуралья VII–I вв. до н. э. Уральск, 2004. 136 с.
- Евгеньев А.А.* Вклад Оренбургской археологической экспедиции в исследование сарматских памятников Южного Приуралья // Мат. IX междунар. науч. конф. «Проблемы сарматской археологии и истории». Оренбург: ОГПУ, 2016. С. 84–92.
- Клепиков В.М.* Сарматы Нижнего Поволжья в IV–III в. до н.э. Волгоград: ВГУ, 2002. 216 с.
- Скрипкин А.С.* Азиатская Сарматия: проблемы хронологии и ее исторический аспект. Саратов: СГУ, 1990. 300 с.
- Смирнов К.Ф.* Савроматы. М.: Наука, 1964. 376 с.

## **Эксперименты по сверлению полых костей нефрита** (научный руководитель *Ю.Б. Сериков*)

Использование нефрита древним человеком началось еще в палеолите. Обладая достаточной прочностью, твердостью (6 ед. по шкале Мооса) и волокнистым строением, нефрит был надежным материалом для изготовления разнообразных предметов. Целенаправленный поиск и обработка нефрита для дальнейшего его применения в качестве орудий труда, украшений, сакральных предметов в Евразии относят к неолиту. В неолите–энеолите в Европе и Азии появляются так называемые «нефритовые культуры», в материальную составляющую которых входит множество изделий из нефрита [Костов, 2014]. Значительное влияние нефрит оказал на развитие китайской цивилизации.

На территории России широко известны сейминско-турбинская, глазковская и некоторые другие археологические культуры бронзового века, население которых использовало нефритовые изделия.

Многие изделия из нефрита имеют отверстия, пропилены и другие следы механического воздействия человеком. Вопросы о том, как и чем сверлили нефрит, к какой эпохе отнести то или иное сверленное изделие из нефрита возникли еще в XIX в. Так, А.С. Уваров писал, что в неолитическую эпоху «азиатские обитатели не могли совладать с твердостью нефрита. Сверление им удавалось с помощью только металлических орудий, совершенно в другую эпоху» [Уваров, 1881]. Постепенно, с развитием археологических знаний, экспериментальной археологии, открытием новых артефактов у исследователей изменилось представление о технике обработки нефритовых изделий.

К настоящему времени существует несколько реконструкций, восстанавливающих технологию обработки нефрита. Еще С.А. Семенов пришел к выводу, что нефритовые кольца из Прибайкалья изготавливались двумя способами: резанием по шаблону и обработкой на станке. Резание по шаблону производилось кремневым резцом круговыми движениями по предварительно отшлифованной плитке с двух сторон. Способ станковой обработки был смоделирован С.А. Семеновым в ходе Ангарской экспедиции 1957 г. На создание двух колец ушло 55–60 часов работы [Семенов, 1968]. Не углубляясь в детали этого способа, следует отметить, что резание (сверление) производилось каменными резцами, но не костью.

Л.В. Зоткина провела серию экспериментов по выявлению особенностей технологических процессов придания формы заготовкам из нефрита. В ходе экспериментов по сверлению было выявлено следующее: наиболее эффективна обработка предварительно отшлифованной заготовки; лучковое сверление более оптимальное, по сравнению с ручным; использование сыпучего абразива и двусторонней обработки отверстия повышает эффективность сверления [Зоткина, 2018]. Сверление в данном эксперименте осуществлялось каменными орудиями. Также Л.В. Зоткина отмечает, что из-за прочности нефрита возможно применение техники опосредованного пикетажа (т.е. углубление недосверленного отверстия с помощью посредника и ударника) для ускорения процесса получения отверстия.

В восточных районах Китая известна технология сверления нефрита с помощью своеобразного сверлильно-расточного станка, в котором база с закрепленной заготовкой вращалась через посредство каменного подшипника, а сверлом-резцом служили, скорее всего, полые стволы бамбука или крупные кости животных с вычищенной серединой. Находки каменных украшений, просверленных по этой технологии, из пещеры Чертовы Ворота в Приморье относят к неолиту (7550–6880 л.н.) [Деревянко и др., 2019].

В археологической лаборатории Нижнетагильского государственного социально-педагогического института проводились исследования по сверлению отверстий большого диаметра с помощью полой кости. В ходе экспериментов, используя деревянный бур с перекладиной и костей теленка и свиньи, были просверлены тальк, талькохлорит, мрамор, серпентинит. Интересны выводы, которые получил автор экспериментов: для ускорения процесса необходимо делать надрезы на сверле, а сверло нужно фиксировать на заготовке для предотвращения соскальзывания с точки сверления [Канаука, 2018].

Для дальнейшего изучения первобытных технологий обработки камня, автором был проведен эксперимент по сверлению нефрита. Пользуясь опытом предыдущих экспериментаторов, сначала была предпринята попытка просверлить нефрит с помощью деревянного бура с перекладиной. Но спустя 1.5 часа работы выяснилось, что такой способ малопродуктивен из-за высокой твердости обрабатываемого материала. Поэтому в дальнейшем работа проводилась по другой технологии. Вместо деревянного бура с перекладиной был использован коленчатый деревянный стержень из калины длиной 1.26 м, к которому крепился груз – расколотое сосновое полено длиной 0.63 м и весом (вместе с рабочим стержнем) 8.2 кг. Сверло насаживалось непосредственно на конец рабочего стержня и дополнительно укреплялось с помощью четырех деревянных палочек, обмотанных веревкой.

Аналогичное приспособление использовалось древними египтянами для сверления отверстий большого диаметра [Семенов, 1968]. Таким же приспособлением, но с медной трубкой, экспериментатор Н. Васютин и редактор интернет-портала «Антропогенез.ру» А. Соколов сумели просверлить кусок гранита [Как египтяне...]. Сверление таким способом, по нашему предположению, должно было значительно ускорить процесс. При использовании обычного бура с перекладиной сверление происходит с помощью возвратно-поступательных движений и давления на саму перекладину, что усложняет работу экспериментатора и требует больших усилий. При «египетском» способе процесс сверления значительно облегчается за счет непрерывного кругового вращения и давления груза на заготовку.

Перед началом сверления заготовка (плитка зеленого нефрита размером 11.5 × 5.6 × 1.1 см) была закреплена на доске с отверстием для сверла, а сама доска прижата к земле двумя камнями для устойчивости. Так удалось избежать смещения сверла в начале сверления. В качестве сверл были использованы три кости свиньи (№ 1 – длина 6.3, диаметр 4.9 см, толщина режущей кромки 0.4 см; № 2 – 6.5 см – 4.7 см – 0.5 см; № 3 – 6.4 см – 4.7 см – 0.5 см) и одна кость теленка (длина 6.7 см, диаметр 3 см, толщина режущей кромки 0.9 см). На режущей кромке каждого сверла было сделано по 8–10 надрезов глубиной 0.3–0.4 см. Абразивом служил мелкозернистый песок, в который по мере надобности добавлялась вода.

Сверление началось с использования кости теленка, но за 1.5 часа работы на плитке нефрита только обозначился контур сверла. Углубиться в материал не получилось. Скорее всего, это связано с толщиной режущей кромки сверла и с выбором инструмента для сверления. В дальнейшем при продолжении эксперимента использовались только свиные кости с тонкими стенками и коленчатый стержень с грузом.

Первые следы углубления на заготовке появились примерно через 1 час 40 мин интенсивной работы новым способом. Плитку нефрита удалось просверлить на глубину 1 мм. Сразу стало заметно, что сверление идет неравномерно. Одна сторона сверла сточилась больше, чем другая, соответственно и отверстие было однобоким. Кость № 1, которой осуществлялся процесс сверления, сточилась на 1.2 см. Еще через 1.5 часа сверления глубина сверлины была увеличена до 2 мм. Кость № 1 сточилась на 2 см. Однобокость на отверстии стала менее заметна, но сверло продолжало стачиваться неравномерно.

В дальнейшем, в сверлении были задействованы кость № 2 и 3, которые за время работы сточились на 3.4 и 4.4 см соответственно (рис. 1). Приблизительно через 8 часов по-

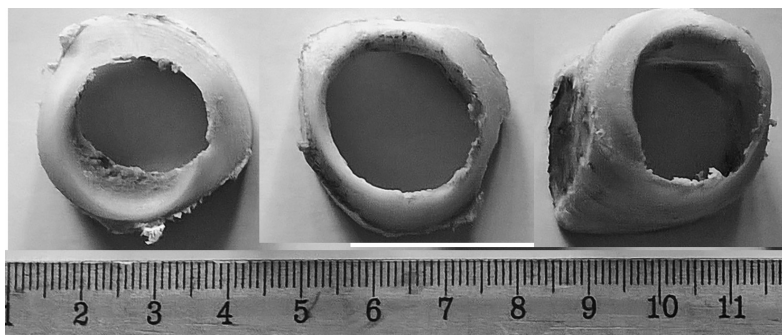


Рис. 1. Полые кости свиньи со следами сработанности.

сле начала сверления свиными костями, удалось получить отверстие глубиной 7.5–8 мм. Еще через 3 часа сверления удалось продвинуться на глубину 1.5–2 мм. Было решено доформить отверстие с помощью пикетажа, поскольку толщина недосверленной поверхности равнялась 1–1.5 мм. С помощью каменного посредника и деревянного ударника удалось сколоть сначала самую тонкую часть, а затем уже и всю плоскость сверлины.

Высверлина, оставшаяся после обработки нефрита, имеет коническую форму, ее максимальная толщина составляет 7 мм. Здесь следует отметить, что на территории Урала не известны находки высверлин, хотя в коллекциях присутствуют находки нескольких десятков изделий с отверстиями большого диаметра [Сериков, 2018]. Данную ситуацию можно объяснить следующим образом. При процессе сверления полую костью и сыпучим абразивом, происходит скорее не сверление, а постепенное перетирание обрабатываемого камня в мелкие частицы. Эта каменная пыль, смешиваясь с абразивом, также участвует в процессе сверления. В итоге, диаметр высверлины не будет соответствовать диаметру готового отверстия. Также добавим, что почти все сверленные изделия являются случайными находками, т.е. вне контекста, и маловероятно обнаружить рядом с ними высверлины.

Получить отверстие «египетским» способом сверления удалось за 11 часов 43 минуты. Общее время сверления, включая первые 1.5 часа сверления буром с перекладной, составило 13 часов 15 минут. Со стороны сверления отверстие не круглое, а конусообразное. Его максимальный диаметр составил 3.6 см (рис. 2). С противоположной стороны отверстие неровное из-за сколов от пикетажа, диаметр его составил 2.3 см.

Проведенный эксперимент показал, что с помощью несложных инструментов даже одному человеку реально просверлить отверстие в таком твердом материале как нефрит. Теоретически древний человек наряду с другими способами мог использовать и данный способ для получения отверстий большого диаметра.

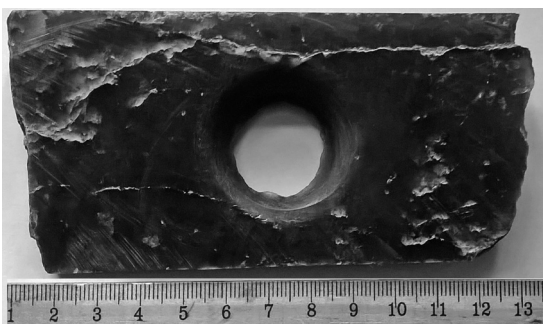


Рис. 2. Просверленная плитка нефрита.

На практике мы убедились, что использование коленчатого стержня с грузом в качестве сверлильного инструмента значительно продуктивнее, чем сверление буром с переключением. Подтвердились некоторые положения других экспериментаторов. Так, действительно, костяные сверла стачиваются очень быстро, особенно при обработке твердых пород камня, а надрезы на сверлах способствуют задержке в них абразива. Ускоряет операцию по изготовлению отверстия и техника пикетажа при остаточной толщине 1–1.5 мм.

Трудозатраты оказались значительными, но если брать во внимание тот факт, что сверление осуществлялось одним человеком, затраченное время не очень большое. Для ускорения процесса сверления необходимо попеременно работать несколькими экспериментаторами. В дальнейшем планируется изучить процесс сверления нефрита уже медной трубкой.

## Литература

*Деревянко А.П., Тан Чун, Комиссаров С.А. Цзи Пин.* Разный цвет нефрита // Наука из первых рук, 2019. № 2. С. 52–69.

*Зоткина Л.В.* Приемы обработки нефрита: результаты экспериментально-трасологического исследования забайкальского сырья // Вестн. НГУ. Серия: История, филология. 2018. Т. 17. № 3: Археология и этнография. С. 22–31.

*Канаука Н.В.* Эксперименты по изготовлению отверстий большого диаметра // Л Урало-Поволжская археологическая конференция студентов и молодых ученых: Мат. Всерос. (с междунар. участием) конфер. Самара: Самарский университет, 2018. С. 43–46.

*Костов Р.И.* Нефрит Евразии: археоминералогия нефрита и «нефритовые культуры» // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 11–14.

*Семенов С.А.* Развитие техники в каменном веке. Л.: Наука, 1968. 362 с.

*Серицов Ю.Б.* К вопросу о технике изготовления отверстий большого диаметра в каменных изделиях неолита-бронзы Урала // Поволжская археология, 2018. № 1. С. 56–72.

*Уваров А.С.* Археология России. Каменный период. В 2 т. Т. 1. М.: Синодальная тип., 1881. 490 с.

Как египтяне сверлили гранит – реконструкция [Электронный ресурс] // youtube.com [сайт]. – URL: (<https://www.youtube.com/watch?v=g305wqCdPRs>) (дата обращения: 05.05.2019).

***М.П. Пискарева<sup>1</sup>, А.Д. Рянская<sup>2</sup>, Т.Я. Гуляева<sup>2</sup>, Д.В. Киселева<sup>1</sup>, С.Е. Пантелеева<sup>3</sup>***

*<sup>1</sup>Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург*

*<sup>2</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, [tosenka2008@gmail.com](mailto:tosenka2008@gmail.com)*

*<sup>3</sup>Институт истории и археологии УрО РАН, г. Екатеринбург*

## **Рентгенофазовый анализ на основе полнопрофильного метода Ритвельда при исследовании минерального состава фрагментов археологической керамики**

Керамические изделия и их фрагменты, изготовленные из глиняного сырья с различными добавками, являются одними из наиболее распространенных археологических находок. Минеральный состав керамики, температура и окислительно-восстановительная (ОВ) атмосфера обжига при их изготовлении могут дать ценную информацию о достигнутом технологическом уровне гончарного мастерства древнего общества. Получить оценки температуры обжига можно путем идентификации специфических минеральных фаз, например, первичных (минералов, присутствующих в исходном глиняном сырье и не подвергающихся каким-либо изменениям в процессе обжига), новообразованных (кристаллических фаз, образующихся при обжиге), а также вторичных (фаз, образующихся в процессах захо-



ронения обожженной керамики) [Cultrone et al., 2001]. Для этих целей широко применяется рентгенофазовый анализ.

Метод полнопрофильного анализа для уточнения кристаллических структур по порошковым дифракционным данным, не требующий хорошего разрешения дифракционных пиков, был первоначально развит Г. Ритвельдом для нейтронографии и состоит в подгонке наблюдаемых интенсивностей с помощью уточняемых структурных и профильных параметров [Rietveld, 1967]. В наиболее широко используемых программах для описания профилей, как правило, используются аналитические функции (функция Войта или Пирсона типа VII). Применение этих функций позволяет проводить уточнение параметров кристаллической структуры и формы дифракционных пиков для конкретной рентгенограммы. Последние могут далее использоваться для определения параметров реальной структуры. Количественный фазовый анализ методом Ритвельда на сегодняшний день является наиболее точным и простым в использовании методом, не требующим стандартных образцов. Его проведение требует наличия специального программного обеспечения, позволяющего автоматизировать большую часть операций. Для реализации метода Ритвельда разработано множество программных продуктов, таких как SiroQuant, FullProf, GSAS, Quanto, BGMN. Наиболее перспективным и удобным в использовании, на наш взгляд, является программный комплекс SiroQuant (Sietronics Pty Limited, Canberra, Australia) [Taylor, 2004]. Программа использует собственную базу данных порядка 1500 кристаллических структур – их геохимический состав, параметры элементарной ячейки, пространственная группа и др. Критерием правильности результатов полнопрофильного анализа служит соответствие элементного состава проб, рассчитанного по их фазовому и элементному составу, определенному независимым методом (РФА, ИСП АЭС, ИСП МС и др.) [Bish, Plotze, 2011]. Количественный рентгенофазовый анализ дифрактограмм, реализованный в программном комплексе SiroQuant, с использованием встроенной базы данных позволяет производить пересчет содержаний минералов в оксиды для сопоставления с данными по элементному составу, полученными независимыми методами анализа. Сочетание методов рентгеновской дифракции и рентгеновской флуоресценции позволяет получать достоверные результаты, а также учитывать малые содержания фаз в образце, что в значительной степени улучшает результаты количественного фазового анализа.

Целью работы является разработка методики комплексного анализа образцов керамики бронзового века с дальнейшим использованием результатов для определения температуры и окислительно-восстановительной атмосферы ее обжига.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

- проведение качественного рентгенофазового анализа дифрактограмм образцов, их регистрация и расшифровка;
- отработка методики полнопрофильного анализа с использованием программы SiroQuant, количественный анализ фазового состава керамики;
- сопоставление результатов полнопрофильного рентгенофазового анализа смесей с данными рентгенофлуоресцентного метода;
- интерпретация полученных результатов и определение температуры и атмосферы обжига керамики.

Данная работа продолжает исследование, начатое в 2018 г. [Киселева и др., 2018]. Объем исследованной выборки образцов был расширен до 33 фрагментов керамики синташтинского типа из коллекции укрепленного поселения Каменный Амбар (Южный Урал) [Корякова и др., 2011]. Для изученных образцов ранее было проведено исследование элементного состава методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА), а также определены потери при прокаливании [Дубовцева и др., 2016].



Перед анализом проводилось ручное измельчение проб в яшмовых ступках. Масса порошка для приготовления пробы составила 2 г. В кювету помещалась проба выше уровня краев. Затем с помощью предметного стекла излишки порошка срезались. Образцы имели диаметр 25 мм, толщину – не более 2.5 мм. Прижимая стекло к кювете, пробу не уплотняли, чтобы избежать образования предпочтительной ориентации кристаллитов. Для совмещения поверхности образца с плоскостью фокусировки рентгеновской трубки кювета с образцом закреплялась в держателе.

Дифрактограммы получены с использованием рентгеновского дифрактометра SHIMADZU XRD-7000. Условия проведения – фильтрованное медное излучение в диапазоне брэгговских углов  $2\Theta$  3–70°, скорость съемки 1°/мин, напряжение 40 кВ, ток 30 мА. Идентификация линий рентгеновского спектра выполнялась путём автоматического сравнения экспериментальных дифрактограмм с дифрактограммами индивидуальных соединений из базы данных Powder Diffraction File-2 с последующей ручной выборкой в соответствии с методикой [МИ №88-16360-119-01.00076-2011]. Количественный полнопрофильный рентгенофазовый анализ проведен с помощью программного комплекса SiroQuant (Sietronics, Австралия) в соответствии с работой [Рянская и др., 2015]. Уточнение экспериментальной и теоретической дифрактограмм проводилось до достижения минимума с отсутствием значимых изменений фактора достоверности  $\chi^2$  (оптимальное значение 1–3) и незначительных различий на разностной кривой. Сравнение параметров элементарной ячейки фаз показало их малые различия и близость значений известным из литературы. Это свидетельствует об адекватности расчетной процедуры.

В составе исследованных керамик можно выделить компоненты, соответствующие исходному сырью: кварцевый песок (11.3–48.5 %), слюда (мусковит 4.7–18.7 %), хлорит (1.8–27.8 %), калий-полевоый шпат (микроклин 1.4–16.4 %), плагиоклаз (альбит 5.5–23.2 %), тремолит (12–18.1 %). Пирит (0.2–4.7 %) и рутил (0.6–3.1 %) могут быть примесями в исходном сырье. Доломит (1.3–4.3 %) и кальцит (0.8–27.1 %) могут присутствовать как в сырье для формовки, так и входить в состав добавок-отошителей (раковины и шамот с примесью раковины). Тальк также является основным компонентом добавок и характеризуется большими содержаниями в исследованных пробах (11–61.3 %). Гематит (2.4–8.3 %) и гетит (1.8–3.1 %) могут как находиться в исходном сырье, так и являться новообразованными в процессе обжига минералами. Также в ряде проб в качестве примесных компонентов обнаружены биотит, сидерит, магнетит.

Результаты рентгенофазового анализа были пересчитаны на оксиды породообразующих элементов и сопоставлены с данными проведенного ранее рентгенофлуоресцентного анализа этих же проб [Дубовцева и др., 2016]. Результаты графического сопоставления приведены на рисунке.

Из рисунка видно, что в целом, результаты РФА и РСА удовлетворительно согласуются друг с другом. Для большинства оксидов расхождение результатов между двумя методами анализа находятся в пределах погрешности рентгенофазового анализа. Результаты рентгенофазового анализа по оксиду железа, в основном, оказываются заниженными по сравнению с результатами РФА. Возможно, это связано с тем, что железосодержащие минералы плохо кристаллизованы, полуаморфны и их содержания в образцах на уровне 5 % не дают возможности их обнаружения. Определение становится возможным при содержании железосодержащих минералов на уровне 10 %. Кроме того, отмечено, что пробы, где присутствуют железосодержащие минералы (гетит, гематит, пирит), обладают значительно худшим качеством дифрактограмм – на фоне сильного шумового сигнала становится невозможным определение небольших количеств железосодержащих фаз.

Заметные отклонения от результатов рентгенофлуоресцентного анализа отмечены также для  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $SiO_2$ , одновременно входящих в состав нескольких фаз. Так, оксид

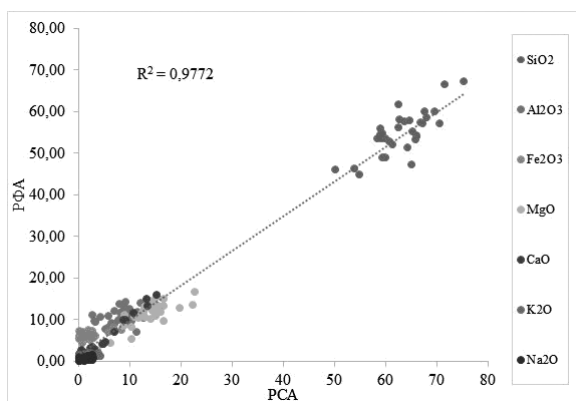


Рис. Сравнение результатов рентгенофазового и рентгенофлуоресцентного анализов по содержанию основных оксидов.

алюминия входит в такие минералы как альбит, хлорит, мусковит, микроклин. Оксид кремния входит в состав талька, кварца, тремолита, биотита, микроклина, мусковита и хлорита. Причиной данных отклонений может являться несоответствие используемых в программе SiroQuant химических формул фаз для пересчета на оксиды реальным химическим формулам минералов. Реальные химические формулы минералов могут отличаться от теоретических вследствие того, что в структуру реального минерала могут входить различные микропримеси или из-за изоморфного замещения некоторых элементов в минерале. Оксид кальция, наоборот, входит в состав только одного минерала (кальцит). Поэтому результаты РФА и РСА по содержанию CaO хорошо согласуются между собой.

Выводы о температуре обжига и ОВ атмосфере сделаны на основании наличия/отсутствия характерных для высоко- и низкотемпературного обжига минеральных фаз [Киселева и др., 2018]. По наличию хлорита, кальцита, мусковита и отсутствию новообразованных высокотемпературных фаз можно сделать вывод о довольно низкой температуре обжига (для ряда образцов не превышающей 650 °С, а для некоторых – находящейся в диапазоне 650–800 °С). Следует, однако, отметить, что интервал температуры обжига для двух образцов (24 и 31) не может быть установлен, так как в них не обнаружены ни мусковит, ни кальцит, по наличию которых предполагается температура обжига не более 800 °С, ни хлорит, по которому определялся нижний предел температуры обжига – 650 °С. Для них можно предположить более высокую температуру обжига (более 800 °С). Для 12 образцов установлена восстановительная атмосфера (наличие пирита, сидерита), для пяти – окислительная, о чем свидетельствует наличие окисленных соединений железа (гематита и гетита). В 16 образцах не удалось сделать однозначный вывод об окислительно-восстановительной атмосфере обжига, поскольку в них присутствовали минералы железа в двух степенях окисления (+2 и +3) одновременно.

Таким образом, минеральный состав 33 фрагментов керамики синташтинского типа из укрепленного поселения Каменный Амбар (Южный Урал) определен по результатам рентгенофазового анализа на основе полнопрофильного метода Ритвельда. По наличию хлорита, кальцита, мусковита и отсутствию новообразованных высокотемпературных фаз можно сделать вывод о довольно низкой температуре обжига (для ряда образцов не превышающей 650 °С, а для некоторых – находящейся в диапазоне 650–800 °С). Для большей части образцов установлено, что атмосфера в процессе отжига была преимущественно восстановительная, для пяти фрагментов керамик – окислительная, для половины исследованных образцов ОВ атмосферу обжига установить не удалось.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ №16-18-10332 (сбор, подготовка образцов керамики и интерпретация результатов – Пантелеева С.Е.); рентгенофазовый анализ выполнен в ЦКП «Геоаналитик» (Пискарева М.П., Рянская А.Д., Гуляева Т.Я.) в рамках темы № АААА-А18-118053090045-8 государственного задания ИГГ УрО РАН.*

## Литература

*Дубовцева Е.Н., Киселева Д.В., Пантелеева С.Е.* Технологическое исследование керамики синташтинского типа из поселения Каменный Амбар // Уральский исторический вестник, 2016. № 4 (53). С. 99–110.

*Киселева Д.В., Рянская А.Д., Гуляева Т.Я., Карпова С.В., Пантелеева С.Е.* Рентгенофазовый анализ керамики из поселения бронзового века Каменный Амбар // Уральская минералогическая школа, 2018. № 24. С. 80–84.

*Корякова Л.Н., Краузе Р., Епимахов А.В., Шаранова С.В., Пантелеева С.Е., Берсенева Н.А., Форнасье Й., Кайзер Е., Молчанов И.В., Чечушков И.В.* Археологическое исследование укрепленного поселения Каменный Амбар (Ольгино) // Археология, этнография и антропология Евразии, 2011. № 4 (48). С. 61–74.

МИ №88-16360-119-01.00076-2011. Горные породы и минералы. Идентификация фазового состава с использованием дифрактометра XRD-7000 фирмы «Shimadzu». Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. 9 с.

*Рянская А.Д., Щапова Ю.В., Гуляева Т.Я., Галахова О.Л., Петрищева В.Г., Горбунова Н.П., Татаринова Л.А.* Полнопрофильный рентгенодифракционный анализ фазово-минерального состава пород-коллекторов нефти и газа с использованием программы SiroQuant (на примере искусственных смесей) // Ежегодник-2014. Тр. ИГГ УрО РАН, 2015. № 162. С. 267–275.

*Bish D.L., Plotze M.* X-ray powder diffraction with emphasis on qualitative and quantitative analysis in industrial mineralogy // EMU notes in mineralogy. Vol. 9. Advances in the characterization of industrial minerals. Ed. by G. E. Christidis. L.: EMU and MSGB, 2011. P. 35–76.

*Cultrone G., Rodríguez-Navarro C., Sebastián E., Cazalla O., de la Torre M.J.* Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing // Eur. J. Mineral, 2001. № 13. P. 621–634.

*Rietveld H.M.* Line profiles of neutron powder-diffraction peaks for structure refinement // Acta Cryst., 1967. Vol. 22. P. 151–152.

*Taylor J.C.* Rietveld made easy: a practical guide to the understanding of the method and successful phase quantifications. Canberra: Sietronics Pty Limited, 2004.

### ЧАСТЬ 3. ПАЛЕОМЕТАЛЛУРГИЯ И СОСТАВ ДРЕВНИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*О.Н. Корочкова*

*Уральский федеральный университет, olga.korochkova@urfu.ru*

#### **Металлургия бронзового века Среднего Урала: к постановке проблемы**

Урал является одной из горно-металлургических областей в Евразии, где сосредоточено большое количество месторождений меди. Уже в IV–III тыс. до н.э. древним металлургам стали известны медистые песчаники на Южном Урале, о чем сообщают археологические материалы ямной, срубной, андроновской, синташтинской, петровской культур [Черных, 2018]. Заметно позже бронзовый век начинается на Среднем Урале, где в начале II тыс. до н.э. складывается коптяковско-сейминский центр металлообработки, для которого характерно сочетание сейминско-турбинских, самусько-кижировских и евразийских традиций [Корочкова и др., 2019; Савинов, 2013]. Особую значимость приобретает то обстоятельство, что речь идет о сложении производящего центра в среде населения преимущественно присваивающего образа жизни. Развитие «высоких технологий», как показывает археология Евразии, присуще культурам, перешедшим к производству пищи и разделению труда. По отношению к основным циклам металлопроизводства, опирающимся на горное дело, металлургию, литейные и кузнечные операции, подобная коллаборация имела особое значение, т.к. каждая их перечисленных отраслей требовала специальных навыков и компетенций.

Но на этом парадоксы коптяковско-сейминского центра не исчерпываются. До сих пор неизвестны специальные производственные площадки или места плавки металла на коптяковских поселениях, поэтому реконструировать модели производства сложно. При этом очевидно, что подобные операции производились, т.к. в слоях святилища Шайтанское Озеро II обнаружено много отходов литейного цикла (шишки, капли, корки) [Сериков и др., 2009], а на поселении Палатки I–II – обломки литейных форм [Викторова, 1999]. Известные формы сделаны из талькосодержащих пород, что заметно отличает уральский корпус находок от сибирского, представленного преимущественно глиняными матрицами.

Почему неизвестны остатки металлопроизводства? Варианты могут быть самые разные. Не исключено, что подобные операции производились в специально обустроенных местах, которые археологи пока не нашли. Однако примеры иткульской культуры раннего железного века [Бельтикова, 2005] и мастерской абашевской культуры Серный Ключ эпохи бронзы [Борзунов, Бельтикова, 1999] показывают, что плавка металла, в том числе из местных руд, производилась и на поселениях. Быть может причина кроется в некоторых особенностях собственно медеплавильных операций? Отсутствие шлаков может указывать на то, что плавилась самородная медь. Это предположение заслуживает специальной проверки. Дело в том, что коптяковско-сейминский центр просуществовал недолго, а его изделия, которые имели хождение преимущественно в таежной среде, были не столь многочисленными, как изделия степных производящих центров. Не исключено, что одним из сдерживающих факторов был сырьевой. Выходы самородной меди были ограничены, а плавка металла из руды требова-

ла больших трудозатрат, но самое главное – это иной уровень информационной поддержки. Мастера должны были владеть технологиями поиска залежей медной руды, ее обогащения, обустройства горнов, температурного режима плавки, специальной рецептуры сплавов. Подобный уровень знаний в дописьменное время характерен для сложных обществ с высокой плотностью населения и сложившимся разделением труда. Коптяковская культура свидетельствует об обратном – она демонстрирует несвойственные для культур бронзового века низкие демографические показатели и отсутствие продуктивного скотоводства [Жорочкова, 2018], обеспечивавшего производство пищи.

Эти особенности археологической ситуации ставят вопросы, в том числе геологического характера. В частности, необходимо оценить специфику и ресурсы местных месторождений и выявить те геологические индикаторы, которые можно рассматривать как свидетельства использования местных минералов древними рудознатцами. К сожалению, в нашем распоряжении нет прямых данных об археологическом фоне уральских месторождений, т.к. они подверглись колоссальному антропогенному воздействию. Учитывая локализацию памятников коптяковской культуры, можно обозначить потенциальные горно-металлургические узлы: Турьинский, Тагильский, Калатинский, Гумёшевский (Полевской). При этом Турьинский узел включен в этот список с высокой долей условности, т.к. археологические памятники здесь неизвестны. Однако территориальная близость коптяковскому ареалу и богатство залежей самородной меди, вполне допускают версию о ранней истории освоения местных месторождений.

Какие геологические особенности могут указывать на уральскую принадлежность? Для Среднего Урала характерно повышенное содержание цинка, но несвойственно повышенное содержание свинца. Свинец в местных уральских месторождениях присутствует, но не столь весомо, тогда как в алтайских полиметаллических рудах он составляет заметные концентрации. И еще один важный аспект. Рецептура большинства известных изделий основана на легировании сплавов оловом [Кузьминых и др., 2015]. Основным полезным минералом оловянных руд является касситерит. При этом находки касситерита на Урале либо крайне редки, либо образуют незначительные вкрапленности, поэтому рассматривать их в качестве возможного источника сырья для лигатур не стоит. Скорее всего, олово поступало из Центрального или Восточного Казахстана. Этот вывод поддержан археологическими свидетельствами [Жорочкова, Спиридонов, 2016]. Один из возможных способов поступления олова – лом металлических изделий из производящих центров петровской, алакульской культур.

Для проверки гипотезы о становлении и специфике металлургии бронзового века на Среднем Урале необходимы раскопки новых памятников коптяковской культуры, а также широкие работы по поиску возможных свидетельств использования местных месторождений в древности.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-09-40011.*

## Литература

Бельтикова Г.В. Среда формирования и памятники зауральского (иткульского) очага металлургии // Археология Урала и Западной Сибири (к 80-летию со дня рождения В.Ф. Генинга): Сб. науч. тр. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2005. С. 162–186.

Борзунов В.А., Бельтикова Г.В. Стоянка абашевских металлургов в горно-лесном Зауралье // 120 лет археологии Урала // Первые чтения памяти В.Ф. Генинга: Мат. научн. конф. Ч. 2: Новейшие открытия уральских археологов. Екатеринбург: УрГУ 1999. С. 43–52.

Викторова В.Д. Коптяковская культура в горно-лесном Зауралье // Третьи Берсовские чтения: К 95-летию А.А. Берса и 90-летию Е.М. Берс: Мат-лы науч.-практ. конф. Екатеринбург: СОКМ, 1999. С. 49–54.

Корочкова О.Н. Средний Урал в начале бронзового века: коптяковская культура // РА. 2018. № 4. С. 17–35.

Корочкова О.Н., Спиридонов И. А. Степные знаки в металле святилища Шайтанское Озеро II // Уральский исторический вестник. 2016. № 4 (3). С. 68–76.

Корочкова О.Н., Стефанов В.И., Спиридонов И.А. Среднее Зауралье в контексте Западноазиатской металлургической провинции: феномен коптяковской культуры // Stratum plus. 2019. № 2. С. 61–107.

Кузьминых С. В., Луньков В. Ю., Орловская Л. Б. О металле культового памятника эпохи бронзы на Шайтанском озере (Средний Урал) // КСИА. 2015. № 241. С. 89–94.

Савинов Д. Г. О двух путях распространения бронзовых изделий сейминского типа на восток // Теория и практика археологических исследований. Барнаул: АлтГУ 2013. С. 5–16.

Сериков Ю. Б., Корочкова О. Н., Кузьминых С. В., Стефанов В. И. Шайтанское Озеро II: новые сюжеты в изучении бронзового века Урала // Археология, этнография и антропология Евразии. 2009. № 2 (38). С. 67–78.

Черных Е.Н. Каргалы – забытый мир. Оренбург: «Оренбургская книга», 2018. 248 с.

**М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, И.А. Файзуллин<sup>2</sup>, И.А. Блинов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс  
ankushev\_maksim@mail.ru

<sup>2</sup>Оренбургский государственный педагогический университет

## **Металлургические шлаки поселения позднего бронзового века Родниковое**

Поселение бронзового века Родниковое открыто в 1981 г. разведочным отрядом Оренбургского государственного педагогического института (университета). Поселение расположено у с. Чесноковка Переволоцкого района Оренбургской области, на пониженном участке первой надпойменной террасы правого берега р. Урал. Полная публикация материалов поселения была осуществлена в 2012 г. [Купцова, Файзуллин, 2012а], кроме того, в разное время выходили работы, которые либо давали краткую информацию о памятнике [Файзуллин, 2012; 2015], либо анализировали разные аспекты жизнедеятельности населения рассматриваемого поселения [Купцова, Файзуллин, 2012б; Файзуллин, Усачук, 2018].

В культурном слое поселения были обнаружены материалы от ранней до финальной бронзы. Наиболее представительно при этом выглядят материалы позднего бронзового века, которые проявлялись на всех стратиграфических и планиграфических уровнях. Керамическая коллекция позднего бронзового века представлена, в основном, сосудами срубной и срубно-алакульской групп. При этом на поселении также найдены в небольших количествах сосуды абашевской, черкаскульской культур и керамика финала бронзового века. Металлические изделия на поселении представлены достаточно широко: двулезвийные и однолезвийные ножи, шилья, стержни и скобы [Купцова, Файзуллин, 2012б].

Помимо металлических изделий на поселении в большом количестве найдены металлургические шлаки. Фрагменты шлаков имеют комковатую форму и размер от 2–3 см до 10–15 см. Цвет черный, темно-бурый, темно-серый, поверхность матовая стекловидная, пористость средняя, пустоты составляют 15–20 % образца. Среди шлаков поселения Родниковое выделены два основных минералогических типа: стекловатые сульфидсодержащие и пироксеновые. Сульфидсодержащие шлаки изучались оптическим методом на микроскопе Olympus BX 51, пироксеновые – оптическим методом и на электронном микроскопе Tescan VEGA 3 sbu.



Стекловатые сульфидсодержащие шлаки весьма широко распространены в культурном слое срубных поселений, расположенных на территории Приуральского горно-металлургического центра, таких как Ивановское, Ордынский овраг и др. [Ankushev et al., 2019], в Зауральском ГМЦ шлаки такого состава известны по алакульскому поселению Кацбах 6 [Анкушев и др., 2016] и древнему руднику Воровская яма, относящемуся к алакульской культуре [Анкушев и др., 2018].

Стекловатые шлаки поселения Родниковое схожи с аналогами с других поселений срубной культуры. Структура шлаков порфиристая, текстура пятнистая. Основным компонентом шлаков является стекло, содержание которого достигает 80 %. В стекле находится большое количество зерен кварца (до 20–40 %) размером до 0.2 мм, часто трещиноватых. По трещинам в них развиты вторичные медные минералы, например, хризоколла. Расплавные включения в шлаках этого типа представлены каплями металлической меди и сульфидов величиной до 0.1 мм. Иногда встречаются также сульфидные обломки. Медь образует внутреннюю часть корольков, окруженную сульфидной оболочкой. Сульфиды представлены халькозином и ковеллином, которые образуют микрозернистые сростания между собой (рис. 1 А, Б). Иногда в шлаках встречаются реликты окремненной древесины, сохранившие специфичные органические текстуры (рис. 1В, Г).

Шлаки пироксенового типа обнаружены в Приуральском ГМЦ на срубном поселении Горный 1 [Кузьминых, 2004], в Зауралье на алакульском поселении Кацбах 1 и руднике Воровская яма. Основную массу шлаков этого типа составляют пироксены: волластонит, авгит, пижонит, образующие кристаллы во вмещающей матрице стекла. Также в шлаках присутствует небольшое количество магнетита и расплавные включения меди и сульфидов.

Основным минералом металлургических шлаков поселения Родниковое является авгит, количество которого в образце может достигать 70 %. Авгит образует перистые и цепочечные кристаллы размером до 0.2 мм (рис. 2А). Состав минерала, приведенный в таблице 1, характеризуется общей формулой  $(\text{Fe}_{1.03-1.17}\text{Ca}_{0.73-0.81}\text{Mg}_{0.15-0.17}\text{Na}_{0-0.03}\text{Ba}_{0-0.02}\text{Ti}_{0-0.01}\text{V}_{0-0.01})_{2.01-2.04}(\text{Si}_{1.9}\text{Al}_{0.1-0.12})_{2.01-2.02}\text{O}_6$ . Матрицей является ультраосновное железистое стекло, которое содержит в себе высокие концентрации  $\text{BaO}$  (8–16 мас. %), а также примеси Sr и Cl (табл. 2). В стекле раскристаллизованы ламели новообразованного магнетита (см. рис. 2А). Расплавные включения в шлаках поселения Родниковое представлены мелкими (5–10 мкм) каплями меди с примесью Fe и Pb (табл. 3), а также крупными, частично окисленными многофазными корольками сульфидов (рис. 2Б). Их величина достигает 0.25 мм, центральная часть и периферия представлена сульфидами с примесью Ag. В центральной окисленной части корольков фиксируется высокомедистое стекло и брошантит.

Несмотря на значимые отличия в минеральном составе, обусловленные различной технологией металлургического процесса (интенсивность остывания шлака) и, возможно, флюсовыми добавками, рудным сырьем для двух типов шлаков поселения Родниковое являлись богатые сульфидные руды медистых песчаников. Об этом свидетельствует большое количество новообразованных сульфидных (халькозин-ковеллиновых) агрегатов в шлаках, присутствие в стекле шлаков примесей Ba и Sr, а в расплавных включениях меди – Pb. Эти элементы-примеси являются маркирующими для руд из медистых песчаников. Ярким признаком также является присутствие в пироксеновых шлаках реликтов окремненной органики. Поселение Родниковое является многослойным памятником, однако стекловатые сульфидсодержащие шлаки этого объекта по своему минеральному составу аналогичны шлакам однослойных срубных поселений Приуралья, и, вероятно, относятся к этому же культурно-историческому этапу. Пироксеновые шлаки встречаются реже, они могут относиться к различным культурно-историческим этапам, однако они по своему составу сходны с пироксеновыми шлаками поселения Горный 1 [Кузьминых, 2004].

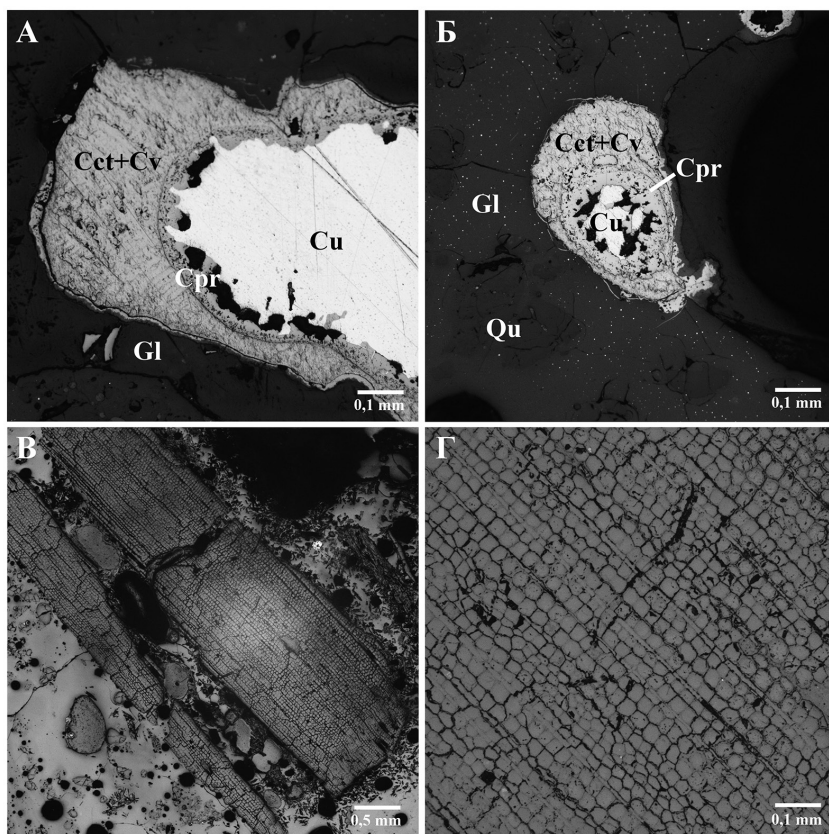


Рис. 1. Включения и реликты в стекловатых сульфидсодержащих шлаках поселения Родниковое. А, Б – частично замещенные купритом (Спр) расплавные включения меди (Cu) в стекле шлака (Gl). По периферии включения развиты новообразованные халькозин-ковеллиновые сростания (Cct + Cv); В – реликты окремненной древесины в шлаке; Г – то же крупнее. Фото в отраженном свете.

Таблица 1

Состав авгита пироксеновых шлаков поселения Родниковое

№ п/п	№ ан.	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	BaO	Сумма
1	19199b	45.68	16.39	2.10	32.29	2.68	–	0.34	–	–	99.49
2	19199g	45.88	17.05	2.48	31.27	2.50	0.21	0.34	–	1.05	100.79
3	19199o	46.02	18.43	2.54	29.79	2.65	–	–	0.27	0.21	99.91
Кристаллохимическая формула											
1	$(\text{Fe}_{1.12}\text{Ca}_{0.73}\text{Mg}_{0.17}\text{Na}_{0.03}\text{V}_{2.05})(\text{Si}_{1.9}\text{Al}_{0.1})_{2.01}\text{O}_6$										
2	$(\text{Fe}_{1.08}\text{Ca}_{0.75}\text{Mg}_{0.15}\text{Na}_{0.03}\text{Ba}_{0.02}\text{V}_{0.01}\text{Ti}_{2.04})(\text{Si}_{1.9}\text{Al}_{0.12})_{2.02}\text{O}_6$										
3	$(\text{Fe}_{1.03}\text{Ca}_{0.81}\text{Mg}_{0.16}\text{Ti}_{0.01})_{2.01}(\text{Si}_{1.9}\text{Al}_{0.12})_{2.02}\text{O}_6$										

Примечание. Анализы выполнены в ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU. Аналитик Блинов И.А. Прочерк – не обнаружено.

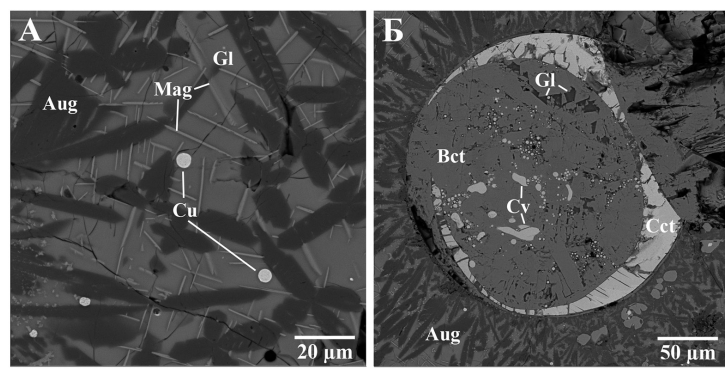


Рис. 2. Минералогия пироксеновых шлаков поселения Родниковое. А – кристаллы авгита (Aug), ламели магнетита (Mag) и включения меди (Cu) в стекле шлака (Gl); Б – многофазное халькозин–ковелиновое включение (Cst, Cv). Внутренняя часть замещена брошантитом (Bct) и содержит медистое стекло (Gl). Фото в отраженных электронах

Таблица 2

**Состав стекла пироксеновых шлаков с поселения Родниковое**

№ п/п	№ обр.	Анализ	SiO <sub>2</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl	BaO	SrO	Сумма
1		19199с	39.46	35.08	3.59	8.63	0.81	1.20	1.83	0.53	–	8.09	–	99.25
2		19199d	39.11	33.99	3.30	6.21	0.69	1.21	2.28	0.38	–	12.46	0.59	100.22
3	П-87-1ш	19199f	40.43	28.47	5.29	2.84	0.21	1.44	3.43	0.68	0.16	15.69	0.77	99.42
4		19199п	39.75	30.96	4.05	4.66	0.25	1.35	2.69	0.54	–	14.36	0.86	99.47
		Среднее	39.69	32.13	4.06	5.59	0.49	1.30	2.56	0.53	0.04	12.65	0.56	99.59

Примечание. Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU. Аналитик Блинов И.А. Прочерк – не обнаружено.

Таблица 3

**Состав расплавных включений в пироксеновых шлаках поселения Родниковое, мас. %**

№ п/п	№ образца	Анализ	Cu	Fe	Pb	Ag	S	Сумма	Характеристика
1	П87-1ш-1	19199а	97.02	3.20	–	–	–	100.22	Включение в стекле шлака
2		19199i	70.27	0.59	–	0.30	28.09	99.24	Сульфидная капля, ядро
3		19199j	78.65	0.48	–	0.60	20.85	100.58	Сульфидная капля, периферия
4		19199m	95.28	2.97	1.80	–	–	100.06	Включение в стекле шлака

Примечание. Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU. Аналитик Блинов И.А. Прочерк – не обнаружено.

Исследование минералогии шлаков проведено в рамках проекта РФФИ № 18-01-00036 (К) (18-00-00030 КОМФИ). Археологические работы поддержаны проектом РФФИ № 18-09-40031.

**Литература**

Анкушев М.Н., Алаева И.П., Медведева П.С., Чечушков И.В., Шарпов Д.В. Минеральные микро-включения в металлургических шлаках поселений бронзового века в долине р. Зингейка (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 116–120.

*Анкушев М.Н., Юминов А.М., Зайков В.В., Носкевич В.В.* Медные рудники бронзового века в Южном Зауралье // Известия Иркутского государственного университета. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология. 2018. Т. 23. С. 87–110.

*Кузьминых С.В.* Металлургия меди: изучение технологии. В книге Каргалы, том III: Селище Горный: Технология горно-металлургического производства: Археобиологические исследования / Сост. и науч. ред. Е.Н. Черных. М. Языки славянской культуры, 2004. 320 с.

*Купцова Л.В., Файзуллин И.А.* Родниковое поселение – поликультурный памятник эпохи бронзы с территории Оренбуржья // Проблемы дослідження пам'яток археології Східної України. Луганськ: Видавнично-поліграфічний центр ТОВ «Елтон-2», 2012а. С. 246–252.

*Купцова Л.В., Файзуллин И.А.* Родниковое поселение позднего бронзового века в Западном Оренбуржье // Археологические памятники Оренбуржья Вып.10. Оренбург: ОГПУ, 2012б. С. 70–100.

*Файзуллин И.А.* Погребения на поселениях эпохи бронзы на территории Западного Оренбуржья // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 14. № 3. Самара, 2012. С. 226–230.

*Файзуллин И.А.* Датирование детского погребения с Родникового поселения по результатам естественнонаучных данных // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Мат. VI Всерос. науч. конф. Челябинск: Челябинский государственный краеведческий музей, 2015. С. 177–180.

*Файзуллин И.А., Усачук А.Н.* Коллекция изделий из кости Родникового поселения позднего бронзового века в степном Оренбуржье // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2018. № 3. С. 172–186.

*Ankushev M., Artemyev D. Blinov I., Bogdanov S.* Bronze Age metallurgical slags from the South Urals: types, mineralogy and copper sources // Journal of Archaeological Science: Reports (в печати).

**С.А. Григорьев**

*Институт истории и археологии УрО РАН, г. Челябинск,  
stgrig@mail.ru*

## **Типы руды и сплавов в Европе и Евразии (сравнительный анализ в социально-экономическом контексте)**

Ранее нами рассмотрена проблема относительно строгого соответствия типов используемой руды типам лигатур в древнем металлургическом производстве (Григорьев, 2017, 2018; подробнее Grigoriev, 2017, 2018). И в основе этого процесса в обоих регионах были социальные изменения, и связанный с этим рост потребления металла. Ограниченные возможности получения больших объемов меди при плавке чистого малахита без формирования шлака стимулировал переход к плавке руды с рудовмещающей породой и отделением шлака от меди, и затем к медно-железным сульфидам. Соответственно, первый переход привел к появлению медных и медно-сурьмяных сплавов, а второй, напротив, лишил возможности получения этих сплавов, так как окислительные и высокотемпературные процессы вели к испарению легирующих компонентов. В результате, произошел переход на оловянные лигатуры, добавлявшиеся непосредственно в металл. И, поскольку олово является относительно редким металлом, для обеспечения функционирования наращивавших мощь металлургических центров появилась необходимость создания широкой сети обмена и торговли. И теперь уже эта сеть начинает оказывать обратное воздействие на социально-экономические процессы.

При общей универсальности вышеназванных принципов, они несколько по-разному проявляются в Европе и в Евразии, так как на реальную ситуацию, помимо этих универсальных закономерностей, обусловленных физико-химическими законами и трендами технологического развития, оказывали влияние также геологические условия и культурные контакты.

Первое, что бросается в глаза при обсуждаемом сопоставлении, это отсутствие в Евразии фазы преимущественного использования блеклых руд, характерной для РБВ Центральной и Северо-западной Европы. Это вызвано чисто геологическими факторами, а именно обилием подобных руд в Центральной Европе. В районах с обилием мышьяковых минералов (например Иберия и Иран) эта фаза тоже не наступает. Более того, внедрение оловянных лигатур в них происходит с запозданием относительно иных регионов. Но есть ситуации, когда этот геологический фактор явно не работает. При одновременном переходе на оловянные лигатуры в Европе и Евразии в первом регионе мы видим столь же массовый переход на плавку медно-железных сульфидов, чего не происходит в Евразии, несмотря на наличие подобных руд. Некоторое количество этой руды использовалось, но основу производства составляли окисленные руды. Вероятно, как в подавляющем большинстве районов с использованием сульфидной руды, ее плавка была вынесена за пределы поселений, и реальная ее доля была выше, чем нам показывают анализы. Но обильное использование окисленных руд документируется шлаковыми материалами отчетливо. И это отсутствовало в Европе в силу меньшей рентабельности их эксплуатации.

Отсутствие масштабной добычи медно-железных сульфидов объясняется тем, что существовала огромная разница между социально-экономическими характеристиками этих регионов. В Европе, начиная с неолита, основой хозяйства было земледелие, а с энеолита – пахотное земледелие. Это обеспечивало огромную демографическую базу и плотность населения, немыслимую для Евразии с ее хозяйством охотников и рыболовов в северных районах и скотоводов – в южных. Но в Европе это давало и более высокую производительность для отдельных хозяйств, позволявшую приобретать большее количество металла, и возникала потребность в большем потреблении этого металла. В результате, объемы потребляемого металла различаются на порядки, и вероятно, весомой объем всего металла синташтинской культуры (которую у нас порой считают металлоносной) вполне сопоставим с весомым объемом одного или трех богатых кладов Центральной Европы. Таким образом, в данном случае именно более низкий уровень социально-экономического развития приводил к этой разнице, а не геологический фактор. Поэтому рассуждения о кланах металлургов здесь не имеют под собой ни фактологических, ни теоретических оснований.

При переходе на оловянные бронзы и более тугоплавкое сырье везде наблюдается рост количества металлических изделий. Эти процессы начали проявляться в Европе в конце РБВ, но особенно контрастно в СБВ, когда Карпатский бассейн становится медиатором микенской торговли с севером, потоки меди идут из Восточного Средиземноморья на запад и из Альпийской зоны в направлении Британии, а навстречу им движутся потоки олова. И это совпадает с бумом металлопотребления почти во всех европейских регионах (рис. 1). Обусловлено это, прежде всего, тем, что экономическое развитие приводило и к новым социальным отношениям, и появились новые стимулы, социальные организаторы и регуляторы потребления металла и торговых отношений.

Тот же социально-экономический фактор оказывает решающее воздействие на характер обмена и торговли сырьем. В Европе резкий скачок в производстве и потреблении металла происходит в младшей фазе РБВ, когда формируется глобальная сеть обмена медью, оловом, бронзой, янтарем и прочими товарами, в которую оказались втянуты не только все европейские регионы, но и Восточное Средиземноморье. Это отчетливо видно при региональном сопоставлении доли оловянных бронз в РБВ и СБВ (табл. 1). В РБВ она выше в тех регионах, где известны источники олова: на Британских островах и в Италии. А в СБВ (за исключением случаев, когда наша база данных ограничена и статистически недостоверна) эта региональная разница исчезает, и во всех районах эта цифра стремится к 100 %. Это означает, что в это время функционирует прекрасно налаженная торговая сеть, охватывавшая всю Европу, и не зависевшая от расстояния, родственных культур или этнической близости.



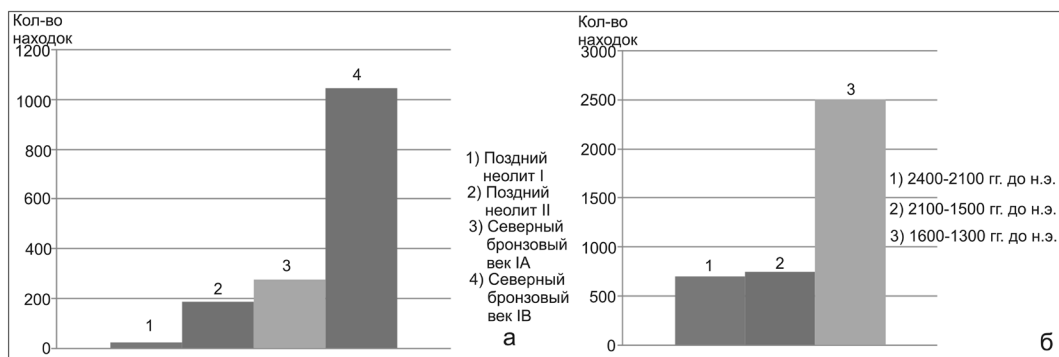


Рис. 1. «Взрыв» металлопотребления около 1600 г. до н.э. в Скандинавии (а) и Ирландии (б) (по [Vandkilde, 2010/11 и O'Brien, 2004]).

Таблица 1

**Доля оловянных бронз в РБВ и СБВ Европы**

	Северные Балканы	Греция	Северная и Восточная Италия	Южная Италия, Сардиния и Сицилия	Иберия	Ирландия	Британия и Шотландия	Карпатский Бассейн	Южная Франция	Франция	Альпы	Южная Германия и Чехия	Центральная и Северная Германия, Польша и Скандинавия
<b>РБВ</b>													
Число анализов	432	155	652	59*	744	1158	312	3732	525	419	2885	4659	4488
Доля оловянных бронз (%)	38.89	38.06	63.5	67.8	31.18	63.13	79.49	54.1	39.05	47.97	37.4	22.39	51.58
<b>СБВ</b>													
Число анализов	68	34*	96	97	74	15*	61*	78	79	488	262	54*	416
Доля оловянных бронз (%)	97.06	17.65	96.87	80.41	100	100	100	93.59	97.47	99.59	96.18	100	94.95

Примечание. \* Статистически недостоверная выборка.

В то же время в Евразии мы наблюдаем совершенно иную картину, характерную скорее для европейского РБВ. При сопоставлении некоторых культур ПБВ (что синхронно СБВ Европы) Зауралья и Восточной Европы мы видим максимальную долю оловянных бронз в федоровской культуре Зауралья. В алакульской культуре того же региона она заметно снижается, а в срубной культуре Приуралья становится лишь немного ниже, чем в алакуле Зауралья, но резко падает на Дону (рис. 2а). Какие выводы из этого можно сделать? Во-первых, наблюдается снижение этих цифр с востока на запад по мере удаления от оловянных источников Восточного Казахстана. Во-вторых, в одном и том же регионе Зауралья наблюдается резкая разница в доле оловянных бронз между алакульской и федоровской культурами. Высокая доля этих сплавов в федоровской культуре объясняется ее восточными корнями, и, следовательно, сохранением связей с родственными племенами в районах добычи сырья. И в этом плане показательно сравнительно небольшое снижение в срубной культуре Приуралья относительно зауральского алакуля. Поскольку генетически эти культуры родственны, это снижение объяс-



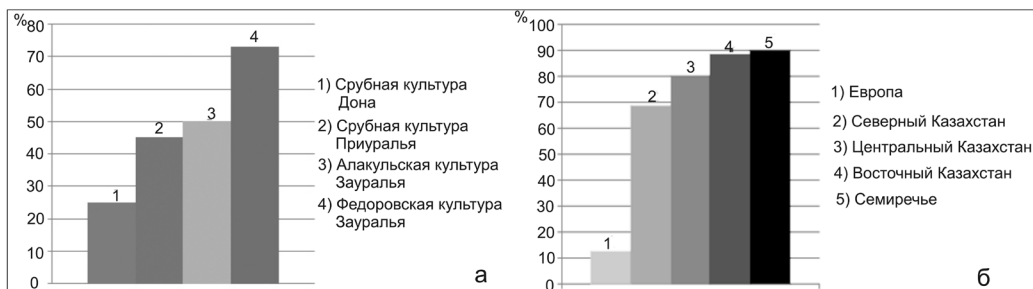


Рис. 2. Доля оловянных бронз в культурах ПБВ (а) и финального бронзового века (б) степной Евразии.

няется исключительно географическим фактором, как и относительно резкое падение доли оловянных бронз на Дону. Из этого мы можем сделать важный вывод. В ПБВ Северной Евразии, в отличие от одновременной ситуации в Европе, рынок обмена и торговли металлом не был сформирован в полной мере, и функционировал в форме межплеменного обмена, результативность которого зависела от расстояния и от родственности культур.

Ситуация мало изменилась и в последующую эпоху финальной бронзы (рис. 2б). В азиатской зоне Евразийской металлургической провинции наблюдается плавное снижение доли оловянных бронз по мере удаления от источников сырья, и резкое ее падение в европейской зоне. Этот тренд зависит от расстояния, но он явно непропорционален расстоянию. То есть, на фактор расстояния накладывается и фактор культурной близости. Соответственно, в этот период в Евразии тоже не происходит кардинальных изменений в характере производства и обмена его результатами.

Причина обсуждаемых резких отличий евразийской ситуации от европейской кроется именно в различиях социально-экономической ситуации: земледельческая экономика с большой плотностью населения в Европе и скотоводческая экономика с низкой плотностью населения в Евразии. В результате, в Евразии не получает бурного развития производство меди, основанное на больших объемах плавки медно-железных сульфидов, и налаженная сеть торговли и обмена металлами не формируется. Таким образом, помимо безусловно важных для истории металлургического производства вопросов рудной базы и адекватной технологии, решающим фактором был социально-экономический, который стимулировал развитие технологий и выбор месторождений того или иного типа.

## Литература

Григорьев С.А. Технологии плавки руды и причины смены типов легирования в древней металлургии Евразии // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН. 2017. С. 150–154.

Григорьев С.А. Динамика изменения типов используемой руды и лигатур в металлургии эпохи бронзы Европы // Геоархеология и археологическая минералогия–2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 95–103.

Grigoriev S. Social processes in Ancient Eurasia and development of types of alloys in metallurgical production // Archaeoastronomy and Ancient Technologies. 2017. 5(2). P. 17–44.

Grigoriev S.A. Social processes in ancient Europe and changes in the use of ore and alloys in metallurgical production // Archaeoastronomy and Ancient Technologies. 2018, 6(2). P. 1–30.

O'Brien W. Ross Island. Mining, Metal and Society in Early Ireland. Galway: National University of Ireland, 2004.

Vandkilde H. Cultural Perspectives on the Beginnings of the Nordic Bronze Age // Offa. Berichte und Mitteilungen zur Urgeschichte, Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie. Band 67/68, 2010/11. P. 51–78.

## **К вопросу об использовании блеклых руд для выплавки металла в эпоху бронзы**

Нынешний этап геоархеологических исследований объектов горно-металлургического производства эпохи бронзы на территории СНГ характеризуется выполнением широкого комплекса исследований, начиная от установления источника минерального сырья, реконструкции технологических этапов добычи, обогащения, металлургического передела и металлообработки. Последнее позволяет воссоздать целостную картину древнего горно-металлургического производства в пределах изучаемых объектов и смежных территорий. Наряду с этим в Западной Европе в результате более длительных, систематических и глубоких исследований местных объектов древнего горно-металлургического производства эпохи бронзы накоплен мощный пласт исходных геоархеологических данных и результатов исследований, требующих обобщения и сравнительного анализа с аналогичными объектами СНГ с последующим установлением особенностей и закономерностей такового на Евразийских пространствах [Григорьев, 2018]. При этом обмен опытом применения методов геоархеологических исследований на конкретных объектах этих пространств позволит оценить эффективность их применения вообще на объектах подобного рода и откорректировать методики геоархеологических исследований в целом.

Одной из особенностей получения мышьяковисто-сурьмянистой бронзы в Западной Европе является предположение о масштабном использовании блеклых руд для получения бронзы [Григорьев, 2018]. Для обоснования последнего приводятся формально-логические предпосылки, заключающиеся в исходном химическом составе блеклых руд, содержащих, наряду с медью, свинец, мышьяк, сурьму и другие химические элементы. Кроме того, блеклые руды плавятся при сравнительно низких температурах. По устному сообщению, С.А. Григорьева убедительных доказательств по применению блеклых руд древними людьми в Западной Европе в качестве самостоятельного источника сырья для получения мышьяковисто-сурьмянистой бронзы (по меди, мышьяку и сурьме) не существует. Прежде всего не обнаружены фрагменты древних меднорудных концентратов, содержащих блекловорудную минерализацию, а также не установлены реликтовые включения минералов блеклых руд в продуктах древнего металлургического передела.

На территории Европы блеклые руды встречаются в Германии [Юбельт, 1978] на свинцово-цинково-серебряных месторождениях: Фрейберг, Мариенберг, Аннаберг, Садисдорф, Нидерпёпель, Шарфеибург (Рудные горы), возле Хоэнштейн-Эрнсталь (саксонские Гранулитовые горы), в рудных жилах Среднего Гарца в Нейдорфе (возле Харцгероде), между Швандой и Вольфсдергом, в Камсдорфе (Тюрингия), в Санкт-Андреасберге, Роммельсберге, Клаустале (Гарц), Шватц (Тироль), в Чехии, Швейцарии, Австрии, Румынии (Капник), Швеции (Фалун), Испании (Рио-Тинто), Франции, Венгрии, северной части Греции, Болгарии, в юго-западной части Ирландии и Великобритании.

Тетраэдрит значительно более распространён, чем теннантит, но чаще встречаются смешанные мышьяково-сурьмянистые блеклые руды – промежуточные члены изоморфного ряда теннантит-тетраэдрит. Химический состав минерала отражает геохимический тип месторождения. Так, в России тетраэдрит встречается на месторождениях вольфрама, золота, сурьмы и ртути, теннантит – на колчеданных месторождениях, блеклые руды с серебром развиты в свинцово-цинковых месторождениях, с цинком – на медно-цинковых месторож-

дениях. Чаще всего блеклые руды встречаются в среднетемпературных медных и свинцово-цинковых месторождениях в парагенезисе с халькопиритом, галенитом и сфалеритом. На золоторудных месторождениях блеклые руды находятся в ассоциации с халькопиритом и пиритом, на Урале (Берёзовское) – с айкинитом и бурнонитом. Реже блеклые руды встречаются на месторождениях олова и вольфрама в парагенезисе с арсенопиритом, вольфрамитом, касситеритом, станнином, пиррогином и сфалеритом. На сурьмяно-ртутных месторождениях они ассоциируют с киноварью, антимонитом, реальгаром и буланжеритом. На колчеданных месторождениях блеклые руды – второстепенный минерал, ассоциируют с халькопиритом. Обычно блеклые руды встречаются в виде плотных мелкозернистых агрегатов либо вкрапленных зёрен [Горная энциклопедия, 1991]. В целом, минералами-спутниками блеклых руд являются халькопирит, касситерит, станнин, аурипигмент и реальгар. Блеклые руды встречены также на Кавказе, Алтае (Зыряновское) и Казахстане. На территории Великобритании блеклые руды отмечены на месторождениях олова – Саут-Крофт, Маунт-Уэллингтон, Дживор, меди – Корнуолл (с оловом) [Зайков, 2017], Девон, полиметаллических гидротермальных месторождениях – Камберленд, Дербишир, Корнуолл. В Нагольном кряже Донбасса тетраэдрит встречен в Есауловском полиметаллическом месторождении, а теннантит – в Нагольно-Тарасовском серебряно-полиметаллическом месторождении.

При выветривании блеклых руд образуются куприт, малахит, азурит и лимонит. Благодаря этому в зоне окисления сульфидных руд минералы меди хорошо визуализируются по характерной цветовой гамме минералов меди зоны гипергенеза.

В целом, блеклые руды при широкой географии распространения не образуют массовых скоплений, на сульфидных месторождениях встречаются в небольших количествах. Как самостоятельный источник медных руд не разрабатывается, образует медные руды при совместном нахождении с другими минералами меди. Основное значение блеклых руд заключается в том, что они содержат значительные количества серебра и золота. Содержание меди в блеклых рудах составляет 30–53 % (в теннантите – до 48 %), мышьяка и сурьмы – до 20 и 29 %, соответственно [Справочник, 1960; Годовиков 1983].

Преобладание тетраэдрита среди блеклых руд статистически предполагает получение сурьмянистой бронзы, что анализами состава древнего металла не подтверждается. Если предположить использование медноколчеданных руд, содержащих преимущественно теннантит в виде тонкорассеянной вкрапленности, то в этом случае не представляется вероятным получение в древности селективного меднорудного концентрата, состоящего из легкоплавких блеклых руд. В таком случае необходимая плавка смешанных руд, содержащих прежде всего тугоплавкий высокотемпературный халькопирит, исключающий возможность концентрации мышьяка и сурьмы в конечной бронзе, видится нереальной в силу увеличения необходимой температуры плавки такой руды выше 1300 °С – верхнего предела мышьякового легирования [Григорьев, 2017].

Как известно, вблизи Нагольно-Тарасовского серебряно-полиметаллического месторождения в курганных комплексах катакомбной культурно-исторической общности были обнаружены бусы, изготовленные по древней технологии «серебрения» [Григорьев, 2017] из высокомышьяковистой бронзы (по сообщению Е.И. Гака, до 16 % As). Прямая плавка бронзы из легкоплавкого теннантитового меднорудного концентрата могла обеспечить получение высокомышьяковистой схожей с серебром бронзы. Кроме того, повышенная номенклатура и металлоёмкость серебряных изделий при одновременно повышенном содержании серебра в рудах (до 7 кг/т) обеспечивали также получение серебряного слитка [Шубин, Бровендер, 2014]. Таким образом, такой рудный концентрат позволял получать одновременно два стратифицированных в плавильной чаше продукта: первый – медный с мышьяком, второй – свинцовый с серебром. Наши экспериментальные плавки медных руд

халькозинового состава с примесью галенита подтвердили чёткую стратификацию меди и свинца в слитке [Бровендер, Шубин, 2014]. Предположение, поясняющее отсутствие шлаков от плавки блеклых руд, заключающееся в необходимости дробления выплавленной массы вследствие плохого отделения металла от шлака в слиток [Григорьев, 2018] вызывает сомнение. Так, к примеру, наши экспериментальные плавки халькозиновых руд не сразу позволили получить хорошо стратифицированный металлургический продукт с чётко оформленным слитком меди, что в данном случае отражает уровень квалификации металлургов-экспериментаторов, а не реальную ситуацию с плавкой руд меди в древности.

Конечно, не исключены и другие варианты получения высокомышьяковистой бронзы для украшений, поскольку известна связь между функциональным назначением изделия и составом бронзы, обеспечивающим необходимое качество металла, то есть сознательным введением необходимого количества мышьяковистых минералов в рудный концентрат.

Безусловно, древние горняки-металлурги знали связь между запахом мышьяковистых газов, выделяющихся из плавящихся минералов и качеством получаемого металла, поэтому мышьяковистые блеклые руды могли использоваться как легирующая добавка при получении бронзы, с чем согласуются наблюдения некоторых исследователей [Зайков, 2017]. К тому же мышьяковистые блеклые руды характерны для определённого генетического типа руд, то есть определённой минеральной ассоциации определённых рудоносных объектов.

Таким образом, блеклые руды в древности – комплексное сырьё, являющееся источником прежде всего меди, мышьяка, сурьмы и серебра. Для прямого массового получения бронзы из блеклых руд в древности не было геологических предпосылок – второстепенное значение блеклорудной минерализации и её рассеянный характер, а также отсутствие в большинстве случаев крупнозернистых и крупнокристаллических выделений. При явно более высокой распространённости сурьмянистой тетраэдритовой разновидности блеклых руд при массовой плавке последних проявилась бы более существенная роль примеси сурьмы в древней бронзе.

Исходя из вышесказанного следует, что самостоятельного значения для массового получения бронзы в древности (по меди) блеклые руды вряд ли могли иметь. Широкая география распространения блеклых руд и тонковкрапленный характер блеклорудной минерализации предопределили особенности химического состава получаемого металла, при этом в большинстве случаев блеклые руды могут рассматриваться как составная медьсодержащая часть исходных медных руд, используемых в древности. Труднополучаемые малообъёмные концентраты блеклых руд могли использоваться для получения неметаллоёмких высокомышьяковистых украшений и как легирующая присадка при изготовлении необходимых сортов бронзы в процессе роста объёмов её производства. При учёте летучести мышьяка и отмеченной ранее неоднородности примесного состава слитка меди черновой плавки, полученного по старым технологиям [Бровендер, Шубин, 2014], это предопределило размытость характера связи химического состава палеометалла и геохимической специализации потенциально используемых в древности меднорудных объектов [Krause, 2003].

## Литература

- Бровендер Ю.М., Шубин Ю.П.* К вопросу об элементах-примесях в древнем металле // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 122–125.
- Годовиков А.А.* Минералогия. М.: Недра, 1983. 647 с.
- Горная энциклопедия / Гл. ред. Е.А. Козловский. Ред. кол.: *М.И. Агошков, Л.К. Антоненко, К.К. Арбиев и др.* М., Сов. энциклопедия. Т. 5. 1991. 541 с.

Григорьев С.А. Динамика изменения используемой руды и лигатур в металлургии эпохи бронзы Европы / С.А. Григорьев // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 93–103.

Григорьев С.А. Технологии плавки руды и причины смены типов легирования в древней металлургии Евразии / С.А. Григорьев // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 150–154.

Зайков В.В. Геоархеология бронзы (обзор) // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 5–16.

Минералы: Справочник / Под. ред. Ф.В. Чухрова. М.: АНССР, 1960. Т. 1. 616 с.

Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М. Некоторые аспекты геоархеологических исследований в Донбассе // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 161–163.

Юбельт Р. Определитель минералов. М.: Мир, 1978. 161 с.

Krause R. Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee. Rahden/Westf.: Marie Leidorf Verlag, 2003. 338 s.

**С.В. Снопков<sup>1,2</sup>, А.В. Харинский<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ГАУ ДО Иркутской области

«Центр развития дополнительного образования детей», г. Иркутск

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск

snopkov\_serg@mail.ru

<sup>3</sup> ФГУ ВО Иркутский национальный

исследовательский технический университет, г. Иркутск

## **Приольхонский горно-металлургический район**

Освоение технологий получения и обработки металлов древним человеком стало важнейшим фактором развития общества. Зарождение местного железнорудного производства и широкого распространения орудий из железа маркирует переход к новому этапу в развитии человечества – железному веку. Безусловно, для распространения черной металлургии на определенной территории требовался ряд благоприятных факторов, таких как наличие растительности для получения древесного угля, доступной железной руды и технологии его переработки. Там, где эти условия выполнялись, возникали локальные горно-металлургические центры, оказывающие большое влияние на хозяйственный уклад племен.

Одним из таких центров является Приольхонье – почти 200-ти километровый участок западного побережья оз. Байкал (включая самый крупный на Байкале остров – Ольхон). В географическом отношении, это узкая полоса побережья Байкала, отделенная от Сибирской платформы Приморским хребтом. Приморский хребет (с высотами до 1700 м) препятствует движению влажных воздушных масс в восточном направлении, и поэтому для Приольхонья характерен сухой климат, развитие степных и лесостепных ландшафтов (Тажеранские степи). На острове Ольхон встречаются песчаные участки, близкие к полупустыне [Географическая, 2017].

Следы железнорудного производства в Приольхонье были впервые обнаружены П.П. Хороших в 1921–1923 гг. в районе д. Харанцы (остров Ольхон). [Хороших, 1924] Позднее (50–60-е гг. XX в.) в том же районе были сделаны многочисленные находки шлаков и фрагментов железнорудных печей В.В. Свининым и Н.М. Ревакиным. [Горюнова, 1995] В «Материалах к своду памятников истории и культуры Иркутской области» указано 14 пунктов в различных частях Приольхонья, где были обнаружены металлургиче-

ские шлаки. В 1990-х гг. многочисленные шлаки были обнаружены профессором ИрНИТУ Н.О. Кожевниковым в распадке Барун-Хал вблизи с. Шара-Тагот. [Кожевников и др., 2003]

Целенаправленные комплексные исследования памятников древней черной металлургии под руководством профессора ИрНИТУ А.В. Харинского были начаты в Приольхонье в 1997 г. Участниками данного научного проекта стали студенты ИрНИТУ и ИГУ, школьники образовательных учреждений Иркутской области, специалисты научных учреждений Иркутска и Новосибирска. Исследования включали: поисковые работы, нацеленные на обнаружение следов черной металлургии и проявлений железной руды; геофизические исследования для изучения локализации археологических памятников и рудопроявлений; изучение физических свойств и химического состава шлаков, обмазки горнов и руд; археологические раскопки и др.

К настоящему времени на участке побережья Байкала протяженностью около 100 км обнаружено более 60 мест локального скопления шлаков и обожженной обмазки; на 24 объектах проведены геофизические исследования и на 6 – археологические раскопки. В результате проведенные в течении двух десятилетий исследования позволили получить представления о технологии получения железа, масштабах распространения черной металлургии и проявлениях железных руд в Приольхонье [Харинский и др., 2004; Снопков и др., 2012; Снопков, 2016а, 2016б, 2018].

В ходе исследований было установлено, что древние металлурги Прибайкалья для получения железа в разные периоды использовали различные по конструкции сыродутные горны.

1. Наиболее древними являются ямные горны, возраст которых относится к концу I тыс. до н.э. – началу I тыс. н.э. (Барун-Хал-II, Барун-Хал-III, Курминское озеро-I, Курма-XXVII и др.). К этому периоду относятся два типа горнов: воронкообразные и двухямные. Горны первого типа глубиной до 1.5 м. сооружались в грунте на краю искусственной пригорновой ямы (или канавы). Рабочие камеры этих горнов имеют воронкообразную форму, напоминающую перевернутую наклонную треугольную пирамиду с закругленными ребрами. Объем рабочих камер горна варьирует в большом диапазоне от 0.05 до 0.35 м<sup>3</sup>. Второй тип горнов представляет собой две овальные (в плане) ямы, соединенные подземным каналом на уровне дна ям (подобно сегменту «бублика», тора). Оба типа горна встречаются совместно. Возможно, первый тип горнов использовался для получения крицы, второй – для её проковки (кузнечный горн). Как правило, вокруг одной пригорновой ямы (или нескольких соединенных) располагается несколько горнов (от 3 до 9) (рис. 1) [Снопков и др., 2012].

По хронологическим рамкам описанные центры черной металлургии соответствуют времени «елгинской» культуры (III в. до н.э.–V в.н.э.). Елгинская культура оформилась в V–IV вв. до н.э. в Забайкалье, откуда в III в. до н.э. проникла на западный берег Байкала. Широкое распространение предметов «хуннского» облика (сероглиняные гладкостенные сосуды, поясные ажурные пластины, ложечковидные подвески, поясные пряжки и др.) свидетельствует о сильном культурном и, возможно, политическом влиянии державы хунну на жителей байкальского побережья [Харинский, 2001].

Вопрос о путях распространения железоделательной технологии в раннем железном веке в Северной Азии остается открытым. Традиционно центром, откуда шло распространение хозяйственных технологий, считается держава Хунну. Однако территорией с наиболее высокой концентрацией памятников черной металлургии и ближе всего расположенной к Байкалу, является Минусинская котловина (Хакасия). Здесь известны многочисленные железоделательные центры, относящиеся к Таштыкской эпохе (I в. до н.э.–V в. н.э.). [Сунчугашев, 1979] Конструкции железоделательных центров Хакасии по ряду элементов схожи с приольхонскими. В первую очередь, это расположение нескольких ямных горнов вокруг одной пригорновой ямы. Но существуют и принципиальные отличия. Во-первых, это фор-





Рис. 1. Metallургический центр «Курминское озеро-1» (Ранний Железный век).

ма рабочей камеры: в Приольхонье – воронкообразная, в Минусинской котловине овально-цилиндрическая. Во-вторых, в Приольхонье шлаки выпускались из горна в процессе его работы, а в Хакасии – застывали на дне горна. По мнению специалистов, технология получения железа древними жителями Минусинской долины была перенята от сакских племен, которые во второй половине II тыс. до н.э. переселились в Минусинскую котловину с Ближнего Востока [Завьялов и др., 2015]. В Монголии обнаружены немногочисленные ямные горны хуннского времени, по конструкции похожие на минусинские [Ишцэрэн, 2015].

2. Следующий этап в развитии черной металлургии относится к средневековой (Онтхэ-II, Черноруд-II). Для этого периода характерны ямные железовосстановительные горны, имеющие форму прямоугольной «коробки». Боковые стенки горна изготавливались из плит гнейса, которые на  $\frac{1}{3}$  –  $\frac{1}{4}$  своей высоты выступали над уровнем земли (рис. 2). Горн имел внешнюю и внутреннюю глиняную обмазку. Сверху большая часть рабочей камеры горна также перекрывалась каменной плитой. Объем рабочих камер горна составляет 0.03–0.05 м<sup>3</sup>. Поддув воздуха производился с торца рабочей камеры. При раскопках памятников Онтхэ-II и Черноруд-II были обнаружены фрагменты глиняных сопел с внутренним диаметром от 2 до 4 см. Шлак частично выпускался из рабочей камеры, и частично застывал в ней. Встречаются крупные куски шлака с отпечатавшимися плоскостями каменных стенок и плоского дна горна. По данным двух анализов углей из горнов радиоизотопным методом, возраст памятников составляет XII–XIV вв. до н.э.

Возраст памятников коррелирует с распространением ангинской культуры на западном побережье Байкала. Ангинская культура связана с монгольскими племенами, которые, начиная с XII в. н.э., проникают в Прибайкалье, а к XIII в.н.э. становятся доминирующим этническим элементом в остепненной части байкальского побережья [Харинский, 2001].

Похожая форма конструкций металлургических горнов встречается в Хакасии (VIII–XII вв. н.э.) и на Алтае (VI–X вв. н.э.) [Сунчугашев, 1979; Зиняков, 1988].

3. В Приольхонье встречаются следы черной металлургии относящиеся, по-видимому, к XVI–XIX вв. н.э., так как они встречаются на территории бывших бурятских улусов. Артефакты железоделательной деятельности представлены донными шлаками, нередко представляющих собой шлаковую «лепешку», застывшую на дне горна (рис. 3). Диаметр таких



Рис. 2. Железодельный горн «Черноруд-2» (Средневековье).

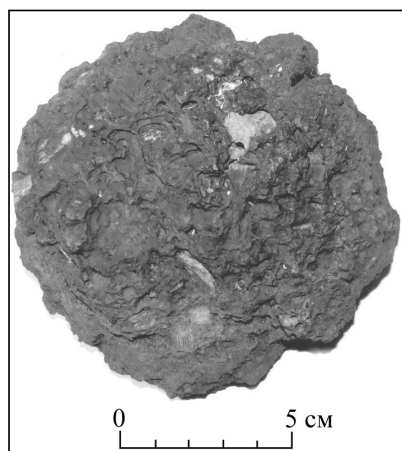


Рис. 3. Шлаковая «лепешка» (период этнографической современности).

«лепешек», как правило, не превышает 10–11 см, а толщина 2–3 см. Остатков горнов этого периода пока не обнаружено. Предположительно, это были наземные квазицилиндрические либо конусообразные сосуды небольшого объема из камней и глины. Подобные горны неоднократно фиксировались на берегах Ангары [Гладилин, 1985].

4. Последним этапом развития черной металлургии в Приольхонье стало создание в середине XVIII в. Ангинского (Ланинского) железодельного завода. Это было первое доменное частное металлургическое предприятие Прибайкалья. Оно возникло благодаря иркутскому посадскому Фёдору Алексеичу Ланину (старшему). Завод обладал, по тем временам, большими мощностями – имел несколько сырдутных горнов, доменную печь (домницу) и выпускал не только железо, но и чугун. Размер домницы в диаметре составлял около 2 м и высотой более 2.5 м. Стены домницы достигали толщины 80–100 см (рис. 4). Помимо доменной печи и нескольких горнов, завод имел плотину, мельницу, кузню и другие подсобные заведения. Завод заработал 10 апреля 1741 г., но по ряду причин уже в 1746 г. прекратил свою работу [Жидиль, 2018].

Еще один период большого интереса к железным рудам Приольхонья относится к концу XIX – началу XX вв. Строительство Транссибирской железнодорожной магистрали вызвало вспышку интереса к поиску и разработке полезных ископаемых на прилегающих территориях, в том числе в Прибайкалье. Одними из таких минеральных ресурсов стали железные руды Приольхонья. По архивным данным бывшего Иркутского горного управления в 1897–1898 гг. было подано более десятка заявок на разработку рудопроявлений железа в Приольхонье, в том числе Обществом Восточно-Сибирских заводов [Кульчицкий, 1953]. Но далее заявочной кампании дело не пошло.

Важным вопросом древней металлургии является источник руды. Приольхонье богато проявлениями железных руд: в настоящее время, известно более 100 рудопроявлений различного ге-

незиса [Снопков, 2016а]. В Ольхонском палеозойском метаморфическом комплексе встречаются магматогенные магнетитовые, кварц-магнетитовые и гидротермально-инфильтрационные гематит-гётитовые руды. В нижнепротерозойских метаморфических породах выступа Сибирского кратона, которые обнажаются на восточном склоне Приморского хребта, встречаются магнетитовые кварциты и гнейсы. В кайнозойских озерных отложениях острова Ольхон встречаются железо-марганцевые руды. Наиболее широко распространенными рудопрооявлениями являются бурые железняки (гематит-гётитовые-мартитовые) поздне-мел-палеогеновой коры выветривания, которые сформировались в областях распространения ожелезненных пород Ольхонского комплекса.

Химический анализ образцов разных типов руд показал, что каждый тип характеризуется своим микроэлементным составом. Так, например, бурые железняки коры выветривания имеют повышенное содержание переходных металлов Cu, Mo, Ni, Zn, а также U, а для магнетитовых гнейсов Приморского хребта характерно повышенное содержание: щелочных (Rb, Cs, K), щелочноземельных (Sr, Ba), легких (Ga, Sn, Pb, Tl), легких редкоземельных (La, Ce, Nd) и переходных (W, Ti, Nb, Ta) металлов, а также Th [Снопков, 2016б].

Сравнение химического состава железосиликатных шлаков с разных археологических памятников также выявило устойчивые микроэлементные различия: шлаки северо-западного побережья пролива Малое море Байкала (местность Курма и др.) оказались по микроэлементному составу подобны ожелезненным гнейсам Приморского хребта; шлаки юго-восточной части Приольхонья близки бурым железнякам коры выветривания; шлаки острова Ольхон имеют повышенное содержание марганца. Это свидетельствует о том, что древние металлурги использовали различные типы руд, присутствующие в данном районе.

Следы горных выработок в виде шурфов и карьеров небольших размеров были обнаружены на 7 рудопрооявлениях (Курминское; Тумыр-Баш (Кучелгинское); Нарын-Елгинское; Борсошное; Тумыр-Баш (Ангинское); Петрово-Поповское и Борсойское (Борсойский Тажеран). Как правило, это слабо выраженные в рельефе понижения, с небольшими «расплывшимися» отвалами. На двух рудопрооявлениях (Петрово-Поповское и Борсойское) в середине XX в. проводились геолого-поисковые работы (на другие полезные ископаемые), следы которых видны в виде канав и цепочки шурфов [Снопков, 2018].

Наиболее масштабные работы по добыче руды (вплоть до первой половины XX в.) проводились на Борсойском рудопрооявлении (рис. 5). Рудопрооявление находится в СЗ части межгорной равнины и фиксируется на поверхности россыпью бурожелезняковой «гальки», имеющей протяженность более 1.5 км и ширину до 300 м. Рудная залежь представлена охристыми суглинками с обильными включениями желваков и гнезд комового лимонита, достигающих в отдельных случаях 25 кг. Запасы Борсойского рудопрооявления разными исследователями оцениваются от 70 до 800 тыс. т руды [Кульчицкий, 1953]. Участок старых горных выработок располагается в центральной части рудопрооявления и имеет площадь 200 × 60 м. На этой площади расположено 17 небольших (от 5 до 20 м в поперечнике) карьеров и более 40 шурфов (размером до 2–3 м). Глубина карьеров достигала 5–6 м. Рядом с карьерами сохранились 4 «кучи», добытой и подготовленной для использования руды, объемом от 20 до 80 м<sup>3</sup>. Вероятно, горные выработки относятся к разным периодам разработки рудопрооявления. Для определения временных рамок этапов разработки карьеров требуются дополнительные исследования.

Таким образом, многолетние исследования проявлений железных руд в Приольхонье позволили выявить, что данная территория обладает большими запасами легкодоступных (разнообразных по составу и генезису) железных руд, что в сочетании с большими залесенными участками (возможность получения древесного угля) представляла благоприятное место для развития сыродутной черной металлургии. В ходе изучения многочисленных ар-





*Рис. 4. Остатки домницы Ланинского железоделательного завода.*



*Рис. 5. Горные выработки Борсойского рудопроявления.*

хеологических памятников выявляются несколько этапов активизации железоделательного производства, каждый из которых характеризуется разными конструктивными особенностями железовосстановительных горнов. Высокая концентрация памятников древней черной металлургии и следов горнодобывающей деятельности на западном берегу центрального Байкала позволяет рассматривать Приольхонье как отдельный горно-металлургический район, который в древности играл важную роль в снабжении племен юга Восточной Сибири (а возможно и большей территории) железом.

### **Литература**

Географическая энциклопедия Иркутской области. Общий очерк / Ред. *Л.М. Корытный*. Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. С. 232–233.

*Гладилин А.В.* Металлургия Среднеангарья // Археологические исследования в районах новостроек Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. С. 132–141.

Горюнова О.И., Свинин В.В. Ольхонский район: Материалы к Своду памятников истории и культуры Иркутской области. Иркутск: Арком, 1995. Ч. 1: Остров Ольхон. С. 102–103.

Жидиль И.В. «Железной заводъ» на реке Анге. // Край родной – Прибайкалье. Материалы научно-просветительских чтений им. Б.И. Дыбовского. Юбилейный сборник. Иркутск: ОАО «Репроцентр А1», 2018. С. 73–85.

Завьялов В.И., Терехова Н.Н. Роль технологических инноваций в становлении железной индустрии на среднем Енисее // Древняя металлургия Саяно-Алтая и Восточной Азии. Сб. статей I Междунар. науч. конф., посвящ. памяти д.и.н., проф. Я.И. Сунчугашева (Абакан, 23–27 сентября 2015 г.) Абакан–Эхим: Издательство Эхимского университета, 2015. С. 86–90.

Зиняков Н.М. История черной металлургии и кузнечного ремесла Древнего Алтая. Томск: Изд-во ТГУ. 1988. 276 с.

Ишцэрэн Лочин Железоплавильни хунну на территории Монголии. // Древняя металлургия Саяно-Алтая и Восточной Азии. // Сб. статей I Междунар. науч. конф., посвящ. памяти д.и.н., проф. Я.И. Сунчугашева (Абакан, 23–27 сентября 2015 г.). Абакан–Эхим: Издательство Эхимского университета, 2015. С. 107–127.

Кожевников Н.О., Кожевников О.К., Харинский А.В. Древние металлургические шлаки из пади Барун-Хал // Россия и АТР, 2003. № 2. С. 84–90.

Кульчицкий А.С. Прибайкальский железорудный район (сводка данных по рудоносности). Рукопись. Иркутск, 1953.

Снопков С.В. Древние горные выработки по добыче железной руды в Приольхонье (Западное Прибайкалье). // Геоархеология и археологическая минералогия–2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 134–138.

Снопков С.В. Железородная база древней металлургии Прибайкалья // Геоархеология и археологическая минералогия–2016. Миасс: ИМин УрО РАН. 2016. С. 99–02.

Снопков С.В. Использование геофизических и геохимических методов при изучении памятников древней металлургии Приольхонья // Вопросы Естествознания. 2016. № 4 (12). С. 99–102.

Снопков С.В. Особенности технологии получения железа в Прибайкалье по результатам исследования древних железосиликатных шлаков // Геоархеология и археологическая минералогия–2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 154–157.

Снопков С.В., Харинский А.В. Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Мат. III Междунар. науч. кон. (Улан-Батор, 5–9 сентября 2012 г.). Улан-Батор: Изд-во Монг. гос.ун-та, 2012. Вып. 3. С. 241–246.

Сунчугашев Я.И. Древняя металлургия Хакасии. Новосибирск: Наука, 1979. 191 с.

Харинский А.В. Предбайкалье в кон. I тыс. до н.э. сер. II тыс. н.э.: генезис культур и их периодизация. Иркутск, 2001. 198 с.

Харинский А.В., Снопков С.В. Производство железа населением Приольхонья в елгинское время. // Известия Лаборатории древних технологий. 2004. Вып. 2. Иркутск. С. 167–187.

Хороших П.П. Исследования каменного и железного века Иркутского края: (о. Ольхон) // Изв. БГНИИ. Т. 1. Вып. 1. 1924. 50 с.

**В.Э. Данилевская<sup>1</sup>, С.В. Снопков<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – Иркутский государственный университет, г. Иркутск  
lerchik-shaolin@mail.ru

<sup>2</sup> – Центр развития дополнительного образования детей, г. Иркутск

## **Новый тип железовосстановительных горнов в Приольхонье (Западное Прибайкалье)**

В течение нескольких лет в Приольхонье (западное побережье пролива Малое Море оз. Байкал) работает летний детский краеведческий палаточный лагерь «Страна Байкалия», организуемый Центром развития дополнительного образования детей (г. Иркутск). Одним

из направлений научных исследований, проводимых в рамках лагеря, является изучение памятников древней металлургии железа. Этот научный проект осуществляется при поддержке Лаборатории археологии, палеоэкологии и систем жизнедеятельности народов Северной Азии Иркутского национального исследовательского технического университета и Иркутского областного отделения Русского географического общества.

Исследовательский проект «Древние металлурги Прибайкалья» нацелен на изучение масштабов и технологий получения и обработки железа древними жителями Прибайкалья. За последние годы в Приольхонье обнаружены многочисленные разновременные памятники черной металлургии [Снопков, Харинский, 2012].

Одним из методов изучения памятников древней черной металлургии является магниторазведка. Предпосылками использования данного геофизического метода при изучении археологических объектов является высокая магнитная восприимчивость продуктов металлургического производства (5–7 мили ед. СИ), по сравнению с горными породами, в которых сооружались сыродутные горны (0.25 мили ед. СИ). Наиболее интенсивные аномалии магнитного поля вызывают обожженные и оплавленные стенки рабочей камеры горна [Снопков, 2017].

Одним из наиболее изученных и известных памятников является древний металлургический центр «Курминское озеро I». Памятник был обнаружен в 1999 г. по фрагментам шлаков и обожженной обмазки на склоне холма. По результатам геофизической съемки на памятнике было заложено 2 раскопа площадью 67 и 12 м<sup>2</sup>. Раскоп 1 вскрыл металлургический центр, состоящий из пригорновой ямы, 5 сыродутных железовосстановительных и 4 кузнечных горнов. Раскоп 2 вскрыл яму для обжига руды, на дне которой находились глыбы магнетитового кварцита [Снопков и др., 2012].

Летом 2017 г. очередная детская краеведческая экспедиция обследовала фланги этого памятника с помощью магниторазведки. Было проведено обследование площади более 1500 м<sup>2</sup> для выявления фрагментов шлаков и обмазки на поверхности почвы и аномалий магнитного поля. По результатам съемки, кроме уже известных аномалий, было выявлено ещё три магнитовозмущающих объекта. Одна из аномалий по размеру, интенсивности и структуре подобна раскопанному металлургическому центру. Еще две локальные контрастные аномалии были обнаружены на склоне холма. При раскопках на одной из аномалий был обнаружен железовосстановительный горн, подобный приольхонским горнам раннего железного века. Особенностью обнаруженного горна является его расположение. На ранее изученных памятниках сыродутные горны располагались по периметру пригорновой ямы, а обнаруженный – отдельно на склоне холма [Данилевская, 2018].

Летом 2018 г. обследование флангов памятника «Курминское озеро I» было продолжено. Магниторазведочные исследования были проведены на двух участках (10 × 8 м), находящихся в 100 м севернее археологического памятника. Участки находятся на краю дороги Курма–Зама. Выбран он был потому, что на дороге были найдены россыпь металлургических шлаков. Съемка выполнялась с помощью геофизического протонного магнитометра ММП-203. Опираясь на опыт предшествующих работ, была использована следующая методика съемки: сеть 0.5 × 0.5 м; высота расположения датчика – 0.5 м.

Результаты исследований на участке 1: в центре участка находится слабовыраженное изометричное углубление диаметром около 4 м; на западном краю ямы выявлены три локальных контрастных магнитных аномалий, характерных для металлургических горнов.

Результаты исследований на участке 2: в центре участка находится слабовыраженное углубление размером 4 × 1.5 м, вытянутое поперек склона; в центре ямы выявлены две локальные контрастные магнитные аномалии, разной интенсивностью и удаленные друг от друга на 2 м. Предположительно, на участке находится отдельно расположенный сыро-



дутный горн (большая аномалия) и скопления шлаков (малая аномалия) ниже по склону. Подобного расположения магнитных аномалий относительно ям и друг друга ранее в Приольхонье не обнаруживалось. Это позволяет предположить, что найдена новая конструкция сырдутных горнов.

Таким образом, исследования 2018 г. позволили обнаружить новые металлургические конструкции вблизи изученного памятника «Курминское озеро I». Окончательно выяснить природу магнитных аномалий безусловно могут только археологические раскопки, но полученные результаты позволяют по-новому оценить площадь расположения технологических площадок металлургического центра и ожидать новых открытий.

## Литература

*Данилевская В.Э.* Обнаружение нового железвосстановительного горна на памятнике «Курминское озеро – I» (Приольхонье, западное Прибайкалье) // Геoархеология и археологическая минералогия–2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 138–140.

*Снопков С.В.* Опыт использования магниторазведки при поиске и изучении памятников древней металлургии железа в Приольхонье (западное побережье Байкала) // Малышевские чтения. Мат. III Всерос. науч. конф. (Старый Оскол, 18–19 мая 2017 г.). Старый Оскол: Из-во РОСА, 2017. С. 46–56.

*Снопков С.В., Харинский А.В.* Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Мат. III Междунар. науч. конф. (Улан-Батор, 5–9 сентября 2012 г.). Улан-Батор: Изд-во Монг. гос.ун-та, 2012. Вып. 3. С. 241–246.

*А.В. Фомичев*

*Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, г. Орск  
homabrut1987@gmail.com*

## Особенности организации металлопроизводства алакульской культуры в Мугоджарах

Металлопроизводство занимало особое место в системе хозяйства алакульской культуры [Черных, 1970; Ткачев, 2011; 2012; Бочкарев, 2013]. Важную роль при этом играло наличие значительного числа месторождений меди, доступных для добычи в древности [Берденов, 2008]. Одним из центров добычи меди являлась территория Мугоджар, где в настоящее время выявлено несколько десятков древних медных рудников [Ткачев, 2011; Зайков, и др., 2013; Юминов, и др., 2013]. В этом обособленном геолого-географическом регионе складывается самостоятельный очаг металлургии, связанный с населением кожумбердынского варианта алакульской культуры [Ткачев, 2012].

Алакульские металлургии обладали обширными знаниями в области металлургии меди и бронзы. Так как металлопроизводственный цикл отличается сложностью и трудоемкостью, это требовало особой организации мест, где осуществлялись основные процессы металлургического передела. Основными признаками таких пространств выступают следы плавки металла, специальные теплотехнические сооружения (печи для выплавки металла), а также найденные в их пределах орудия труда литейного и кузнечного производства.

Для рассматриваемого региона можно выделить два типа подобных специализированных объектов:

- а) производственные площадки;
- б) производственные постройки.

*Производственные площадки* (плавильный двор) обычно размещали на особых, выделенных участках поселения, здесь же сосредотачивались теплотехнические сооружения,

связанные с выплавкой металла из руд, группировались многочисленные следы отходов металлургии. Следы каких-либо перекрытий или построек здесь отсутствуют, однако оснований исключать присутствие их легких вариантов в древности нет оснований. Подобные объекты на поселениях связаны со спецификой процесса восстановления металла из руд. Этот процесс отличается повышенной опасностью в связи с выделением ядовитых газов, особенно при проведении отжига сульфидных руд для удаления серы. Наличие естественной вентиляции снижало концентрацию вредных веществ. Подобные площадки изучены на поселениях Кудук-сай, Ишкиновка, Сарлыбай III [Умрихин, и др. 2009; Фомичев, 2014; Ткачев, 2017].

*Производственные постройки* представляли собой специализированные конструкции на поселениях в виде отдельно стоящих построек. Постройки данного типа на территории Мугоджар исследованы на поселениях Ушкатта I (конструкция № 2), Ушкатта II (пристройка к конструкции № 2), Шандаша I (конструкция № 2). Наиболее полно изучена специализированная постройка № 2 поселения Шандаша I. Здесь была обнаружена группа очагов, из которых наибольший интерес представляли так называемые длинные очаги, расположенные вдоль продольных стен, в заполнении которых встречены фрагменты шлака. В зольнике, примыкавшем к жилищу, был найден фрагмент сопла [Кузьмина, 1959; 1961].

Каждый из вышеприведенных комплексов обладал спецификой и, вероятно, связан с определенными процессами металлургического цикла. На открытых площадках могли осуществляться обогащение и рафинирование медной руды и отжиг сульфидной руды, т. е. наиболее сложный и вредный этап производства. Вероятно, активная эксплуатация площадок происходила в наиболее благоприятное теплое время года. Особенно ярко это демонстрирует ситуация на поселении Сарлыбай III, где был исследован плавильный двор, с наличием пяти очагов различной конструкции и постройка, в пределах которой теплотехнических сооружений не было обнаружено [Ткачев, 2017]. Осуществление работ внутри производственных построек происходило в холодное время года, здесь могли проводиться завершающие этапы изготовления металлических изделий, литье орудий, оружия, украшений и их дальнейшая кузнечная доработка. Шлаки, найденные в заполнении построек, могли попадать сюда в ходе очистки медных слитков, полученных при восстановлении металла из рудного сырья. В условиях примитивной плавки в шлак уходила часть металла в виде королек меди, которые можно было использовать вторично.

Алакульскими металлургами применялись различные по устройству и назначению металлургические очаги и печи, так как они работали и с окисленными, и сульфидными рудами. Определение производственного назначения теплотехнических сооружений, предназначавшихся для выплавки металла, относится к числу дискуссионных. Источниковая база этой категории сооружений крайне ограничена. На каждом поселении позднего бронзового века встречаются очаги разнообразных конструкций. Увязывать их назначение напрямую с металлургией достаточно сложно. Косвенным доказательством могут выступать места расположения очагов и наличие в материале их заполнения и поблизости шлаков, фрагментов породы и орудий труда металлургов и кузнецов. Можно выделить по крайней мере четыре группы очажных конструкций, связанных с металлургией [Фомичев, 2015a].

*Первую группу* конструкций, относимых к категории металлургических, составляют очаги, пристроенные к колодцам. Подобная конструкция вероятно примыкала к колодцу на поселении Кудук-сай, на момент изучения от нее был зафиксирован след прокала и сохранившаяся часть дымохода.

*Второй группой* печей выступали траншееобразные конструкции, часто обложенные камнем. Это «длинные очаги» поселений Шандаша I [Кузьмина, 1965].

*Третью группу* теплотехнических сооружений, связанных с металлургией, составляют очаги округлой формы диаметром до 0.5 м. Таким является очаг № 1 на поселении Кудук-

сай. В его заполнении очага найдены фрагменты шлака и развалы нескольких сосудов, один из которых имел ошлакованные стенки. На стенках очага обнаружены потеки, фрагменты шлака и капли меди.

К четвертой группе относятся двухкамерные очаги, исследованные на поселениях Ушкатта I и Верхний Киимбай. В первом случае очаг размещался в специализированной постройке и состоял из двух камер полукруглой формы, разделенных земляной пере-мычкой, на которую были уложены мелкие колотые камни. Вокруг очага группировались многочисленные фрагменты металлургического шлака [Кузьмина, 1965]. На поселении Верхний Киимбай очаг вероятно находился на открытой площадке, так как обнаружен на незначительной глубине, в заполнении первой камеры встречен уголь и расчищен развал толстостенного баночного сосуда со следами неоднократного обжига. Вторая камера при-мыкала к углублению с севера. Вокруг очага группировались фрагменты шлака и куски руды [Формозов, 1949].

Разнообразным по своему функциональному назначению выступал и инвентарь алакульских металлургов. Это орудия литейного и кузнечного дела: сопла, тигли, льячки, литейные формы, молотки, наковальни, аббразивы [Фомичев, 20156].

Говоря об организации металлургии населения алакульской культуры, можно выделить вопрос об организации труда металлургов и кузнецов. Специализированные участки, связанные с металлопроизводством, на поселениях позднего бронзового века Мугоджар, разнообразие металлургического и кузнечного инвентаря позволяют говорить о выделении особой группы людей, связанных исключительно с этой сферой. Поселки позднего бронзового не отличались крупными размерами, больше подходя под определения хуторов, состоявших из нескольких жилищ. На многих поселениях встречаются следы плавки металла и изготовления металлических орудий, однако их объемы не велики. Наличие особых построек и производственных площадок, связанных с металлургией, позволяет предполагать существование в социальной структуре производственных групп, осуществлявших добычу медной руды, восстановление из нее металла и изготовление изделий.

С точки зрения Е.Н. Черных, такими специализированными группами могли выступать горняки-металлурги и кузнецы-литейщики, что соответствует второму рангу уровня разделения труда. Им реконструируется индивидуально-семейная форма организации горняков, кузнецов и металлургов, проживающих в родовом поселке, обслуживавших потребности его жителей и близлежащей округи [Черных, 1978].

Занятие металлургией, несомненно являлось сложным, в первую очередь, с точки зрения процесса восстановления металла из руд. В традиционных обществах часто в этой области большое значение играло сакральное знание [Каргалы, 2007]. Таинство получения металла и изготовления из него изделий позволяет предположить выделение особых групп людей, обладающих таким знанием. Возможно, этим промыслом занимался определенный человек, обслуживающий потребности хозяйственной округи.

Подводя итоги можно отметить, что металлургия в среде алакульского населения выделилась в отдельный сегмент хозяйственной структуры. Об этом свидетельствует присутствие производственных построек и площадок в пределах поселений, где осуществлялась металлопроизводственная деятельность, наличие специализированных теплотехнических сооружений, связанных с восстановлением металла из руд и его дальнейшей плавки и получения готовой продукции. Выполнять все вышеперечисленные действия могли люди, обладающие рядом специфических знаний и выделенные в отдельную группу. Численность таких групп, судя по объемам производства, была невелика.

## Литература

- Берденов С.А.* Казахстанские месторождения меди и олова и их разработка в позднем бронзовом веке // Известия НАН Республики Казахстан. Серия общественные науки. 2008. № 1. С. 42–55.
- Бочкарев В.С.* Срубно-алакульская зона металлопроизводства эпохи поздней бронзы // Археология восточно-европейских степей. Саратов, 2013. Вып. 10. С. 75–83.
- Зайков В.В., Юминов А.М., Анкушев М.А. и др.* Горно-металлургические центры бронзового века в Зауралье и Мугоджарах // Известия Иркутского государственного университета. 2013. № 1(2). С. 174–195.
- Каргалы. Т. V: Каргалы: феномен и парадоксы развития. Каргалы в системе металлургических провинций. Потаенная (сакральная) жизнь архаичных горняков и металлургов. М.: Языки славянской культуры, 2007. 200 с.
- Кузьмина Е.Е.* Отчет Еленовского отряда Оренбургской экспедиции 1959 г. // НОА ИА РАН. Ф. 1. Р-1. № 1938.
- Кузьмина Е.Е.* Отчет Еленовского отряда Оренбургской археологической экспедиции 1961 г. // НОА ИА РАН. Ф. 1. Р-1. № 2372.
- Кузьмина Е.Е.* Отчет Еленовского отряда Оренбургской археологической экспедиции 1965 г. // НОА ИА РАН. Ф. 1. Р-1. № 3081.
- Ткачев В.В.* Формирование культурного ландшафта Уральско-Мугоджарского региона в позднем бронзовом веке: освоение междурудных ресурсов и стратегия адаптации к условиям горно-степной экосистемы // Stratum plus. 2017. № 2. С. 205–230.
- Ткачев В.В.* Горное дело и металлургия меди в Уральско-Мугоджарском регионе в позднем бронзовом веке // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12 (34). № 2. С. 268–271.
- Ткачев В.В.* К вопросу о памятниках кожумбердынского типа эпохи бронзы Уральско-Мугоджарского региона // Российская археология. 2012. № 1. С. 155–159.
- Ткачев В.В.* Уральско-Мугоджарский горно-металлургический центр эпохи поздней бронзы // Российская археология. 2011. № 2. С. 43–55.
- Умрихин С.М., Ткачев В.В., Фомичев А.В.* Работы в Ишкининском археологическом микрорайоне // Археологические открытия 2009 г. М.: ИА РАН, 2013. С. 241–242.
- Фомичев А.В.* Металлургический комплекс на поселении Кудук-сай в Еленовско-Ушкаттинском археологическом микрорайоне // Штрихи к портретам минувших эпох. Археология, история, этнография. Зимовники: Зимовниковский краеведческий музей, 2014. Кн. (ММХIV) I. С. 293–300.
- Фомичев А.В.* Теплотехнические сооружения на поселениях позднего бронзового века в Восточном Оренбуржье // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. 2015а. № 8 (58). С. 192–194.
- Фомичев А.В.* Орудия горного дела и металлургии поселений позднего бронзового века на севере Уральско-Мугоджарского горно-металлургического центра // Вестник Челябинского гос. ун-та. 2015б. № 24. История. Вып. 66. С. 9–16.
- Формозов А.А.* Отчет об археологических разведках в районе г. Орска Чкаловской области. 1949 г. // НОА ИА РАН. Ф. 1. Р-1. № 361.
- Черных Е.Н.* Горное дело и металлургия в древнейшей Болгарии. София: Изд-во Болгарской академии наук, 1978. 330 с.
- Черных Е.Н.* Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. М.: Наука, 1970. 180 с.
- Юминов А.М., Зайков В.В., Коробков В.Ф. и др.* Добыча медных руд в бронзовом веке в Мугоджарах // Археология, этнография и антропология Евразии. 2013. № 3. С. 87–96.

*Ф.Н. Петров<sup>1</sup>, М.Н. Анкушев<sup>2</sup>, И.А. Блинов<sup>2</sup>, М.А. Рассомахин<sup>2,3</sup>,  
Н.С. Батанина<sup>4</sup>, Н.В. Малая<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Челябинский государственный историко-культурный заповедник «Аркаим»,  
г. Челябинск, steppe\_exp@mail.ru*

<sup>2</sup>*Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс*

<sup>3</sup>*Ильменский государственный заповедник, ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс*

<sup>4</sup>*Челябинский государственный университет, г. Челябинск*

## **Новые данные по металлургии эпохи бронзы: материалы поселения Левобережное (Синташта II)**

Поселение Левобережное (Синташта II) находится в Брединском районе Челябинской области на левом берегу р. Синташта у пос. Комсомольский и изучается археологической экспедицией Челябинского государственного историко-культурного заповедника «Аркаим» при участии специалистов и студентов ЧелГУ. В течение 2015–2018 гг. на поселении исследовано 3 раскопа и 12 шурфов, общая вскрытая площадь составляет 333 м<sup>2</sup>. Также за это время на двух участках поселения общей площадью 1592 м<sup>2</sup> выполнена микромагнитная съемка [Носкевич и др., 2018]. Раскопами изучены участки котлованов трех жилищ, вытянутых в один ряд параллельно направлению русла реки и фрагмент внешнего рва, ограждавшего центральную часть поселения на раннем этапе его функционирования.

Результаты исследований позволяют отнести время создания укрепленного поселения Левобережное (Синташта II) к концу III – началу II тыс. до н.э. Во второй половине II тыс. до н.э. поверх ранних жилых конструкций, содержащих материалы синташтинской и петровской археологической культур, было сооружено неукрепленное поселение не менее чем из 6 жилищ, датирующихся обнаруженными на уровне дна жилищных котлованов развалами сосудов черкаскульской и межовской археологических культур.

В ходе исследований 2015–2018 гг. на поселении было обнаружено 19 металлических предметов суммарным весом 70.2 г: бронзовый стержень, медный крючок, три медных слитка весом до 14.4 г, медная пластина и 13 сплесков и капель – технологических остатков металлургического и металлообрабатывающего производства. По данным РФА анализа, проведенного в Институте минералогии УрО РАН и Институте археологии РАН, одно из металлических изделий – стержень – было изготовлено из оловянистой бронзы; большинство предметов состоят из меди и мышьяковистой бронзы с содержанием мышьяка до 0.9 %. Результаты изучения металлических предметов, обнаруженных в ходе полевых исследований 2015–2018 гг. уже были опубликованы авторами [Петров и др., 2018]. К находкам 2018 г. относится медный сплеск весом 0.7 г, обнаруженный на поверхности нарушенного культурного слоя в южной части поселения. Его анализ был проведен на стационарном РФА спектрометре M1 MISTRAL (аналитик М.А. Рассомахин). Анализ производился без вакуумирования, предел обнаружения – 50 г/т. Напряжение рентгеновской трубки – 50 кВ, энергетическое разрешение – 135 эВ. Измерение проводилось по площади диаметром 20 мкм, изделие для анализа предварительно локально очищалось от патины. По результатам анализа установлено, что, относящийся к отходам металлургического производства сплеск состоит практически из чистой меди (табл. 1).

Значительно более необычной находкой стала медно-железная капля весом 3.6 г, обнаруженная в 2018 г. на уровне пола котлована жилища 10, сооруженного в эпоху финальной бронзы поверх ранней синташтинско-петровской жилой конструкции. Заполнение котлована в северной части жилища, в районе сделанной находки, состоит только из культурных остатков периода финальной бронзы; на полу котлована в непосредственной близости от

обнаруженного предмета фиксируются развалы трех керамических сосудов конца II тыс. до н.э. Изучение стратиграфии и планиграфии заполнения котлована свидетельствует об отсутствии здесь каких-либо поздних вкопов; это позволяет достаточно уверенно связывать обнаруженную медно-железную каплю с функционированием жилища эпохи финальной бронзы.

Изучение аншлифа металлической капли позволило установить, что она состоит из двух металлов: серая зона в центральной части и желтая зона – по периферии (рис. 1). РФА анализ состава зон приведен в таблице 2.

Фиксирующееся в образце повышенное содержание никеля могло бы рассматриваться как признак метеоритного происхождения железа [Jambon, 2017], однако засвидетельствованное формирование медно-железного сплава говорит о том, данный образец является результатом металлургического процесса. На территории Урала, Поволжья и Западной Сибири на нескольких археологических памятниках позднего бронзового века и эпохи финальной бронзы уже были зафиксированы находки медных шлаков с включениями железа, возникновение которых связывают с выплавлением сульфидных медных руд [Григорьев, 2013]. Однако нельзя исключать то, что обнаруженный на поселении Левобережное медно-железный образец может быть связан и с начальными опытами металлургии железа в регионе.

Новые особенности металлургического процесса на поселении были получены и при изучении образцов металлургического шлака. Всего за 2015–2018 гг. в культурном слое поселения и на поврежденных участках его поверхности были обнаружены 65 фрагментов шлака общим весом 941.7 г. При этом, по меньшей мере, 61 из обнаруженных фрагментов происходят от расколотых шлаковых лепешек, типичных для металлургии синташтинской и петровской археологических культур; 17 фрагментов шлаковых лепешек было обнаружено в скоплении в верхних слоях ямы, расположенной к западу от котлована жилища 10 и датированной по стратиграфии и находкам керамики ранним синташтинско-петровским этапом существования поселения. Из этих фрагментов удалось частично реконструировать две шлаковые лепешки с закраинами – одна из них была склеена приблизительно на 1/3 от ее первоначального размера так, что получился почти правильный сегмент круга размером 10.2 × 5.6 см, а вторую удалось собрать практически на 2/3 первоначального размера, она имеет сложную форму, вписывается в прямоугольник размером 14.8 × 13.9 см; расчет объема отпечатавшегося в ней слитка металла позволяет предполагать, что результатом металлургической плавки, в ходе которой сформировался данный шлак, стало получение приблизительно 350 г меди [Петров и др., 2018]. Изученные ранее фрагменты металлургических шлаков с поселения относились к оливиновому хромитсодержащему типу. Основным минералом таких шлаков является оливин, образующий призматические, зачастую зональные

Таблица 1

**Состав медного сплеска с поселения Левобережное**

Шифр	Наименование	Содержание, мас. %						Сумма
		Cu	Fe	Ni	As	Sb	Pb	
2136	Медный сплеск	99.95	0.02	–	–	–	0.03	100.00

*Примечание.* Анализ проведен на стационарном РФА спектрометре M1 MISTRAL (аналитик Рассомахин М.А.).

Таблица 2

**Состав медно-железной капли с поселения Левобережное**

№ п/п	Зона	Содержание, мас. %						Сумма
		Cu	Fe	Ni	As	Ag	Sb	
1	Желтая зона	69.74	29.02	0.76	0.39	0.05	0.04	100.00
2	Серая зона	13.21	85.61	0.91	0.27	–	–	100.00

*Примечание.* Анализ проведен на стационарном РФА спектрометре M1 MISTRAL (аналитик Рассомахин М.А.).



Рис. 1. Фрагмент медно-железной капли с поселения Левобережное. 1 – желтая зона в табл. 2, 2 – серая зона в табл. 2. Фото в отраженном свете.

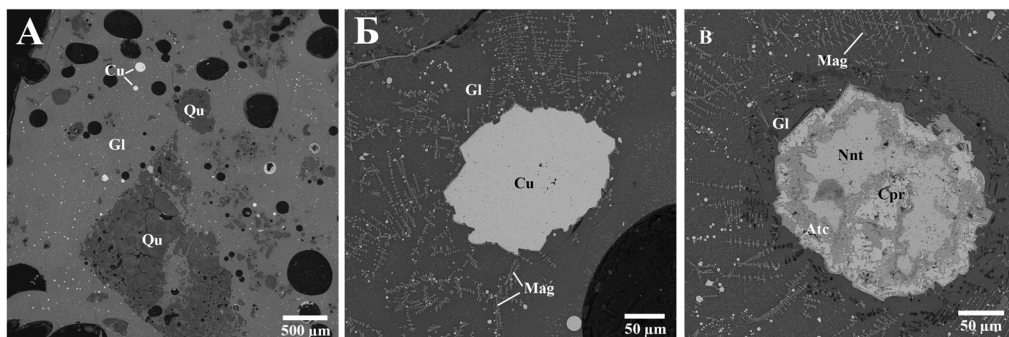
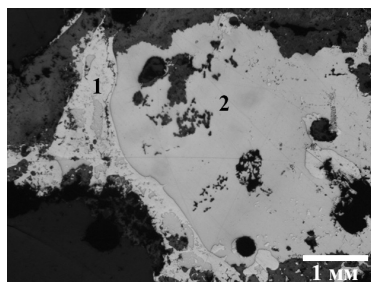


Рис. 2. Минералогия стекловатого шлака с поселения Левобережное. А – реликты кварца в матрице стекла, Б – медная капля с включениями сульфидов в матрице стекла, В – продукты гипергенного преобразования капли меди в шлаке. Обозначения минералов: Qu – кварц, Mag – магнетит, Cpr – куприт, Atc – атакамит, Nnt – нантокит, Gl – стекло, Cu – металлическая медь. Фото в отраженных электронах.

кристаллы, реликтовые минеральные включения представлены хромшпинелидами, в расплавных включениях фиксируются As и Ni [Анкушев и др., 2018]. Эти признаки характерны для шлаков, оставшихся после металлургической плавки медных руд, приуроченных к ультраосновным массивам [Зайков и др., 2013].

На новом этапе работы изучались аншлифы как шлаковых лепешек, так и образца «бесформенного» шлака, рассыпающийся фрагмент которого был обнаружен в 2018 г. на уровне материкового грунта на межжилищном пространстве у северо-западного края котлована жилища 10. Как было установлено, фрагменты обоих реконструированных шлаковых лепешек представляют собой оливиновые хромитсодержащие шлаки, по форме и химическому составу аналогичные шлакам других укрепленных поселений синташтинско-петровского периода.

Бесформенный шлак, обнаруженный в 2018 г., характеризуется иным составом и минералогией: он относится к типу стекловатых бессульфидных шлаков. Состав минералов изучался на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU (аналитик И.А. Блинов). В шлаке присутствует большое количество реликтовых зерен кварца, находящихся в общей матрице стекла (рис. 2). Стекло основного состава, низкощелочное, в составе полностью отсутствует  $\text{Na}_2\text{O}$ , при этом фиксируется высокое содержание меди (табл. 3). Помимо кварца в стекле присутствуют в большом количестве новообразованные скелетные кристаллы магнетита. Расплавные включения представлены каплями меди (табл. 4), иногда с субмикронными включениями сульфидов, которые фиксируются только на качественных спектрах. Медные капли часто замещены продуктами гипергенеза – купритом, атакамитом, нантокитом. Этот фрагмент шлака, по всей видимости, является продуктом металлургического передела окисленных, возможно, сульфидных медных руд, приуроченных к кварцевым жилам. На поселении ранее был обнаружен фрагмент медной руды, по своей ассоциации характерный для гранитных или щелочных массивов [Анкушев и др., 2018]. Наряду

**Состав расплавных включений и гипергенных минералов  
в шлаках поселения Левобережное, мас. %**

Расплавное включение						
№ п/п	Анализ	Cu	Fe	Сумма	Минерал	
1	19333a	99.38	0.16	99.54	Металлическая медь	
Гипергенные минералы						
№ п/п	Анализ	CuO	Cu <sub>2</sub> O	Cl	Сумма	Минерал
2	19333e	63.21	–	36.04	99.24	Нантокит
3	19333f	72.27		16.72	88.99	Атакамит
4	19333g	–	100.73		100.73	Куприт

*Примечание.* Анализы выполнены в ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU, аналитик И.А. Блинов. Прочерк – не обнаружено.

Таблица 3

**Состав стекла стекловатого металлургического шлака с поселения Левобережное, мас. %**

№ п/п	Анализ	SiO <sub>2</sub>	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	CuO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Сумма
1	19333b	54.33	20.75	10.52	4.66	1.21	1.02	0.53	6.00	–	99.02
2	19333d	53.31	17.74	10.36	6.59	1.68	0.45	0.67	8.76	0.36	99.92
3	19333h	53.64	23.87	12.92	1.16	0.47	1.26	0.95	6.27	–	100.54
4	19333i	51.70	24.31	9.75	5.24	1.41	0.77	0.63	5.49	–	99.31
5	19333j	49.18	21.68	9.28	3.37	1.05	1.00	0.58	13.68	–	99.81

*Примечание.* Анализы выполнены в ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU, аналитик И.А. Блинов. Прочерк – не обнаружено.

с обнаруженными в 2018 г. на полу жилища 10 фрагментами керамического тигля, аналогичного тиглям межовской культуры с поселения Архангельский прииск II [Петрова, 2017], данный шлак может быть отнесен к металлургической технологии эпохи финальной бронзы.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-00-00036 К (18-00-00030).*

### Литература

*Анкушев М.Н., Петров Ф.Н., Блинов И.А.* Металлургические шлаки и медные руды поселения бронзового века Левобережное (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 155–161.

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

*Зайков В.В., Юминов А.М., Анкушев М.Н., Ткачев В.В., Носкевич В.В., Епимахов А.В.* Горно-металлургические центры бронзового века в Зауралье и Мугоджарах // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Геоархеология. Этнология. Антропология. 2013. № 1. С. 174–195.

*Носкевич В.В., Узрюмов И.А., Петров Ф.Н., Батанина Н.С.* Микромагнитная съемка укрепленного поселения бронзового века на Южном Урале Левобережное (Синташта II) // Уральский геофизический вестник. № 1 (31). 2018. С. 30–33.

*Петров Ф.Н., Анкушев М.Н., Медведева П.С.* Материальные свидетельства технологических процессов в культурном слое поселения Левобережное (Синташта II): опыт функционального подхода // Magistra Vitae: электронный журнал по историческим наукам и археологии. № 1. 2018. С. 112–147.

*Петрова Л.Ю.* Металлургический комплекс поселения поздней бронзы Архангельский Прииск II (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 161–165.

*Jambon A.* Bronze Age iron: Meteoritic or not? A chemical strategy // Journal of Archaeological Science. 2017. Vol. 88. P. 47–53.

## Металл Первого Даутовского (Иткульского I) городища из коллекции Государственного исторического музея Южного Урала

В 1954 г. археологическая экспедиция Челябинского областного краеведческого музея (сейчас – Государственный исторический музей Южного Урала) под руководством К.В. Сальникова провела раскопки Первого Даутовского (Иткульского I, Иткульское Большое) городища в Каслинском районе Челябинской области [Сальников, 1954; Бельтикова, 2008]. Полученная в ходе исследований коллекция хранится в фондах ГИМЮУ (шифр коллекции – ЧОКМ ОФ 859).

Городище находится на северном берегу оз. Иткуль у восточной окраины с. Даутово. Оно было открыто В.Я. Толмачевым, который провел первые небольшие раскопки. Первая публикация материалов городища была дана в работе А.А. Спицына «Зауральские древние городища» [Спицын, 1906]. Название «Даутовское» городищу было дано Н.П. Кипарисовой, обследовавшей, по заданию Челябинского областного краеведческого музея, в 1953 г. северный берег озера [Сальников, 1954].

Памятник занимает слабовыраженный выступ высокого, до 10.5 м, обрывистого берега озера и имеет полукруглую форму. С напольной стороны городище окружено полукольцевым валом шириной 5 м и высотой 0.5–1.0 м и рвом шириной 4.5 м и глубиной 1.0 м. Протяженность городища вдоль берега, от одного до другого конца вала, составляет 83 м, максимальная ширина – 30 м. В центральной и восточной частях оборонительной системы отмечены два прохода [Сальников, 1954; Бельтикова, 1986].

В 1954 г. разведочной траншеей вдоль вала и двумя примыкающими к ней раскопками вскрыто 160 м<sup>2</sup>.<sup>2</sup> находки с городища были представлены керамикой, изделиями из камня и меди. Среди последних восемь наконечников стрел, котелок, однолезвийные ножи. На основе материалов раскопок 1954 г. К.В. Сальников выделил иткульский тип керамики и иткульскую археологическую культуру [1962]<sup>2</sup>. Время существования городища он определил V–III вв. до н. э. [Сальников, 1954] или V – началом IV вв. до н. э. [Сальников, 1962], а Г.В. Бельтикова – концом VII – началом IV в. до н. э. [1986]. По ее мнению, городище являлось одним из наиболее значительных центров металлургического производства иткульского металлургического очага. С металлургическим производством из раскопок 1954 г. связаны находки медного шлака, сплесков меди, литника, неудачных отливок, сопел, кусков медной руды, литейных форм из талька и глины, сердечника-вкладыша, тиглей [Сальников, 1954; 1962].

Ведущей металлургической группой для иткульских литейщиков была металлургически «чистая» медь – более 88 % всей выборки, состоящей из 715 анализов [Кузьминых, Дегтярева, 2015; 2017; 2018]. Как отмечают С.В. Кузьминых и А.Д. Дегтярева, «концентрация фактически всех ведущих и геохимически значимых элементов (олова, свинца, вимута, серебра, сурьмы, мышьяка, никеля, кобальта и золота) представлены в этом сплаве в тысячных и десятитысячных долях процента... Редко содержание этих элементов достигает десятых и сотых долей процента» [2015; 2017].

Наиболее представительной группой среди искусственных сплавов иткульской культуры являются оловянные бронзы (Cu + Sn) — 6.5 % всей выборки, с концентрациями Sn в

<sup>1</sup> В 1976–1978, 1986 и 1988 гг. Г.В. Бельтиковой исследовано раскопками еще 865 м<sup>2</sup> городища (Иткульские городища).

<sup>2</sup> В этой работе Даутовское I городище уже фигурирует как Иткульское I.

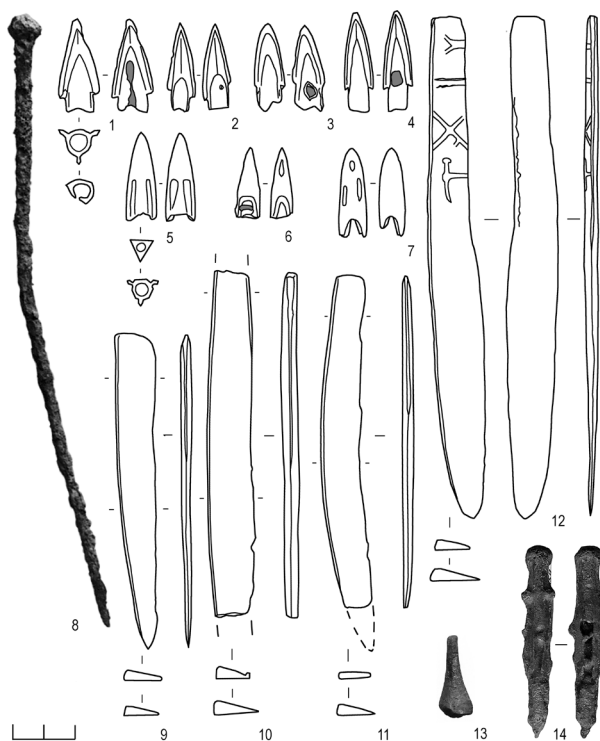


Рис. 1. Первое Даутовское (Иткульское I) городище. Инвентарь. 1–7, 9–14 – медь, бронза; 8 – железо.



Рис. 2. Первое Даутовское (Иткульское I) городище. Котелок (по: [Сальников, 1954]).

сплаве в пределах 1–9 %. Условно в эту группу включено и несколько образцов сырья с повышенным содержанием Pb (до 2.5 %). Изделий из оловянно-мышьяковой бронзы (Cu + Sn + As) около 3.2 % всей выборки. Нижний порог концентрации As в сплаве равен 0.4–0.5 %. Из мышьяковой бронзы сделаны лишь единичные предметы – всего 0.8 % выборки. Прочие сплавы встречаются очень редко [Кузьминых, Дегтярева, 2015; 2017; 2018].

С Иткульского (Первого Даутовского) I городища к настоящему времени проанализировано в общей сложности 265 предметов<sup>3</sup>, из которых 248 изготовлены из металлургиче-

<sup>3</sup> В их число входят и предметы, хранящиеся в фондах Государственного исторического музея Южного Урала и проанализированные авторами данной статьи.

## Результаты рентгенофлуоресцентного анализа изделий Первого Даутовского городища

№ п/п	Предмет	Шифр	Cu	Fe	Zn	As	Sn	Pb	Характер поверхности	Рисунок
1	Нож	859/843	99.83	0.17	–	–	–	–	Патинирована	1, 12
2	Нож	859/892	99.85	0.15	–	–	–	–	Патинирована	1, 9
3	Нож	859/891	99.81	0.19	–	–	–	–	Патинирована	1, 10
4	Нож	859/2812	99.87	0.13	–	–	–	–	Патинирована	1, 11
5	Сердечник-вкладыш	859/2811	99.26	0.74	–	–	–	–	Патинирована	1, 14
6	Литник	859/893	99.71	0.29	–	–	–	–	Патинирована	1, 13
7	Наконечник стрелы	859/894	99.75	0.25	–	–	–	–	Патинирована	1, 4
8	Наконечник стрелы	859/896	99.07	0.86	–	–	–	0.07	Патинирована	1, 1
9	Наконечник стрелы	859/312	97.38	2.62	–	–	–	–	Патинирована	1, 5
10	Наконечник стрелы	859/895	99.47	0.53	–	–	–	–	Патинирована	1, 3
11	Наконечник стрелы	859/3194	89.52	0.56	–	–	9.92	–	Патинирована	1, 7
12	Наконечник стрелы	859/3195	99.83	0.13	–	0.04	–	–	Патинирована	1, 2
13	Наконечник стрелы	859/3196	99.63	0.26	–	0.11	–	–	Патинирована	1, 6
14	Котелок (тулово)	859/4193	99.44	0.30	0.26	–	–	–	Патинирована	2
15	Котелок (ножка)	859/4193	99.67	0.33	–	–	–	–	Патинирована	2
16	Котелок (ручка 1)	859/4193	98.83	1.12	–	0.05	–	–	Патинирована	2
17	Котелок (ручка 2)	859/4193	99.52	0.25	0.23	–	–	–	Патинирована	2
18	Булавка	859/3640	0.28	99.67	–	0.05	–	–	Окислена	1, 8

ски «чистой» меди, а 17 – из бронзы: 13 – из оловянной, 3 – оловянно-мышьяковой и 1 – из мышьяковой [Кузьминых, Дегтярева, 2015; 2017].

Методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на рентгенофлуоресцентном спектрометре INNOV-X  $\alpha$ -4000 изучено 17 металлических изделий Первого Даутовского (Иткульского) I городища из коллекции 1954 г. Из них 14 предметов связаны с иткульской культуры: 4 ножа, 7 наконечников стрел, котелок, литник и сердечник-вкладыш. Поверхность всех предметов покрыта патиной.

Все ножи (рис. 1, 9–12), сердечник-вкладыш (рис. 1, 14), литник (рис. 1, 13) и 6 наконечников стрел (рис. 1, 1–6) изготовлены из «чистой» меди (табл.). В составе металла одного наконечника (рис. 1, 1) содержится весьма незначительная (0.07 %) примесь Pb. У двух наконечников (рис. 1, 2, 6) отмечено присутствие As в концентрациях 0.04 и 0.11 %, что гораздо ниже пороговой концентрации As в 0.4–0.5 % в оловянно-мышьяковых и мышьяковых бронзах. Один из наконечников (рис. 1, 7) изготовлен из оловянной бронзы с довольно высоким содержанием олова в 9.92 %.

Котелок (рис. 2) состоит из нескольких частей, сложенных разным металлом. Тулово и одна из ручек отлиты из меди с примесью Zn – 0.26 и 0.23 %, соответственно. В металле второй ручки весьма незначительная примесь As – 0.05 %. «Ножка» изготовлена из «чистой» меди.

Железная булавка (рис. 1, 8) содержит незначительную примесь Cu (0.28 %) и As (0.05 %). Примеси могут быть сорбированы при окислении рядом лежащих изделий из медных сплавов.

По составу металла проанализированные изделия Первого Даутовского (Иткульского) I городища не отличаются от абсолютного большинства предметов иткульской культуры.

Ножи разной морфологической формы имеют одинаковый состав, что, вероятно, связано с их функциональными свойствами. Вариации состава металла наконечников стрел обусловлены тем, что, скорее всего, металл и сами наконечники стрел имеют разное происхождение. Вместе с этим, из металла из одного источника могли изготавливать разные по

форме наконечники стрел. Не исключено, что наконечник с высоким содержанием олова (рис. 1, 7) являлся образцом для производства таких изделий, полученным иткульскими литейщиками от своих южных соседей.

Неоднородность состава котелка указывает на то, что он изготовлен из разных кусков меди, полученных в разное время и(или) из разных источников.

Разнообразие легирующих добавок показывает, что иткульские металлурги имели доступ к разным источникам металла. По мнению С.В. Кузьминых и А.Д. Дегтяревой, «рудные источники низкомышьяковой меди..., а также олова... разрабатывались в Казахстанской и Саяно-Алтайской горно-металлургических областях. Вряд ли этот металл попадал на Урал в ходе отлаженных обменных торговых операций; скорее всего, случайно, при переплавке лома орудий и оружия бронзового века» [Кузьминых, Дегтярева, 2017]. На наш взгляд, иткульские металлурги, в том числе и мастера Иткульского (Даутовского) I городища, имели прямые или, скорее всего, опосредованные связи с населением Рудного Алтая и Центрального Казахстана. И посредниками в данном случае выступали ранние кочевники степной зоны Южного Зауралья.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (госзадание 33.5494.2017/БЧ).

Авторы выражают признательность директору музея В.И. Богдановскому, заведующей сектором археологии и естественно-научных коллекций З.А. Валиахметовой и реставратору, хранителю коллекций А.Д. Шапиро за помощь в организации и проведении исследований.

## Литература

*Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Свердловск: УрГУ, 1986. С. 63–78.

*Бельтикова Г.В.* Иткульские городища // Челябинская область: энциклопедия. Челябинск: Каменный пояс, 2008. Т. 2. Д–И. С. 640.

*Кузьминых С.В., Дегтярева А.Д.* Цветная металлообработка иткульской культуры (предварительные результаты аналитических исследований) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2015. № 4 (31). С. 57–66.

*Кузьминых С.В., Дегтярева А.Д.* Металлопроизводство иткульской культуры Среднего Урала (по аналитическим данным) // Аналитические исследования лаборатории естественнонаучных методов. Вып. 4. М.: Институт археологии РАН, 2017. С. 18–35.

*Кузьминых С.В., Дегтярева А.Д.* Металл культуры раннего железного века Урала – модели производства // XXI Уральское археологическое совещание, посвященное 85-летию со дня рождения Г.И. Матвеевой и 70-летию со дня рождения И.Б. Васильева. Мат. Всерос. конф. с междунар. участием. Самара: Изд-во СГСПУ: ООО «Порто-Принт», 2018. С. 221–224.

*Сальников К.В.* Отчет о работах археологической экспедиции Челябинского областного краеведческого музея в 1954 году // Архив ГИМЮУ, инв. № 1105.

*Сальников К.В.* Отчет о раскопках I Даутовского городища на озере Иткуль в 1954 году // Архив ИА РАН. – Р–I, 995.

*Сальников К.В.* Иткульская культура (К вопросу о «Зауральском ананьине») // Краеведческие записки. Вып. 1. Челябинск: Чел. кн. изд-во, 1962. С. 21–47.

*Спицын А.А.* Зауральские древние городища // Записки отделения русской и славянской археологии Русского археологического общества (ЗОРСА РАО). Т. VIII, вып. 1–2, 1906.



*Ю.В. Федотова<sup>1</sup>, М.Н. Анкушев<sup>2</sup>, И.А. Блинов<sup>2</sup>, С.В. Шарпова<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup> Всероссийский художественный научно-реставрационный центр  
им. академика И.Э. Грабаря, г. Москва  
yulia.fedotova86@yandex.ru*

*<sup>2</sup> Институт минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, г. Миасс*

*<sup>3</sup> Институт истории и археологии УрО РАН, г. Екатеринбург*

## **Электронная микроскопия драгоценных нитей могильника Исаковка и городища Болгар**

Ткачество является одной из важнейших отраслей хозяйства, как в современном мире, так и в древности. Древнейшие ткани датируются неолитическим периодом, 8–7 тысячелетием до н.э. и обнаружены на Ближнем Востоке [Barber, 1991]. В настоящее время изучение органических текстильных фрагментов с помощью естественнонаучных методов (оптическая и электронная микроскопия, изотопный анализ, хроматография и др.) дает новые данные о технологических характеристиках тканей, их культурной принадлежности, местном или импортном характере производства, эволюции текстильных традиций и культурно-хозяйственных связях в древности [Andersson Strand et al, 2010; Шишлина и др., 2018]. Неподдельный интерес среди текстильных артефактов вызывает золотное шитье – вышивка на тканях золотыми, реже серебряными нитями, спряденными на шелковую или льняную основу. Древнейшие образцы золотной вышивки относятся к IV в. до н.э. [Погодин, 1996].

В работе приводятся результаты изучения образцов золотного шитья с двух одновременных объектов: курганного могильника Исаковка I раннего железного века и погребений средневекового городища Болгар. Анализ проводился на электронном микроскопе Tescan Vega 3 sbu в Институте минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, аналитик И.А. Блинов. Для получения качественного анализа спектр снимался с поверхности нитей, которые приклеивались к токопроводящему скотчу. Количественный состав золотых нитей могильника Исаковка I получен с их разрезов в аншлифах.

**Золотые нити могильника Исаковка I.** Курганный могильник Исаковка I расположен на правом берегу р. Иртыш (Горьковский р-н Омской области), в 1 км восточнее дер. Исаковка. Памятник изучался Среднеиртышской археологической экспедицией Омского государственного университета в 1989 г. под руководством Л.И. Погодина [Погодин, 1989]. Автор раскопок датировал памятник II–IV вв. н.э. и отнес его к саргатской культуре. Золотые нити обнаружены в неграбленном элитном воинском захоронении (курган 3, могила 6). По антропологическим определениям в могильной яме погребен мужчина, возраст смерти которого – 30–35 лет. Сами нити являются золотой обмоткой «сгруппированных» волокон непряженого шелка. Такими нитями вышивались различные узоры, сюжетные рисунки (по шелковой же ткани). Вероятное место производства – Китай эпохи Хань (206 до н.э.–220 н.э.) [Погодин, 1996]. Иной сопроводительный инвентарь относится к категории репрезентативных инсигний и представлен изделиями китайского импорта: оружием, бронзовой посудой, стеклянными бусами и изделиями, покрытыми соком лакового дерева. Другие направления импорта это Ближний Восток, Египет(?), Средняя Азия.

Золотая обмотка нитей имеет различную ширину: от 0.2 до 1 мм (рис.1А), некоторые нити расплющены. Обмотка представляет собой спираль, навитую на нить, присутствует техника Z и S скручиваний. Органические сердечники нитей с течением времени сохранились плохо, однако в других образцах тканей зафиксирован шелк [Погодин, 1996]. На поверхности обмотки фиксируются небольшие вдавленные зерна кварца и полевого шпата

(рис. 1Б). При большом увеличении хорошо видны тонкие неглубокие бороздки на поверхности золотой обмотки, оставшиеся после прокатки металла (рис. 1В, Г). Толщина золотого листа, из которого изготавливались обмотки, составляла 10–12 мкм (рис. 2А, Б). В образцах не зафиксированы реликтовые включения минералов платиновой группы, являющиеся весьма распространенными в древних золотых изделиях Евразии [Zaykov et al., 2017; Зайков и др., 2018]. Состав золота (соотношение Au-Ag-Cu) может значительно колебаться как между разными нитями, так и в пределах одного образца (табл. 1). Полученные данные позволяют сделать вывод, что для изготовления золотых нитей мог смешиваться различный металл: как самородное золото (возможно, с разных рудных месторождений), так и золотой лом либо иные изделия. Металл смешивался, затем с помощью каменных орудий (скалки, каменные валы, ровные каменные поверхности) из твердых и прочных кварцсодержащих горных пород прокатывался в тонкий лист и разрезался на ленты, которые впоследствии навивались на шелковую нить.

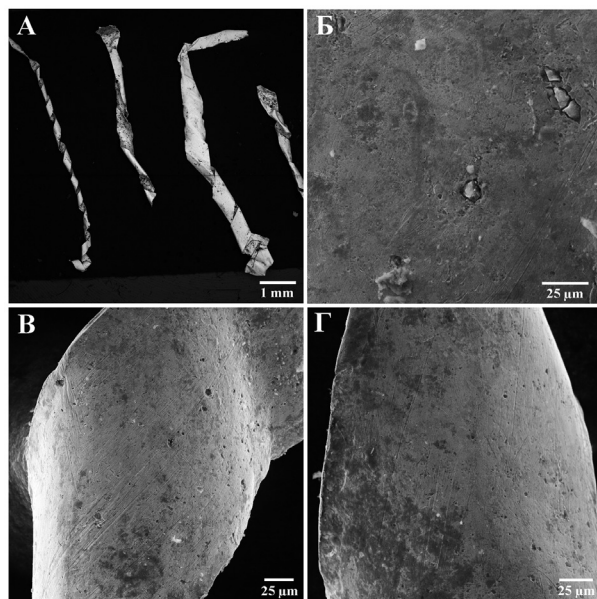


Рис. 1. Золотые нити могильника Исаковка I. А – разнообразие форм и размеров золотых нитей, Б – зерна кварца, вдавленные в поверхность нити при прокатке, В, Г – параллельные бороздки на поверхности нити, образующиеся при прокатке. Фрагменты нитей приклеены к токопроводящему скотчу. Фото в отраженных электронах.

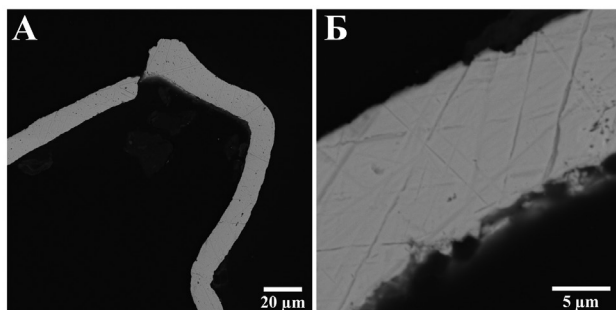


Рис. 2. Золотые нити могильника Исаковка I в разрезе. Фото в отраженных электронах.

Состав золотых нитей могильника Исаковка, мас. %

№ п/п	№ аншлафа	Анализ	Au	Ag	Cu	Сумма
1	Ис 1-1	19331a	56.85	35.05	8.52	100.42
2		19331b	56.40	35.00	8.14	99.54
3		19331c	62.31	30.84	6.19	99.33
4		19331d	66.84	27.77	4.86	99.47
5		19331e	71.20	23.70	5.67	100.56
6	Ис 1-2	19332a	66.41	28.31	5.28	100.00
7		19332b	66.45	28.38	5.18	100.00
8		19332c	70.24	24.70	5.39	100.33
9		19332d	68.75	25.46	5.57	99.77
10		19332e	70.42	23.19	5.46	99.07

*Примечание.* Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе TescanVega 3 SBU. Аналитик И.А. Блинов.

**Драгоценные нити городища Болгар.** В полевом сезоне 2012 г. под руководством И.И. Елкиной проведены археологические исследования руин мавзолея середины XIV в., находящегося в ЮЮВ части городища Болгар. В южной части мавзолея зафиксировано 9 захоронений, в одном из которых были обнаружены остатки женского головного убора, состоящего из нескольких текстильных предметов и 9 перстнеобразных височных колец желтого металла. Возле мавзолея исследовано открытое кладбище, содержащее более 90 захоронений в грунтовых могильных ямах. Подавляющее большинство погребений совершено по мусульманскому обряду, в характерной позе – в вытянутом положении, на правом боку, головой на запад, лицом к югу, руки плотно прижаты к телу (левая рука уложена на левый бок). Но зафиксированы захоронения и с отклонениями от исламских традиций (неполная кремация, в гробах ящичного типа или колодах, с остатками ритуальных тризн, жертвоприношениями животных). В слое кладбища встречены предметы бытового и хозяйственного назначения, не связанные с погребальными комплексами: инструментарий, медные и серебряные монеты, керамика. Вероятно, рядом находилось поселение начала – первой половины XIV в., которое после возведения мавзолея и сформировавшегося вокруг него кладбища перестало функционировать.

Для исследования были отобраны 5 образцов тканей и отдельных нитей из различных погребений.

**Образец 1** (погребение № 89) является останками верхнего текстильного предмета из погребения в мавзолее – шелкового платка с округлыми концами, расшитого золотыми нитями.

**Образец 2** (погребение № 21) представляет собой фрагменты золотного шитья длиннополой одежды, обнаруженные совместно с мельчайшими частицами и корродированными драгоценными нитями на правой бедренной и тазовой костях скелета.

**Образец 3** (погребение № 43) представляет собой очень небольшие разрозненные фрагменты шелковой ткани с золотым шитьем, возможно, остатки верхней одежды, обнаруженные в детском захоронении (ребенок, 12–14 лет) в прямоугольной могильной яме.

**Образец 4** (погребение № 52) является остатками аксессуара (возможно, сумки) из богатой шелковой ткани, в которую были компактно сложены и завернуты украшения. Весь комплекс состоит из 14 предметов, среди них: 2 серебряные позолоченные коранницы, выполненные в технике зерни и скани; 7 серебряных пластинчатых браслетов с окончаниями, орнаментированными «львиными личинами» в технике гравировки; 3 серебряные булавки с полусферическими головками, украшенными зернью; подвеска из серебряного дирхема

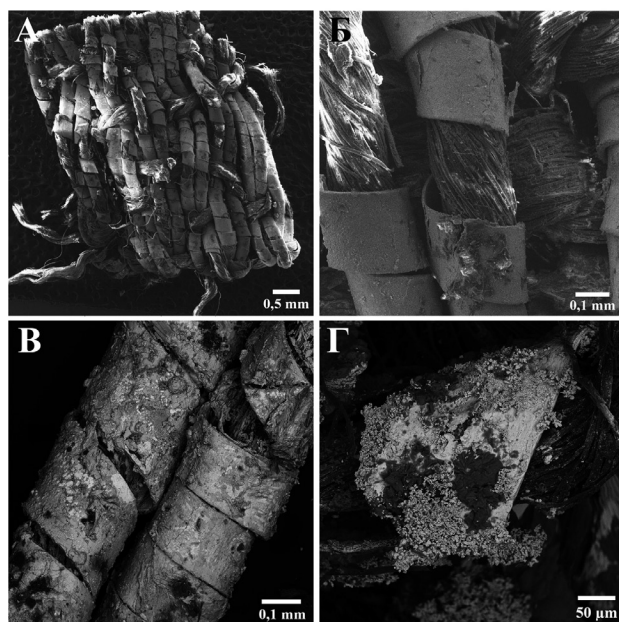


Рис. 3. Драгоценные нити погребений городища Болгар. А – фрагмент текстиля с золотным шитьем, Б – то же крупнее, образец 1; В – патина на поверхности драгоценных нитей, образец 2; Г – новообразованные оксиды и сульфиды на поверхности сильно патинизированной драгоценной нити, образец 4.

(Джанибек (1341–1357 г., Хорезм?); а также сильно корродированный фрагмент железного стержня со следами оплетки.

**Образец 5** (погребение № 6). В 2014–2015 гг. были исследованы остатки трех каменных мавзолеев (раскопы СС1, ССII, ССIII). Судя по находкам монет, каменная постройка на раскопе СС1 (мавзолей?) была возведена в период 40-60-х гг. XIV в. Захоронение принадлежало женщине 30–35 лет (половозрастные определения выполнены с.н.с., зав. археологической лаборатории ИА АН РТ И.Р. Газимзяновым). На костях в области шейных позвонков и тазовых костей сохранились остатки ткани с серебряной и золотой обмоткой нитей.

Металлическая обмотка нитей из Болгара выполнена в S-крутке и имеет различную ширину: в образце 1 она составляет 200 мкм (рис. 3А, Б), в образце 2 – 250 мкм, в образце 3 – 350 мкм, в образцах 4 и 5 – по 220 мкм. Нити в настоящее время находятся в плохой степени сохранности, металл сильно патинизирован (рис. 3В). Качественные ЭДС спектры, снятые с поверхности обмотки показали, что металл состоит из серебра с небольшой примесью золота. Для получения количественного анализа необходимо измерять срез неизмененного металла, что представляет трудности из-за малой толщины нитей и сильной патинизации изделия. На поверхности металла интенсивно образуются оксиды и сульфиды серебра (рис. 3Г). Из-за этого поверхность нитей является малоинформативной в плане технологического анализа. Тем не менее, техника изготовления нитей, вероятно, была схожей с предыдущим памятником. В образцах нитей с городища Болгар хорошо сохранились органические сердечники нитей (рис. 3Б), анализ которых, в том числе отдельных волокон при большом увеличении (рис. 4А, Б), подтвердил, что в золотном шитье Болгара использовался шелк.

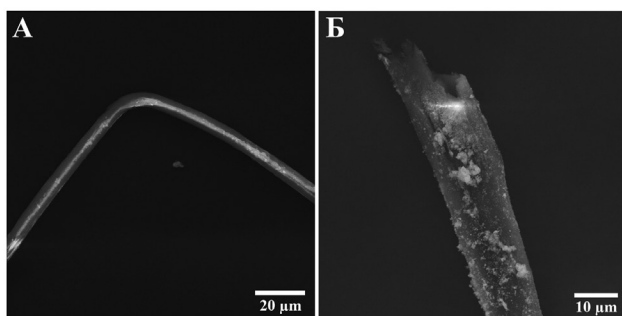


Рис. 4. Отдельные волокна органического сердечника нитей золотого шитья погребений городища Болгар. А – образец 4, Б – образец 5. Фото в отраженных электронах.

Можно предположить, что наличие драгоценных нитей в погребениях не является уникальным явлением. Вероятно, они поступали на рынок как до, так и после XIII–XIV вв. Факт присутствия драгоценных нитей на шелковых тканях в золотоордынских могильниках свидетельствует о культурном обмене и развитых торговых связях в Средневековье между народами Поволжья, Средней Азии, Средиземноморья, Ближнего Востока и Китая [Федотова и др., 2015].

Таким образом, изучение золотого шитья и отдельных драгоценных нитей с помощью электронной микроскопии отвечает на многие вопросы, связанные с технологией их производства. С помощью метода возможно качественно установить состав нитей, оценить степень их преобразования со времени захоронения. Следы и отпечатки на поверхности сохранившихся нитей позволяют делать выводы о технике прокатки драгоценных металлов. Сравнение сохранившихся органических сердечников нитей со справочниками и базами данных отвечает на вопросы изготовления основы для золотого шитья. Тем не менее, для достоверных выводов об источниках сырья благородных металлов и возможных торговых путях древности необходимо использовать более точные методы анализа вещества, чем электронная микроскопия. К таким методам можно отнести: исследование состава реликтовых включений минералов платиновой группы в золотых изделиях (при их наличии) [Zaykov et al., 2017; Зайков и др., 2018], выделение маркирующих элементов-примесей в золоте [Kovacs et al., 2009], изотопия свинца в золотых изделиях [Standish et al., 2013]. Эти методы применимы и к изделиям с преобладанием серебра над золотом в химическом составе.

*Авторы благодарны П.С. Медведевой и А.Я. Труфанову за консультации и помощь в работе.*

## Литература

- Зайков В.В., Таиров А.Д., Зайкова Е.В., Юминов А.М., Котляров В.А. Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Центральной Евразии. Челябинск: Каменный пояс, 2016. 320 с.
- Погодин Л.И. Отчет об археологических исследованиях в Нижнеомском и Горьковском районах Омской области в 1989 г. // Архив ИА РАН, Р-1, №№ 13932, 13933, 13934, 13935.
- Погодин Л.И. Золотное шитье Западной Сибири (первая половина I тыс. н. э.) // Исторический ежегодник. 1996. С. 123–137.
- Федотова Ю.В., Синуцына Н.П., Орфинская О.В., Визгалова Ю.В. Реставрация и исследования археологического текстиля периода Золотой Орды из захоронения болгарской женщины (конец XIV в.) // Поволжская археология. 2015. № 3. С. 74–91.
- Шишлина Н.И., Киселева Д.В., Медведева П.С., Леонова Н.В., Орфинская О.В., Зайцева М.В., Солошенко Н.Г., Азаров Е.С. Изотопный состав стронция в шерстяном текстиле эпохи бронзы из могильников Березовый рог (лесная зона Восточной Европы) и Черняки II (Южное Зауралье) // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 41–47.



*Andersson Strand E., Gleba M., Mannering U., Nosch M.-L., Skals, I.* Old Textiles – New Possibilities // *European Journal of Archaeology*, 2010. № 13 (2). P. 149–173.

*Barber E. J. W.* Prehistoric textiles: the development of cloth in the Neolithic and Bronze age with special reference to the Aegean. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1991. 504 p.

*Kovacs R., Schlosser S., Staub S.P., Schmiderer A., Pernicka E., Günther D.* Characterization of calibration materials for trace element analysis and fingerprint studies of gold using LA-ICP-MS // *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 2009. № 24. P. 476–483.

*Standish C., Dhuime B., Chapman R., Coath C., Hawkesworth C., Pike A.* Solution and laser ablation MC-ICP-MS lead isotope analysis of gold January 2013 *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 2013. № 28. P. 217–225.

*Zaykov V.V., Kotlyarov V.A., Zaykova E.V., Melekestseva I.Yu.* The phenomenon of the influence of gold melt on microinclusions of platinum group minerals in ancient gold objects // *Archaeometry* 59 (1). 2017. P. 96–104.

**А.В. Антипенко<sup>1</sup>, В.Е. Науменко,<sup>3</sup> И.А. Наухацкий<sup>2</sup>, Е.М. Максимова<sup>2</sup>, Т.Н. Смекалова<sup>1</sup>**

*Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь*

<sup>1</sup>*Научно-исследовательский центр истории и археологии Крыма*

*an.antipenko@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Физико-технический институт*

<sup>3</sup>*Таврическая академия*

### **Анализ химического состава монет Золотой Орды и Крымского ханства (по материалам раскопок Мангупского городища в 2018 г.)**

В работе представлены результаты изучения серии монет периода Золотой Орды и Крымского ханства из раскопок Мангупского городища (Юго-Западный Крым) в 2018 г. Целью исследования являлось прецизионное определение состава монетных сплавов образцов методом рентгенофлуоресцентного анализа на настольном волнодисперсионном спектрометре последовательного действия Supermini 200 (Rigaku, Япония), который позволяет проводить анализ элементов от кислорода (O) до урана (U). Прибор Supermini 200 (рентгеновская трубка: 50 кВ, 200 Вт, Pd-анод; спектральное разрешение – 5–10эВ; предел концентрации для обнаружения – <0.01 %) обеспечивает высокое спектральное разрешение для разделения перекрывающихся пиков, что позволяет с большой точностью определить содержание как тяжелых, так и легких элементов в составе сплавов исследуемых монет. Съемка образцов происходит в вакууме и носит неразрушающий характер. Диаметр кюветы для твердой пробы составляет 44 мм с диаметром измерительного окна – 32 мм. Различия археологических находок по размерам и массе привели к необходимости изготовления дополнительной оснастки для надежной фиксации монет в спектрометре, что предотвращало искажение геометрии съемки при анализе и обеспечивало получение информации о составе сплава со всей поверхности изделия. Измерение проводилось с одной стороны образца. Изучение нумизматического материала включало также определение эмитента, даты, места выпуска и номинала монеты.

Все представленные для анализа нумизматические находки (рис.) происходят из раскопок двух важных архитектурно-археологических объектов Мангупского городища – крупнейшей средневековой крепости из группы «пещерных городов» Юго-Западного Крыма – дворцового комплекса 1425–1475 гг. в центральной части памятника, и, так называемой, «церкви 1967 г.» в восточной части городища вблизи скального обрыва Мангупского плато [Герцен, 1990; Герцен, Науменко, 2015; Герцен и др., 2017].



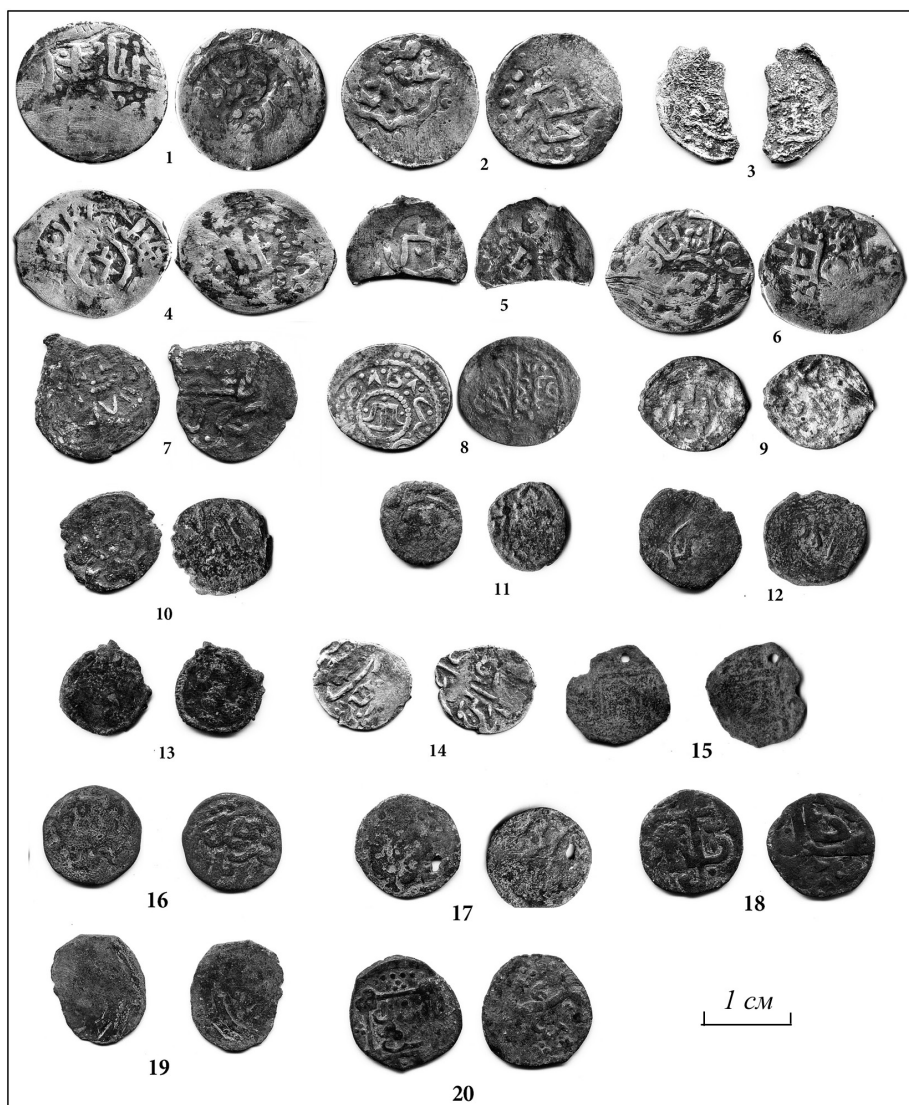


Рис. Монеты периода Золотой Орды и Крымского ханства из раскопок Мангупского городища

Княжеский дворец Мангупа является важнейшим объектом археологических исследований городища, начиная с начала XX в. [Герцен, Науменко, 2010]. Благодаря современным раскопкам памятника в течение 2006–2018 гг. удалось выявить на его площади, помимо выразительных строительных остатков резиденции правителей княжества Феодоро 1425–1475 гг., застройку нескольких строительных ярусов додворцового и постдворцового времени, в том числе золотоордынского (XIV в.) и османского (1475–1774 гг.) периодов в истории Мангупа. Таким образом, анализируемые в тексте монеты из раскопок дворца отражают, в той или иной степени, особенности монетного обращения в регионе в эти исторические периоды.

«Церковь 1967 г.» находится на эспланаде Мангупской цитадели на мысе Тешкли-бурун. На сегодняшний день сохранились лишь скальные «постели» под стены храма, полностью разобранные, очевидно, при возведении акрополя городища. Археологические иссле-

## Монеты Золотой Орды

№	Вес	Атрибуция	Элементный состав, масс. %							
			Cu	Pb	Fe	Ag	Sb	Ni	Ti	Прочие (Bi, Mn, Co, Cr, Ho)
1	0.85	Пул хана Тула-Буги (1287–1291 гг.). М. д.: Крым.	90.98	6.7	1.25	0.46	-	-	0.2	0.42 (Bi)
2	1.98	Пул периода 1350–1365 гг. М. д.: Сарай ал-Джедид.	94.32	3.35	0.49	0.58	1.2	0.06	-	-
3	1.88	Пул периода 1350–1365 гг. М. д.: Сарай ал-Джедид.	96.21	3.11	0.43	-	0.21	-	-	0.05 (Cr)
4	2.29	Пул хана Абдаллаха (1367–1370 гг.). М. д.: Азак.	96.07	1.31	0.99	-	1.07	0.05	0.15	0.36 (Cr, Ho)
5	0.74	Анэпиграфный пул XIV в.	88.41	8.13	2.4	0.66	-	-	0.4	-
6	2.35	Пул сер. – кон. XIV в. М. д.: Крым.	96.95	1.95	0.87	-	-	0.05	0.11	0.07 (Mn, Co)

*Примечание.* Здесь и далее приведены данные, округленные до сотых процента. Сумма всех составных компонентов сплава приведена к 100 %.

дования «Церкви 1967 г.» в 2018 г. позволили решить две важные задачи современного этапа изучения памятника – установить его назначение (храм-часовня обширного городского некрополя) и объективную верхнюю дату функционирования, в пределах 20–30-х гг. XV в., когда он был полностью разобран в связи со строительством цитадели городища.

Важно подчеркнуть, что все монеты из раскопок «церкви 1967 г.» (золотоордынский анонимный пул 1350–1365 гг. и три генуэзско-татарских аспра<sup>1</sup> выпуска 1420–1435 гг.), которые анализируются в работе, являются важными датированными находками, отражающими период функционирования и гибели храмового комплекса.

Группа золотоордынского материала включает шесть «медных» пулов и три серебряных данга. Ранняя джучидская чеканка, как известно, осуществлялась в двух регионах – городах бывшей Волжской Болгарии и в Крыму с середины XIII в. Первые крымские серебряные и медные монеты выпускались с именем правителей южной части Улуса Джучи и указанием монетного двора «Крым» [Федоров-Давыдов, 2003]. В 710 г.х.<sup>2</sup> хан Тохта провел денежно-весовую реформу, когда был введен единый по весу и курсу сарайский дирхем (данг). Фракции дирхема заменяются медными пулами [Сагдеева, 2005]. Все шесть «медных» пулов (табл. 1), вне зависимости от монетного двора и года их выпуска, чеканены из свинцовой бронзы, содержание свинца в которых колеблется в пределах от 1.95 до 8.1 %. К числу микропримесей относятся серебро от 0.46 до 0.66 % (табл. 1, 1, 2, 6), сурьма от 0.2 до 1.2 % (табл. 1, 2–4) и титан от 0.11 до 0.39 % (табл. 1, 1, 4–6). Можно предположить, что сплав меди с небольшим количеством свинца служил основным материалом для изготовления мелкой разменной монеты. В Крыму в 720 г.х. чеканится серебряная монета хана Узбека (1313–1341 гг.), после которой с 720 по 782 гг. дирхемы не выпускались [Сагдеева, 2005].

Как показало исследование Кубанского клада времени Узбек хана (231 монета чеканки м.д. Крым), весовая норма чеканки в Крыму была снижена по сравнению со столичным стандартом (м.д. Сарай ал-Махруса), и составляла для времени Узбека 1.131 г. [Петров и

<sup>1</sup> аспр (от греческого – белый) – серебряная монета Трапезундской империи (1204–1461 гг.), генуэзских колоний Северного Причерноморья и ряда стран Востока.

<sup>2</sup> г.х. – год по Хиджре (мусульманский календарь, начало которого связано с переселением Пророка Мухаммада из Мекки в Медину, отправной точкой новой эры служит 622 г. Р.Х.)

Таблица 2

## Серебряные монеты Золотой Орды и Крымского ханства

№	Вес	Атрибуция	Элементный состав, масс. %													
			Cu	Pb	Fe	Ag	Au	As	Ni	Ti	Bi	Прочие (In, V, Cr)				
1	0.9	Данг хана Узбека (1313–1341 гг.). М. д.: Крым. 720 г. х.	8.52	0.83	1.08	89.3	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1.09	Данг хана Токтамыша (1380–1395 гг.). М. д.: Крым, 796 г.х.	7.62	0.24	0.67	90.6	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	0.68	Золотая Орда, кон. XIV – нач. XV вв., (1/3 монеты)	8.04	0.34	0.78	90.4	-	-	-	-	-	0.43	-	-	-	-
4	0.83	Аспр генуэзской колонии Каффа. Выпуск 1420-1435 гг. н.э. М. д.: Кафа.	4.0	0.55	0.31	94.4	0.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0.49	Аспр генуэзской колонии Каффа. Выпуск 1420-1435 гг. М. д.: Кафа.	7.00	0.71	0.92	91.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0.86	Аспр генуэзской колонии Каффа. Выпуск 1420–1435 гг. М.д.: Кафа.	8.5	0.51	0.44	90.1	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	0.69	Акче крымского хана Хаджи-Гирея (1441–1466 гг.). М. д.: Крым. 867 г. х.	10.8	0.29	1.62	86.9	-	-	-	-	-	-	-	0.41	-	-
8	0.68	Акче крымского хана Хаджи-Гирея (1441–1466 гг.). М.д.: Кырк-Йер. 858 г. х.	5.26	0.51	1.07	92.4	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.39 (In)
9	0.53	Акче крымского хана Менгли Гирея, третье правление (1478-1515 гг.). М. д.: Кырк-Йер. 892(?) г. х.	16.8	0.78	1.93	79.9	-	-	-	-	-	-	-	0.39	-	0.21 (Cr)
10	0.54	Акче крымского хана Девлет Гирея I (1550 – 1577 гг.). М. д.: Крым.	70.2	-	1.4	27.7	-	-	-	-	0.46	0.1	-	-	-	0.13 (V)
11	0.53	Акче крымского хана Мехмед Гирея II (1577–1584 гг.). М. д.: Крым.	82.6	-	1.12	15.4	-	-	-	-	0.7	-	-	0.22	-	-
12	0.61	Акче крымского хана Девлет Гирей I (1550–1577 гг.) или Мехмед Гирей II (1577–1584 гг.). М. д.: Крым.	82.3	-	2.08	14.6	-	-	-	-	0.6	0.18	0.27	-	-	0.12 (V)
13	0.43	Акче Крымское ханство. Сер.-2-я пол. XVI в.	85.1	-	4.45	10.3	-	-	-	-	-	0.24	-	-	-	-
14	0.29	Акче крымского хана Гази Гирея II (1588–1596, 1597-1608). М.д.: Гезлев. 996 г.х.	6.11	0.89	1.26	91.6	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-

др., 2005]. Монета, найденная на городище Мангуп, обладает еще меньшими весовыми параметрами (табл. 2, 1). При хане Тохтамыше проводится новая реформа денежного дела Золотой Орды, направленная на общую унификацию денежного обращения: во всех центрах, кроме Хорезма, вводится единая весовая норма для серебряной монеты. Возобновленный монетный двор «Крым» в 796 г.х. (1393–1394 гг.) начинает выпуск дирхемов с большим числом штемпельных разновидностей. Однако, вес монеты недотягивал до стандартов [Федоров-Давыдов, 2003]. Золотоордынские данги крымской чеканки (табл. 2, 1–3), несмотря на заниженные весовые параметры, демонстрируют стабильное содержание базовых элементов (90 % Ag + 8 % Cu) и незначительное количество свинца и золота, видимо, рудного происхождения (табл. 2, 1–2). В составе одной монеты обнаружен титан (до 0.4 %) (табл. 2, 3). Несколько выше содержание серебра в монетах хана Узбека, найденных в ходе раскопок Болгарского городища: в их составе также зафиксировано наличие аналогичных примесей (Au; Pb) [Храмченкова и др., 2017].

Генуэзские колонии, основанные в Крыму после 1260 гг., достигли быстрого экономического развития в результате торговых операций, осуществлявшихся через обширную территорию Золотой Орды. Популярным средством обмена между золотоордынскими владениями и Западом с конца XIII в. становится аспр. В начале XV в. генуэзцы в Крыму начинают чеканку билинговой монеты, носящей на лицевой стороне генуэзский портал и имя Каффы, а на оборотной стороне – тамгу, инициалы татарского хана и арабскую легенду. Такие монеты чеканились весом в 1.1 г [Слепова, 2018]. Выпуск в Каффе серебряной двуязычной монеты был инициирован финансовой нестабильностью курса данга, которая являлась отражением смуты, разгоревшейся в Орде после гибели Едигея [Пономарев, 2018]. Аспры Генуэзской колонии Каффа (табл. 2, 4–6) выполнены из высокопробного серебра (до 94.4 %) с незначительными вариациями основных компонентов в сплаве (в пределах 4.5 %). К числу микропримесей, перешедших в сплав из руды, принадлежат золото (до 0.6 %), свинец (до 0.7 %).

Монеты Крымского ханства из раскопок Мангупа в 2018 г. представлены выборкой номиналов от середины XV до конца XVI вв. со значительными временными лагунами. Наибольший интерес представляют две монеты периода правления Хаджи Гирея (1441–1466 гг.). Результаты анализа элементного состава акче<sup>3</sup>, чеканенного на монетном дворе Крым (табл. 2, 7), демонстрируют значительное содержание меди (10.8 %) в серебряном сплаве, по сравнению с акче чекана г. Кырк-Йер (табл. 2, 8). Для монеты хана Менгли Гирея I (1467–1515 гг.) процентное содержание меди в серебряном сплаве еще выше и доходит до 17 % (табл. 2, 9). Акче хана Девлет Гирея I (1550–1577 гг.) представляют собой уже условные кредитные деньги, но еще со значительным содержанием серебра (до 28 %) (табл. 2, 10).

Исходя из данных, представленных в таблице 2, можно отметить, что содержание серебра в биллонах постепенно уменьшалось (Мехмед Гирей II – до 15.4 %; Девлет Гирей до 14.6 %).

Полученные данные свидетельствуют о наличии в денежном обращении Мангупа как монет полной металлической стоимости, так и обесцененных монет, в которых серебряный сплав «испорчен» большим количеством меди. Для изучения финансово-экономической истории городища необходимы исследования, охватывающие более представительные выборки монет из его многолетних раскопок городища. Но даже проведенное небольшое «пилотное» исследование представляет интерес, так как оно уже выявило некоторые тенденции монетного дела Крыма и окружающих территорий.

---

<sup>3</sup>акче – в крымско-татарском языке имеет значения собирательного существительного – «деньги», мелкая серебряная монета Османской империи и зависимых территорий.

*Авторы публикации выражают искреннюю признательность А.Г. Герцену – руководителю Мангупской археологической экспедиции КФУ им. В.И. Вернадского, за возможность самостоятельной публикации результатов современных раскопок памятника.*

*Исследование выполнено в рамках ряда научных проектов, поддержанных грантами РФФ (проект № 18-18-00193), и РФФИ – (проект № 19-09-00124, № 19-49-910007).*

## Литература

*Герцен А.Г.* Крепостной ансамбль Мангупа // Материалы по археологии, истории и этнографии Таврии. 1990. Вып. I. С. 87–166, 242–271.

*Герцен А.Г., Науменко В.Е.* Археологический комплекс третьей четверти XV в. из раскопок княжеского дворца Мангупского городища // Труды Государственного Эрмитажа. Т. LI. Византия в контексте мировой культуры. Мат. конф., посвящ. памяти А.В. Банк (1906–1984). СПб., 2010. С. 387–419.

*Герцен А.Г., Науменко В.Е.* Стратиграфия Мангупского городища: антропогенный и природно-географический контекст // XVI Боспорские чтения «Боспор Киммерийский и варварский мир в период античности и средневековья. Географическая среда и социум». Керчь, 2015. С. 88–100.

*Герцен А.Г., Науменко В.Е., Шведчикова Т.Ю.* Население Дороса-Феодоро по результатам комплексного археолого-антропологического анализа некрополей Мангупского городища (IV–XVII вв.): коллективная монография / отв. ред. А.И. Айбабин. М.: Нестор-История, 2017. 272 с.

*Петров П.Н., Студитский Я.В., Сердюков П.В.* Проводилась ли Токтой общегосударственная реформа 710 г.х. Кубанский клад времени Узбек-хана // Труды международных нумизматических конференций. Монеты и денежное обращение в Монгольских государствах XIII–XV вв. М., 2005. С. 142–147

*Пономарев А.А.* Монета Генуэзской Каффы, 1420–1475 // Труды Государственного Эрмитажа: 94: СПб.: Изд-во Гос. Эрмитажа, 2018. С. 123–134

*Сагдеева Р.З.* Серебряные монеты ханов Золотой Орды. Москва, 2005. 77 с.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

*А.И. Абзалова*

*МБУ ДО ПГО «ЦРТ им. Н.Е. Бобровой», г. Полевской,  
pao-arh@yandex.ru*

### **Орнитоморфное изображение с памятника Шайдуриха**

*(научный руководитель О.В. Непомнящая)*

Символ птицы пронизывает весь период существования человеческой культуры. С самых первых ее проявлений, орнитоморфный образ выступал важным компонентом воплощения мировоззрения людей в материальных объектах, которое не столько фактом отображения повседневной реальности, сколько носило глубокий космологический, мифологический и культовый смысл.

По мнению исследователей, с образом птицы связан комплекс различных представлений в мифологической картине мира энеолитического населения Зауралья: она и творец вселенной, и календарный символ, и посредник между мирами в вертикальной модели Вселенной; отмечалась связь образа птицы с духами-покровителями.

Во время исследования археологами Уральского федерального университета памятника Шайдуриха была зафиксирована уникальная находка – орнитоморфные изображения [Зырянова, 2017].

В результате исследований (2003–2004 гг.) экспедицией Уральского федерального университета на памятнике Шайдурихинское V, расположенном на северо-восточном берегу Аятского озера (Свердловская область), выявлены неолитические комплексы козловской, кошкинской, полуденской и боборыкинской культур, энеолитическое жилище и хозяйственные ямы аятской культуры.

За пределами сооружений найдено глиняное скульптурное изображение водоплавающей сидящей птицы из глины 6.5 см в длину и 4 см в высоту. Тело птицы массивное. Выделены голова, на которой хорошо виден клюв, крылья и хвост обозначены, но, вероятно, обломаны.

Подобные глиняные скульптурные изображения птиц исследователи фиксируют на ряде памятников Уральского региона и приближенных территориях и датируются эпохой неолита и энеолита [Сериков, 2007].

Проведя сравнительный анализ артефактов с памятников с данными культурами, мы пришли к выводу, что в археологических культурах – боборыкинской, полуденской, кошкинской – не фиксируются орнитоморфные изображения; для боборыкинской культуры характерны изображения змей и антропоморфа. Изображения птиц известны в козловской культуре (6–3 тыс. до н. э.) и проявляются в глиняной пластике.

*Автор выражает благодарность С.Ю. Зыряновой за консультационную помощь и возможность работать с коллекцией.*

### **Литература**

*Зырянова С.Ю.* Предметы первобытного искусства в комплексах поселения Шайдурихинское V (Среднее Зауралье) // Международная научно-практическая конференция «Шигирский идол в контексте древнего искусства Северной Евразии». Екатеринбург, 2017. С. 21–22.

*Сериков Ю.Б.* Глиняная пластика в эпохи неолита-бронзы // Ученые записки НТГСПА. Общественные науки. Нижний Тагил, 2007. С. 18–37.



## **Реконструкция технологии изготовления сопла с Иткульского I городища** (научный руководитель *О.В. Непомнящая*)

Племена иткульской культуры существовали на восточном склоне Уральских гор в I тыс. до н.э. Данная культура была металлоносной, на что указывают остатки печей на памятниках и артефакты, в числе которых глиняное сопло. Сопло – это канал переменного или постоянного поперечного сечения круглой, прямоугольной или иной формы, предназначенный для подачи жидкостей или газов с определённой скоростью и в требуемом направлении. Сопла встречаются на памятниках археологии тех культур, которые были связаны с металлургией, в том числе иткульской.

Исследователи иткульской культуры не раз предпринимали попытки реконструировать металлургический процесс с выплавкой и обработкой меди [Берс, 1963; Бельтикова, 1986]. Согласно реконструкциям и экспериментальным исследованиям, выплавка металла возможна только при искусственном поддуве с помощью воздуходувных мехов через сопло.

В фондах школьного археологического музея Полевского края хранятся фрагменты воздуходувных сопел с Иткульского I городища, описание которых сделано при участии научного сотрудника Института истории и археологии УРО РАН Е.Н. Дубовцевой.

Сопло встречается на металлургических площадках городищ иткульской культуры: Думная гора 1, Малый Вишнёвый-4 [Бельтикова, Стоянов, 1984; Бельтикова и др., 1988, 1993].

После изучения технологии металлургического производства было отмечено обязательное условие – наличие искусственного поддува. По фрагментам нами были смоделированы сопла иткульской культуры и предложена технология изготовления воздуходувных глиняных сопел: изготовление сопла на деревянной основе, в качестве основы использовался пучок травы. Следует отметить, что данный процесс не является трудоёмким, брака в процессе изготовления не было, и, как показал эксперимент, сопло легко изготовить из любого теста, независимо от наличия примесей (талька).

### **Литература**

- Бельтикова Г.В., Стоянов В.Е.* Городище Думной горы – место специализированного металлургического производства (предварительное сообщение) // Древние поселения Урала и Западной Сибири. Свердловск: УрГУ, 1984. С. 130–145.
- Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Свердловск: УрГУ, 1986. С. 63–79.
- Бельтикова Г.В.* Памятник металлургии на острове Малый Вишнёвый // Материальная культура древнего населения Урала и Западной Сибири. Свердловск: УрГУ, 1988. С. 103–117.
- Бельтикова Г.В., Викторова В.Д., Панина С.Н.* Металлургические комплексы на острове Каменные Палатки // Памятники древней культуры Урала и Западной Сибири. Екатеринбург: Наука, 1993. С. 134–158.
- Берс Е.М.* Археологические памятники Свердловска и его окрестностей. Свердловск, 1963. С. 81.

**Реконструкция мехов иткульских металлургов**  
(научный руководитель *А.В. Непомнящий*)

В 2018 г. город Полевской отметил свое 300-летие, и к этой дате был выпущен фильм «Первый город на Чусовой». В первой его части показаны сцены плавки меди древними металлургами. В реконструкции древних технологий принимал участие Полевской археологический отряд. Воздуходувные меха были сконструированы произвольно для бутафорских сцен. Во время экспериментальных работ в полевом лагере наш отряд использовал меха средневекового типа. Мех – устройство для нагнетания воздуха, состоящее из сопла, штанов (предмета для соединения мехов и сопла) и клапанов. Цель мехов в металлургии – подача воздуха и поддержка необходимой температуры в печи-горне. Изучив литературу, мы не нашли опубликованных реконструкций воздуходувных устройств древних культур.

По определению археологов, иткульская культура была основным производителем металла и изделий из него на Урале в III–VII вв. до н.э. Исследователи изучили несколько десятков остатков металлургических печей. Е.М. Берс [1963] реконструировала горны, описав их работу на естественной тяге без мехов. Г.В. Бельтиковой [1981] реконструированы несколько видов печей-горнов с применением искусственного дутья (мехов), выделив два класса и несколько подклассов. К первому классу отнесены двухкамерные ямы в плане восьмерки, в профиле – полуосьмерки. Воздуходувный мех могли помещать в предпечь, «вмазывая» сопло в заслонку топки. Ко второму классу относятся однокамерные ямы различной формы. Из некоторых камер идут по два канала, которые заканчиваются ямками. Последние могли использоваться для поддува мехами. По описанным остаткам печей достаточно сложно определить конструкции печей-горнов с мехами. О наличии последних говорят зафиксированные на памятниках иткульской культуры многочисленные сопла, в том числе ошлакованные.

Реконструкцию провести достаточно сложно, т.к. не известно ни одного воздуходувного меха, дошедшего до нас с древнейших времен. Источником для реконструкции могут послужить этнографические наблюдения, которые фиксируют 3 типа воздуходувных мехов: рукавные, горшечные и ящичные.

Горшечные меха, вероятно, не использовались, т.к. не зафиксировано сосудов (фрагментов) с отверстием диаметром 2 см и более для выхода воздуха из такого меха. Иткульское население обладало инструментами для работы по дереву (кельтами, тёслами, ножами) и маловероятно, что оно использовало меха ящичного типа из дерева так, как они описаны в этнографии, т.к. такая традиция неизвестна на нашей территории в средневековое время. С большой долей вероятности можно предположить, что иткульское население использовало меха рукавного типа, т.к. в лесах водились в большом количестве дикие животные. Металлурги рационально использовали животных и то, что оставалось от них: кожу, кости, жилы. Для подтверждения этой версии мы сшили из кожи старой куртки меха рукавного типа размерами 60 × 15 см, соединили их с соплом с помощью двух трубок диаметром 3 см и кожаными патрубками такого же диаметра. Работу мехов проверили во время плавки бронзы в глиняном тигле: металл расплавился. Таким образом, наша гипотеза о том, что иткульские металлурги использовали меха рукавного типа, подтвердилась.

## Литература

Бельтикова Г.В. О зауральской металлургии VII–III вв. до н. э. // Вопросы археологии Урала. Сб. науч. тр. Свердловск, 1981. С. 118–126.

Берс Е.М. Археологические памятники Свердловска и его окрестностей. Свердловск, 1963. С. 81.

**И.И. Киселёв**

МБУ ДО ПГО «ЦРТ им. Н.Е. Бобровой», г. Полевской,  
rao-arh@yandex.ru

### Анализ оттисков на керамике с Иткульского городища (научный руководитель А.В. Непомнящий)

При изучении коллекции керамики с Иткульского I городища был обнаружен фрагмент с оттиском наконечника стрелы. Г.В. Бельтикова определила иткульскую культуру как основного производителя изделий из цветного металла на восточном склоне Урала в I тыс. до.н.э. [1986]. К занятиям иткульского населения исследователи относят горное дело, металлургическое и керамическое производство, охоту и рыболовство. Фрагменты керамики делят ее на бытовую и техническую; в последней выделяются фрагменты литейных форм и обмазки печей-горнов. Лепка сосудов ручная, обжиг хороший; черепки плотные, в качестве примеси почти всегда использовался тальк. Во время изучения коллекций был обнаружен фрагмент керамики с Иткульского городища с оттиском наконечника стрелы, на верхней части которого зафиксировано отверстие. Длина фрагмента составляет 4.4 см, ширина – 1.8 см. Обратная сторона полукруглая, диаметр отверстия в верхней части оттиска – 1.1 мм.

В результате поиска аналогий мы обнаружили 4 оттиска в виде ямок. Все фрагменты найдены на Иткульском I городище, имеют миниатюрные размеры со средней длиной 4.7 см и шириной – 1.72 см.

С целью определения функционального назначения подобных артефактов мы обратились за консультацией к исследователям С.В. Кузьминых, С.А. Агапову, Ю.П. Чемякину, В.Г. Савину. Специалисты не смогли дать четкое определение функционального назначения этих артефактов, предположив, что они могли быть литейными формами. Нами выдвинуто еще несколько версий происхождения данного артефакта: оттиски могут являться изделиями детей литейщиков или несут votивный характер.

На наш взгляд, первая версия несостоятельна, т.к. оттиски не имеют литниковой воронки для залива металла, места для крепления сердечника и насечек для скрепления створок. Литейные формы для наконечников стрел на иткульских памятниках известны только из талька. В процессе исследования аналогий оттисков в соседних культурах не обнаружено, как и наконечников стрел в виде подвесок-кулонов. Версия о votивной функции оттисков опровергается отсутствием похожих оттисков или изделий на культовых площадках иткульской культуры.

Можно предположить, что оттиски являются изделиями детей-подростков. Старшее поколение редко доверяет своим детям рабочий инструмент или оружие, почти всегда для этих целей используются игрушки. Однако оттиски на керамике могут быть учебными литейными формами, с помощью которых готовили к работе будущих литейщиков.

## Литература

Бельтикова Г.В. Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Сб. науч. тр. Свердловск, 1986. С. 63–79.

## **Способы обработки поверхности сосуда** (научный руководитель *О.В. Непомнящая*)

Древний человек научился изготавливать глиняную посуду в эпоху неолита. Глиняная посуда, несмотря на то, что это очень распространённая находка, всегда уникальна, потому что по ней может быть датирован памятник и определено к какой археологической культуре относится посуда. Понять технологию изготовления посуды любого народа возможно, восстановив древние приёмы изготовления посуды с помощью эксперимента.

На основе экспериментальных исследований была сделана попытка определить способы обработки поверхности керамики из фондов школьного археологического музея Полевского края.

Среди механических способов обработки поверхностей сосудов можно выделить два основных: заглаживание и лощение [Бобринский, 1978].

На первом этапе работы был изготовлен глиняный сосуд. Сосуд сконструирован способом налёпа. Изготовленный сосуд был разделён на 4 части, каждая была обработана по сырой глине снаружи и по сухой глине изнутри разными материалами: кость, камень, керамика, кожа.

В результате эксперимента было установлено, что при обработке сырой поверхности галькой сосуд хорошо отполирован, следы лощения плохо видны; при лощении керамикой четко видны следы в виде бороздок; при обработке костью следов практически не видно, сосуд отполирован хорошо; при лощении кожей следы не фиксируются, полировка проведена не до конца.

Второй эксперимент заключался в том, что были изготовлены 7 брусков размерами 9×5 см, которые были обожжены в муфельной печи. Одна сторона была залощена по сырой, другая – по сухой глине. Обработка поверхности производилась кожей, пальцами, деревянным бруском, пучком травы, галькой, керамикой и металлом.

Затем мы попытались выяснить, чем именно проводили лощение население иткульской культуры. Для эксперимента было отобрано 50 фрагментов керамики и после рассмотрения они были сопоставлены с эталонными образцами. В результате исследования мы установили, что в качестве лощила чаще использовалась кожа, которой обрабатывали как влажную, так и сухую поверхность (26 %), и преобладает обработка керамики с помощью кожи по влажной глине.

Количество обработанных фрагментов с помощью пальца (внутренняя поверхность), металла (внешняя), травы (внутренняя), камня (внутренняя), кожи по сухой (внешняя) составило от 5 до 6 %. Менее 4 % составила керамика, обработанная с помощью кости, керамического лощила, камня по сухой поверхности и дерева.

Таким образом, можно предположить, что население иткульской культуры отдавало предпочтение обработке с помощью кожи по влажной глине и реже – с помощью кости и керамики. Данный эксперимент не противоречит найденным на Иткульском I городище артефактам – одному лощилу из керамики и костяному ножу, который Г.В. Бельтиковой [1986] интерпретирован как лощило.

### **Литература**

- Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Сб. науч. тр. Свердловск, 1986. С. 63–79.  
*Бобринский А.А.* Гончарство Восточной Европы. М.: Наука, 1978. 275 с.

## АННОТАЦИИ

УДК 01/902+55

**Вклад В.В. Зайкова в развитие геоархеологии.** Зайкова Е.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Показана эволюция применения методов геологии в археологии от оптической микроскопии и спектрального анализа до LA-ICP-MS. Большинство возможных методов применялось в дружном коллективе, собранном В.В. Зайковым. Он лично участвовал в сборах материала, проводил все оптические исследования, много часов и дней работал вместе с аналитиками. Им выявлены многочисленные микровключения минералов группы платины в золоте артефактов. Совместно с Е.В. Зайковой отработывал способы наиболее выразительного графического изображения результатов. Параллельное исследование золота россыпей позволило наметить вероятные источники золота, использовавшегося мастерами древности. Применение геоморфологических признаков позволило обнаружить древние рудники.

Илл. 3. Библ. 7.

УДК 902/904

**Технологический процесс выделки кожевенного сырья: опыт применения РФА (по материалам раскопок в Старой Руссе).** Нефёдова М.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

На основе российских и зарубежных исследований для решения проблем, связанных с изучением средневековой технологии выделки кож, предлагается применение неразрушающего рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). Объектом исследования являются находки из кожи второй половины XIV – начала XV в., обнаруженные в ходе раскопок в Старой Руссе в 2015 г. на Пятницком-II раскопе. Представлен РФА образцов не только археологической кожи, но и современных образцов, подготовленных для эксперимента: шкуры без обработки; кожи растительного и хромового дубления.

Табл. 2. Библ. 7.

УДК 902/904; 543.51

**Исследование технологии изготовления «серпов» из клада Сосновая Маза.** Лобода А.Ю., Шишлина Н.И., Терещенко Е.Ю., Ретивов В.М., Каменских И.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В данной работе представлены результаты метрического и трасологического анализа, а также исследования элементного состава методом ИСП-МС 42 серпов Сосново-Мазинского клада из коллекции Государственного Исторического музея и 2-х серпов из собрания Саратовского областного музея краеведения. Было определено, что основными компонентами сплава во всех случаях являются медь (91.3–99.2 %) и железо (0.02–7.85 %). Трасологический анализ серпов выявил ряд следов на поверхности предметов, которые были отнесены к трем технологическим этапам: литье, постлитейная обработка и вероятное использование серпов. Сопоставление результатов метрического и трасологического анализа позволило выявить восемь серий серпов. Каждая серия, предположительно, была отлита в одной, вероятнее всего, каменной литейной форме.

Илл. 1. Табл. 1. Библ. 5.

УДК 902, 903-03

**Функциональное назначение теплотехнических сооружений бронзового века Южного Зауралья (по материалам поселения Звягино-4).** Алаева И.П., Васючков Е.О., Медведева П.С., Рассомахин М.А., Виноградов Н.Б. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В статье поднимается проблема специализации теплотехнических сооружений, т.н. очагов бронзового века. Существенной проблемой является отсутствие методик диагностики функционального предназначения очажных конструкций. Одним из слабопробированных на сегодняшний день методов остается рентгенофлуоресцентный анализ грунта из заполнения данных объектов. В работе представлены результаты анализа грунтов из очажных сооружений поселения Звягино-4. Различия элементного состава грунта, извлеченного из разных теплотехнических объектов, может свидетельствовать о специализации очагов. Это позволяет сделать вывод о существовании в бронзовом веке устойчивых типов очажных конструкций с различными функциями: производственных очагов и специальных отопительных сооружений.

Илл. 2. Табл. 1. Библ. 10.

УДК 902.01

**Опыт применения метода рентгенофлуоресцентной спектроскопии при проведении городских охранных раскопок в г. Кургане в 2014 году.** Мергенева К.Н. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Работа посвящена применению геохимических методов, в частности, рентгенофлуоресцентной спектроскопии при проведении городских охранных раскопок в г. Кургане на примере городской усадьбы XIX вв. В результате были получены данные о концентрации химических элементов в культурных слоях, позволяющие установить хозяйственное назначение усадьбы, а именно кожевенное производство.

Библ. 4.

УДК 902:550.47:549.02(470.55)

**Изотопный анализ стронция в современном сырье и ископаемом текстиле.** Киселева Д.В., Червяковская М.В., Шишлина Н.И. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе приводятся результаты исследования изотопных отношений стронция в шерсти современных животных и археологического шерстяного текстиля эпохи бронзы. Использованный протокол очистки позволяет удалить как минеральные загрязнения, так и липидную фракцию шерсти. Вариации изотопных соотношений стронция в археологических образцах шерстяного текстиля из могильников Самарской и Оренбургской области демонстрируют, что происхождение сырья для их изготовления должно быть связано с двумя разными ареалами.

Илл. 1. Табл. 1. Библ. 9.

УДК 902.26; 528

**Визуализация экспонатов Музея археологического дерева «Татарская слободка».** Овечкина Л.В., Вафина Г.Х. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В рамках создания Музея археологического дерева «Татарская слободка» был создан электронно-цифровой архив трехмерных моделей деревянных предметов. Пространственные модели деревянных сооружений можно построить методами фотограмметрии двумя способами, получив таким образом «монолитную» или «сборную» модель объекта. Каждый из способов создания модели обладает как достоинствами, так и недостатками. «Монолитная» модель отличается высокой скоростью получения модели и малым объемом занимаемой памяти; «сборная» – позволяет компоновать модель сооружения из элементов в компьютере без его фактического сбора в пространстве.

Илл. 2. Библ. 7.



УДК 631.48

**Вариабельность магнитной восприимчивости почв в связи с отражением палеоклиматических обстановок и влиянием почвообразующих пород.** Плеханова Л.Н. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Биоклиматические условия формирования почв значительно отражаются на магнитных свойствах почв. Проведены сравнения магнитной восприимчивости погребенных почв и курганных насыпей различных хроносрезов на памятниках преимущественно связнопесчаного гранулометрического состава. Значения магнитной восприимчивости на кургане Кремень на один-три порядка ниже значений для памятников Степное и Солончанка. Однако профильный ход кривых МВ позволяет судить о высокой степени изоляции древних насыпей для хроносрезов в 100 и 1600 лет. На хроносрезе 800 лет данный показатель нерезультативен, а для хроносрезов эпохи бронзы выявлены переслаивание подстилающих пород, и высокие значения магнитной восприимчивости в культурном слое «горельник». Используя каппаметрию возможно получать экспресс-характеристики количества высокомагнитных железосодержащих почвенных минералов, что отражает условия формирования исследуемых почв.

Табл. 2. Библ. 10.

УДК 550.8; 902.21

**Использование геофизических методов при поиске и изучении памятников древней металлургии железа в Приольхонье (западный берег Байкала).** Снопков С.В., Давыденко Ю.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Западное побережье озера Байкал (Приольхонье) – территория, на которой в прошлом производилось железо. Об этом свидетельствуют многочисленные следы сыродутного металлургического процесса. В изучении памятников черной металлургии большую роль играют геофизические методы разведки, которые не только позволяют выявить памятники, но и произвести их предварительную реконструкцию. Эти задачи решаются детальной магниторазведкой, в сочетании с методами электро-разведки, такими как электромагнитное профилирование, георадиолакация и электротомография.

Библ. 7.

УДК 550.8; 902.21

**Магнитная восприимчивость шлаков железовосстановительных горнов Приольхонья (Западное Прибайкалье).** Назин А.М. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Изучение флангов археологического памятника Курминское озеро 1 позволили выявить три новых памятников древней черной металлургии. Новые объекты были обнаружены по магнитным аномалиям и скоплениям металлургических шлаков. На всех образцах шлаков было проведено измерение магнитной восприимчивости. В результате измерений было установлено, что шлаки с двух памятников подобны шлакам с металлургических центров раннего железного века, а один – средневековым.

Библ. 4.

УДК 550.8; 902.21

**Опыт применения электромагнитных зондирований при исследовании средневековой стоянки «Черноруд-2» в урочище Бул-Дурун (Западное Прибайкалье).** Скрыпниченко Д.А., Давыденко Ю.А., Снопков С.В., Харинский А.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе описаны результаты апробации электромагнитного сканера «Nemfis» на археологических объектах Приольхонья (Западное Прибайкалье). Целью опытных работ была оценка применимости частотного электромагнитного зондирования для картирования верхней части разреза в

условиях высокоомного геологического разреза. Проведенная интерпретация материалов позволила выделить влияние тонкого приповерхностного слоя четвертичных отложений, в том числе археологических объектов.

Библ. 5. Илл. 3.

УДК 550.8; 902.21

**Применение GIS технологий в изучении памятников позднего бронзового века на территории лесостепного Притоболья.** Ананьин А.В. Новиков И.К // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ИМин УрО РАН, 2019.

В статье рассмотрено использование геоинформационных технологий в археологии лесостепного Притоболья. Применение геоинформационных технологий позволило скорректировать теорию расселения позднего бронзового века на территории лесостепного Притоболья. Рассмотрены примеры синтеза неразрушающих методов исследования с классическими методами археологии на примере поселенческого (поселение позднего бронзового века Золотое-1) и погребального (могильник «Звериноголовский курган») памятников.

УДК 902.26; 528

**Построение пространственной модели мусульманского кладбища Биш-Балта и прилегающей территории.** Вафина Г.Х., Овечкина Л.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ИМин УрО РАН, 2019.

В результате исследований была проведена геодезическая съемка кладбища Биш-Балта с прилегающей к ней территорией и фотографическая съемка каждого сохранившегося надгробного камня, находящегося на ее территории. Полученные данные были объединены в единую модель поверхности. Пространственная модель кладбища обладает рядом преимуществ. Она информативна, точна и реалистично отражает объекты окружающего мира, дает возможность проводить необходимые линейные измерения дистанционно.

Илл. 1. Библ. 4.

УДК 902.2

**Металл в погребальных обрядах ямной культуры Волго-Уралья как индикатор социальной значимости погребенного индивида.** Файзуллин А.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Работа посвящена роли металла в погребальной обрядности населения ямной культуры Волго-Уральского междуречья. Сравнение трудовых затрат и встречаемости металла в захоронениях ямной культуры показывает, что металл находился чаще в захоронениях с высокими трудовыми затратами. К таким захоронениям можно отнести погребения лидеров-вождей ямной культуры. Именно поэтому нахождение в погребении ямной культуры предметов из металла является четким индикатором социальной значимости индивида в обществе ямной культуры Волго-Уралья.

Илл. 1. Библ. 13.

УДК 902.2

**Учебно-экспериментальный лагерь школьников как форма исследовательской деятельности.** Непомнящий А.В., Непомнящая О.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Показано значение опыта учебно-экспериментального лагеря Полевского археологического отряда не только для обучающихся, но для педагогов и учёных, которые имеют возможность передать свои знания подрастающему поколению, и создают условия для ранней профессиональной ориентации.

УДК 902:543.427.34:543.424.2:543.442.2

**Минеральный состав пигментов наскальной живописи из Игнatieвской пещеры и Идрисовской II писаницы.** Киселева Д.В., Шагалов Е.С., Панкрушина Е.А., Рянская А.Д., Широков В.Н. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе приводятся результаты исследования элементного состава и структуры пигментов изображений Игнatieвской пещеры и Идрисовской II писаницы с использованием сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией, рамановской микроспектроскопии и рентгенофазового анализа. Показано, что основными неорганическими компонентами пигментов являются гётит и гематит-содержащие охры и углерод, скорее всего из жженой кости; органическое связующее имеет животное происхождение. Технология изготовления красителя могла включать стадию тщательного растирания неорганического сырья со связующим, а нанесение краски могло происходить послойно. Для изображений Идрисовской II писаницы характерно наличие оксалатов кальция, образовавшихся вследствие взаимодействия органических компонентов с веществом породы, которые могут выполнять стабилизирующую функцию и защищать пигменты от выветривания и надежно фиксировать краситель к субстрату.

Илл. 3. Библ. 6.

УДК 903.21(470.51/.54).

**Необычный неолитический макропластинчатый комплекс со стоянки Выйка I (Среднее Зауралье).** Сериков Ю.Б. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В статье анализируется оригинальный комплекс крупных нуклеусов и пластин, выполненных из необычного для Среднего Зауралья минерального сырья – белой кремнистой породы. Пластины имеют в основном неправильное гранение и неровные боковые края. Их длина доходит до 12.3 см, ширина колеблется от 1.6 до 4.5 см. Отличает пластины их толщина, достигающая до 1.6 см. В целом, крупнопластинчатый комплекс Выйки I соответствует развитому неолиту Среднего Зауралья, для которого характерны пластины шириной 1.8–2.5 см, изготовленные из светло-серой кремнистой породы.

Илл. 2. Библ. 5.

УДК 903-03(470.5)

**Сырьевая характеристика каменных подвесок на памятниках каменного века Урала.** Назмутдинова Н.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Каменные подвески на территории Урала известны во всех эпохах каменного века – от верхнего палеолита до энеолита. Практически всегда для их изготовления использовались мягкие породы камня: тальк, офит, серпентинит, серые, зеленоватые и темно-красные сланцы. Для изготовления подвесок важную роль играл цвет минерального сырья. В эпоху мезолита предпочитали использовать зеленые серпентиниты, а в энеолите перешли к изготовлению подвесок из темно-красного пиррофиллитового сланца (шифера). Подвески из шифера были широко распространены на территории Среднего Урала и Западной Сибири. На протяжении всего каменного века подвески выступали как знаки силы, защиты, маркеры принадлежности, социального статуса или заслуги.

Библ. 10.

УДК 477.6:552.21»631/634»

**Кремневое сырье в каменном веке и энеолите Донбасса.** Манько Н.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Основываясь на опыте практической археологии и литературных данных, в геологических источниках Донбасса были выделены 5 основных типов кремневого сырья, в наибольшей степени

использовавшихся первобытным человеком. Основанием для данной типологии послужило большое количество обработанных каменных орудий и продуктов первичного расщепления, обнаруженных на ряде памятников периода каменного века – энеолита, а также образцы кремня из естественных месторождений.

Библ. 10.

УДК 902.01

**Особенности производственного инвентаря гиссарской неолитической культуры (Южный Таджикистан).** Бостанова Т.М., Скакун Н.Н., Шульга Д.М. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Особенность камнеобработки гиссарской культуры заключается в использовании двух видов каменного сырья: речных галек и неокатанного кремня. Причем технология изготовления галечных чопперов, чоппингов, скребел тождественна палеолитическим орудиям, а в кремневой индустрии присутствуют микропластины, геометрические микролиты, характерные для мезолитической эпохи. Возможной причиной такого длительного сохранения архаических традиций является географическая замкнутость этого региона Южного Таджикистана, отделенного горными хребтами от других неолитических культур Средней Азии – джейтунской и кельтиминарской. Процентное соотношение каменных изделий на памятниках Гиссара следующее: галечные – 70 %, из неокатанного кремня – 30 %. Трасологические исследования производственного инвентаря некоторых памятников культуры выявили зависимость между инструментами определенного назначения и сортом сырья, из которого они изготовлены.

УДК 902.01

**Значение камнеобрабатывающего производства в эпоху бронзы (по материалам Гонур-Депе, Южный Туркменистан).** Терехина В.В., Скакун Н.Н. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Технология изготовления каменных предметов эпохи бронзы в настоящее время недостаточно изучена. Это в полной мере относится и к материалам Южного Туркменистана, где известны крупные многослойные поселения. К ним относится Гонур-Депе, административный и религиозный центр Древней Маргианы. Среди его материалов выявлены так называемые «колонки», которые чаще всего встречаются в сакральных комплексах. По форме они напоминают шахматную фигуру – ладью, верхняя часть некоторых экземпляров имеет грибовидную шляпку. Кроме того, на поверхности нескольких колонок найдены частицы оксида металла, что подтверждает заключение об использовании в процессе изготовления колонок металлических орудий. Глубина желобков не превышает 0.1 см, некоторые из них имеют арочный, а другие — прямоугольный профиль. В изученной коллекции вариabельность размеров колонок, местоположения желобков не связаны с разными формами этих изделий. В будущем предполагается экспериментальное воспроизведение технологии изготовления колонок, что позволит детализировать процесс их производства.

Илл. 1.

УДК 902.01

**Типологический анализ пластинчатой индустрии Липчинского поселения по материалам раскопок 1995–1996 гг.** Храмцов М.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе рассмотрена пластинчатая индустрия коллекции Липчинской стоянки. Непростые условия залегания материала обусловили вероятностный характер полученных выводов. Описан орудийный набор и выделены характерные черты пластинчатого комплекса: малый удельный вес пластин в коллекции, преобладание экземпляров с вторичной обработкой, наличие наконечников

кельтеминарского типа, преимущественное использование пластин средней ширины, частое использование краевой ретуши, наличие необработанных пластин с ретушью утилизации. В пластинчатой индустрии сочетаются раннеолитические и позднеолитические (энеолитические) черты, что позволяет предположить двойственный характер комплекса.

Илл. 2. Табл.1. Библ. 6.

УДК 552.08 (575)

**Минеральный состав богатых руд Михайловского рудника (Центральное Оренбуржье).** Юминов А.М, Гузаирова А.Е., Блинов И.А. // Геоархеология и археологическая минералогия–2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Богатые медные руды, разрабатываемые в бронзовом веке на Михайловском руднике, представлены зональными медистыми стяжениями округлой или овальной формы. Они содержатся в маломощных прослоях разрыхленных пылеватых алевролитах пермского возраста. В рудах диагностировано 24 различных минерала, представленных сульфидами, оксидами, силикатами и карбонатами. Явное преобладание халькозина и ковеллина в стяжениях предопределили повышенные концентрации меди в данном типе руд (35–70 %), на порядок превышающие содержание полезного компонента в медистых песчаниках. Небольшая глубина залегания и относительно легкие условия разработки месторождения позволили проводить добычу ценных руд даже примитивным инструментом, использовавшимся древними горняками 4 000 лет назад. Вместе с тем, отсутствие в сырье оксидов меди, в частности куприта – минерала, образующегося в том числе при прокаливании медных руд, ставит под сомнение предположения археологов о предварительном обжиге сырья.

Табл. 1. Библ. 5.

УДК 904, 902, 903-03

**Аслаевский медный рудник на Южном Урале: орудия горного дела.** Алаева И.П., Валиахметова З.А., Медведева П.С., Анкушев М.Н., Рассомахин М.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе представлены результаты обследования Аслаевского медного рудника (граница Челябинской области и Башкортостана). Особенности выработки, материалы шурфовки отвала рудника, исторические свидетельства указывают на функционирование объекта в Новое время, в период XVIII–XIX вв. С поверхности отвала рудника происходит коллекция каменных орудий горного дела. Характеристики орудий с Аслаевского рудника находят удивительное сходство с орудиями горного дела бронзового века. Последнее может свидетельствовать о неизменности некоторых элементов технологии разработки медных рудников на протяжении тысячелетий и о возможной экстраполяции некоторых данных Нового времени к интерпретации материалов бронзового века.

Илл. 2. Табл. 2. Библ. 12.

УДК 902.01

**История изучения бус кочевников раннего железного века Южного Приуралья.** Нуркенова А.Ж. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе рассмотрена проблема истории изучения бус кочевников раннего железного века Южного Приуралья. Проведен анализ литературы советского и современного периодов, который показал нерешенные задачи в исследовании бус.

УДК 903.01

**Эксперименты по сверлению нефрита полый костью.** Грехов С.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО, 2019.

Использование нефрита в качестве материала для изготовления различных изделий, началось еще в палеолите. При обработке нефрита древнее население Евразии применяло технику шлифовки, полировки, пиления, резания, сверления. Данная работа посвящена изучению технологии сверления нефрита с помощью полой кости. Экспериментальным путем было установлено, что помимо каменных сверл, нефрит можно просверлить и костяными. В ходе сверления, были использованы разные инструменты, что позволило выявить преимущества и недостатки того или иного способа сверления, а также отработана методика изготовления отверстий большого диаметра сверлами из полой кости.

Илл. 2. Библ. 8.

УДК 902:543.427.34:543.442.2

**Рентгенофазовый анализ на основе полнопрофильного метода Ритвельда при исследовании минерального состава фрагментов археологической керамики.** Пискарева М.П., Рянская А.Д., Гуляева Т.Я., Киселева Д.В., Пантелеева С.Е. // *Геоархеология и археологическая минералогия-2019*. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Минеральный состав 33 фрагментов керамики синташтинского типа из укрепленного поселения Каменный Амбар (Южный Урал) определен по результатам рентгенофазового анализа на основе полнопрофильного метода Ритвельда. Проведено сопоставление результатов полнопрофильного рентгенофазового анализа смесей с данными рентгенофлуоресцентного метода по содержанию основных оксидов. По наличию хлорита, кальцита, мусковита и отсутствию новообразованных высокотемпературных фаз можно сделать вывод о довольно низкой температуре обжига (для ряда образцов не превышающей 650 °С, а для некоторых – находящейся в диапазоне 650–800 °С). Для большей части образцов установлено, что атмосфера в процессе отжига была преимущественно восстановительная, для пяти фрагментов керамик – окислительная.

Илл. 1. Библ. 9.

УДК 903.01/.09

**Металлургия бронзового века Среднего Урала: к постановке проблемы.** Корочкова О.Н. // *Геоархеология и археологическая минералогия-2019*. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Поднимаются вопросы открытия и первых опытов использования меднорудных месторождений Среднего Урала в начале II тыс. до н.э. В центре внимания – возможные модели ранней металлургии и горного дела носителей коптыковской культуры, проблемы становления и развития «высоких технологий» в среде населения присваивающего образа жизни, основанные на тесных информационных связях с носителями сейминско-турбинских и евразийских традиций металлообработки.

Библ. 10.

УДК 902

**Металлургические шлаки поселения позднего бронзового века Родниковое.** Анкушев М.Н., Файзуллин И.А., Блинов И.А. // *Геоархеология и археологическая минералогия-2019*. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2018.

В работе представлена минералогическая характеристика металлургических шлаков поселения позднего бронзового века Родниковое, относящегося к Приуральскому горно-металлургическому центру. Выделено 2 типа шлаков: стекловатые сульфидсодержащие и пироксеновые. Проанализированы основные минералого-геохимические индикаторы шлаков. Основным источником сырья являлись богатые сульфидные руды медистых песчаников. По аналогии с хорошо изученным в плане минералогии металлургических шлаков поселением Горный 1, предположено, что оба типа шлаков относятся к срубному этапу функционирования поселения.

Илл. 2. Табл. 3. Библ. 9.



УДК 902

**Типы руды и сплавов в Европе и Евразии (сравнительный анализ в социально-экономическом контексте).** Григорьев С.А. // Геоархеология и археологическая минералогия–2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2018.

Объемы потребляемого металла определяются уровнем социально-экономического развития, а типы используемых руд зависят от геологического фактора. В РБВ Центральной и Северо-западной Европы преимущественно использовались блеклые руды обильные в Центральной Европе, а для Евразии они не характерны. Из-за скотоводческой экономики с низкой плотностью населения в Евразии не получает бурного развития производство меди, основанное на больших объемах плавки медно-железных сульфидов, и налаженная сеть торговли и обмена металлами не формируется. Таким образом, помимо безусловно важных для истории металлургического производства вопросов рудной базы и адекватной технологии, решающим фактором был социально-экономический, который и стимулировал развитие технологий и выбор месторождений того или иного типа.

Илл. 2. Библ. 6.

УДК 550.8; 902.21

**Приольхонский горно-металлургический район.** Снопков С.В., Харинский А.В. // Геоархеология и археологическая минералогия–2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Приольхонье – участок западного побережья оз. Байкал – на протяжении последних двух тысяч лет являлось одним из центров производства железа. Здесь обнаружены многочисленные следы черной металлургии прошлого. Приольхонье обладает большими запасами легкодоступных, разнообразных по составу и генезису, железных руд, что в сочетании с большими залесенными участками представляло благоприятное место для развития сыродутной черной металлургии. В ходе исследований было выявлено несколько этапов активизации железоделательного производства, каждый из которых характеризуется разными конструктивными особенностями железвосстановительных горнов. Высокая концентрация памятников древней черной металлургии и следов горно-добывающей деятельности на западном берегу центрального Байкала позволяет рассматривать Приольхонье как отдельный горно-металлургический район, который в древности играл важную роль в снабжении племен юга Восточной Сибири (а возможно и большей территории) железом.

Илл. 5. Библ. 18.

УДК 550.8; 902.21

**Обнаружение нового типа железвосстановительных горнов в Приольхонье (Западное Прибайкалье).** Данилевская В.Э., Снопков С.В. // Геоархеология и археологическая минералогия–2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

Летом 2018 года в Приольхонье проводились магниторазведочные исследования на флангах археологического памятника «Курминское озеро-1». В результате поисковых работ и геофизической съемки были обнаружены два участка с интенсивными магнитными аномалиями. Один из исследованных участков похож на известные металлургические центры раннего железного века, а второй представляет собой неизвестную ранее конструкцию.

Библ. 3.

УДК 902/904

**Особенности организации металлопроизводства алакульской культуры в Мугоджарах.** Фомичев А.В. // Геоархеология и археологическая минералогия–2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе рассматриваются вопросы организации металлургии в хозяйстве населения кожумбердынского населения алакульской культуры в пределах Мугоджар. Приводится характеристика

производственных построек и площадок на поселениях позднего бронзового века, где происходила выплавка металла и другие операции металлургического цикла. Выделяются типы теплотехнических сооружений связанных с металлопроизводством.

Библ. 18.

УДК 549:902(470.55)

**Новые данные по металлургии эпохи бронзы: материалы поселения Левобережное (Синташта II).** Петров Ф.Н., Анкушев М.Н., Блинов И.А., Рассомахин М.А., Батанина Н.С., Малая Н.В. // Геоархеология и археологическая минералогия–2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе рассмотрены новые данные по результатам раскопок поселения поздней бронзы Левобережное (Синташта II). К числу наиболее интересных находок сезона 2018 г. относятся медно-железная капля и стекловатый безсульфидный шлак. С помощью методов рентгенофлуоресцентного анализа, оптической и электронной микроскопии установлен состав артефактов. Медно-железный слиток, обнаруженный на поселении Левобережное, может быть связан с начальными опытами металлургии железа в регионе. Стекловатый шлак по совместному нахождению с фрагментом керамического тигля, аналогичного тиглям межовской культуры, может быть отнесен к металлургической технологии эпохи финальной бронзы.

Илл. 2. Табл. 4. Библ. 7.

УДК 902.6

**Анализ химического состава монет Золотой Орды и Крымского ханства (по материалам раскопок Мангупского городища в 2018 г.).** Антипенко А.В., Науменко В.Е., Наухацкий И.А., Максимова Е.М., Смекалова Т.Н. // Геоархеология и археологическая минералогия-2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе представлены результаты исследования серии монет периода Золотой Орды и Крымского ханства из раскопок Мангупского городища (Крым) в 2018 году. Комплексный анализ нумизматического материала включал определение элементного состава монетного сплава методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии, а также эмитента, даты, места выпуска и номинала монеты. Полученные данные свидетельствуют о наличии в денежном обращении средневекового городища Мангуп как монет полной металлической стоимости, так и обесцененных монет, в которых серебряный сплав «испорчен» большим количеством меди.

Табл. 2. Библ. 10.

УДК 902:549.283(571.13:470.41)

**Электронная микроскопия драгоценных нитей могильника Исаковка I и городища Болгар.** Федотова Ю.В., Анкушев М.Н., Блинов И.А., Шарапова С.В. // Геоархеология и археологическая минералогия–2019. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В работе приводятся результаты изучения образцов золотого шитья с двух одновременных объектов: курганного могильника Исаковка I раннего железного века и погребений средневекового городища Болгар. Методом СЭМ установлен состав золотых нитей могильника Исаковка I, качественно определен состав серебряных нитей Болгара. Состав золота (соотношение Au-Ag-Cu) может значительно колебаться как между разными нитями, так и в пределах одного образца. Полученные данные позволяют сделать вывод, что для изготовления золотых нитей мог смешиваться различный металл, как самородное золото (возможно, с разных рудных месторождений), так и золотой лом либо иные изделия. Анализ отдельных волокон сердечников нитей при большом увеличении подтвердил, что в золотом шитье Болгара использовался шелк. Для дальнейших исследований предлагается использование высокоточных методов анализа.

Илл. 4. Табл. 1. Библ. 10.

**К вопросу об использовании блеклых руд для выплавки металла в эпоху бронзы.**

Шубин Ю.П. // *Геоархеология и археологическая минералогия-2019*. Миасс: ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН, 2019.

В металлопроизводстве эпохи бронзы существенное значение отводится сурьмяно-мышьяковой бронзе, получение которой связывается с использованием блеклых руд. При широком распространении последних нет прямых археологических доказательств этого предположения. Геолого-минералогическая оценка сульфидной минерализации, включающей минералы блеклых руд, не позволяет отводить последним существенную самостоятельную роль для получения бронзы соответствующего состава. Блекловорудные концентраты могли использоваться для получения высокомышьяковистой схожей с серебром бронзы, используемой для изготовления украшений, а также в качестве легирующей добавки (руда в руду). Попутным продуктом переплавки блеклых руд было серебро. Всё это отчасти объясняет отсутствие вещественных свидетельств её металлургического передела в эпоху бронзы.

Библ. 10.

## Организации – участники Школы–2019

**ВХНРЦ** – Всероссийский художественный научно-реставрационный центр имени академика И.Э. Грабаря, г. Москва

**ГИМ** – Государственный Исторический музей, г. Москва

**ГИМ ЮУ** – Государственный исторический музей Южного Урала, г. Челябинск

**ГКОУ СЕРОВ** – Государственное казенное образовательное учреждение Серовская школа-интернат, г. Серов, Свердловской обл.

**ДонГТУ** – Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск

**ДонНУ** – Донецкий национальный университет, г. Донецк

**ИА РТ** – Институт археологии им. А.Х. Халикова Академии наук Республики Татарстан, г. Казань

**ИГГ УрО РАН** – Институт геологии и геохимии имени ак. А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург

**ИИА УрО РАН** – Институт истории и археологии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург

**ИИМК РАН** – Институт истории материальной культуры Российской академии наук, г. Санкт-Петербург

**ИрГУ** – Иркутский государственный университет, г. Иркутск

**ИРЕА** – Научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ, г. Москва

**ИрНИТУ** – Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск

**ИФХиБПП РАН** – Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пушкино

**КГУ** – Курганский государственный университет, г. Курган

**КФУ** – Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

**МБОУ СОШ** – Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Средняя общеобразовательная школа, г. Полевской, Свердловская обл.

**МГУ** – Московский государственный университет, г. Москва

**НИЦ ИАК** – Научно-исследовательский центр истории и археологии Крыма Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

**НИЦ КИ-ИРЕА** – Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» – ИРЕА, г. Москва

**НовГУ** – Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород

**ОГБУ «Аркам»** – Областное государственное бюджетное учреждение культуры Челябинский государственный историко-культурный заповедник «Аркам», г. Челябинск

**ОГПУ** – Оренбургский государственный педагогический университет, Оренбург

**ОГТИ (филиал ОГУ)** – Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, г. Орск

**ТА КФУ** – Таврическая академия Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

**УрФУ** – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

**Филиал ИИА УрО РАН** – Институт истории и археологии УрО РАН, Южно-Уральский филиал, г. Челябинск

**Филиал РГППУ** – Российский государственный профессионально-педагогический университет, филиал в г. Нижний Тагил

**Филиал ЮУрГУ** – Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

**ФНИЦ КИФ** – Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук, г. Москва

**ФТИ КФУ** – Физико-технический институт Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

**ЦРДОДИО** – Центр развития дополнительного образования детей Иркутской области, г. Иркутск

**ЧелГУ** – Челябинский государственный университет, г. Челябинск

**ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН** – Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, г. Миасс

**ЮУрГГПУ** – Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск

**ЮУрГУ** – Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
-------------------	---

### ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОАРХЕОЛОГИИ

<i>Зайкова Е.В.</i> Вклад В.В. Зайкова в развитие геоархеологии .....	5
<i>Нефёдова М.В.</i> Технологический процесс выделки кожевенного сырья: опыт применения РФА (по материалам раскопок в Старой Руссе) .....	9
<i>Лобода А.Ю., Шишлина Н.И., Терещенко Е.Ю., Ретивов В.М., Каменских И.А.</i> Исследование технологии изготовления «серпов» из клада Сосновая Маза .....	14
<i>Алаева И.П., Васючков Е.О., Медведева П.С., Рассомахин М.А., Виноградов Н.Б.</i> Функциональное назначение теплотехнических сооружений бронзового века Южного Зауралья (по материалам поселения Звягино-4) .....	17
<i>Мергенева К.Н.</i> Опыт применения метода рентгенфлуоресцентной спектроскопии при проведении городских охранных раскопок в г. Кургане в 2014 году .....	23
<i>Киселева Д.В., Червяковская М.В., Шишлина Н.И.</i> Изотопный анализ стронция в современном сырье и ископаемом текстиле .....	25
<i>Овечкина Л.В., Вафина Г.Х.</i> Визуализация некоторых экспонатов Музея археологического дерева «Татарская слободка» .....	29
<i>Плеханова Л.Н.</i> Вариабельность магнитной восприимчивости почв в связи с отражением палеоклиматических обстановок и влиянием почвообразующих пород .....	31
<i>Снопков С.В., Давыденко Ю.А.</i> Использование геофизических методов при поиске и изучении памятников древней металлургии железа в Прибайкалье .....	35
<i>Назин А.М.</i> Магнитная восприимчивость шлаков железоблагородных горнов Приольхонья (западное Прибайкалье) .....	39
<i>Скрыпниченко Д.А., Давыденко Ю.А., Снопков С.В., Харинский А.В.</i> Опыт применения электромагнитных зондирований при исследовании средневековой стоянки «Черноруд-2» в урочище Бул-Дурун (западное Прибайкалье) .....	41
<i>Ананьин А.В.</i> Применение GIS технологий в изучение памятников позднего бронзового века на территории лесостепного Притоболья .....	44
<i>Вафина Г.Х., Овечкина Л.В.</i> Построение пространственной модели мусульманского кладбища Биш-Балта и прилегающей территории .....	46
<i>Файзуллин А.А.</i> Металл в погребальных обрядах ямной культуры Волго-Уралья как индикатор социальной значимости погребенного индивида .....	48
<i>Непомнящий А.В., Непомнящая О.В.</i> Учебно-экспериментальный лагерь школьников как форма исследовательской деятельности .....	52

### ЧАСТЬ 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ ДРЕВНИМИ ОБЩЕСТВАМИ

<i>Киселева Д.В., Шагалов Е.С., Панкрушина Е.А., Рянская А.Д., Широков В.Н.</i> Минеральный состав пигментов наскальной живописи из Игнatieвской пещеры и Идрисовской II писаницы .....	53
<i>Сериков Ю.Б.</i> Необычный неолитический макропластинчатый комплекс со стоянки Выйка I (Среднее Зауралье) .....	56
<i>Назмутдинова Н.В.</i> Сырьевая характеристика каменных подвесок на памятниках каменного века Урала .....	60
<i>Манько Н.В.</i> Донецк. Кремневое сырье в каменном веке и энеолите Донбасса .....	63

<i>Бостанова Т. М., Скакун Н.Н., Шульга Д.М.</i> Особенности производственного инвентаря гиссарской неолитической культуры (Южный Таджикистан).....	67
<i>Храмов М.В.</i> Типологический анализ пластинчатой индустрии Липчинского поселения по материалам раскопок 1995 – 1996 гг .....	68
<i>Терехина В.В., Скакун Н.Н.</i> Значение камнеобрабатывающего производства в эпоху бронзы (по материалам (Гонур-Депе, Южный Туркменистан) .....	73
<i>Юминов А.М., Блинов И.А., Гузаирова А.Е.</i> Минеральный состав богатых руд Михайловского рудника (Центральное Оренбуржье).....	75
<i>Алаева И.П., Валиахметова З.А., Медведева П.С., Кабанова Л.Я., Рассомахин М.А.</i> Аслаевский медный рудник на Южном Урале: орудия горного дела .....	79
<i>Нуркенова А.</i> История изучения бус кочевников раннего железного века .....	85
<i>Грехов С.В.</i> Эксперименты по сверлению нефрита полой костью .....	88
<i>Пискарева М.П., Рянская А.Д., Гуляева Т.Я., Киселева Д.В., Пантелеева С.Е.</i> Рентгенофазовый анализ на основе полнопрофильного метода Ритвельда при исследовании минерального состава фрагментов археологической керамики .....	91

### **ЧАСТЬ 3. ПАЛЕОМЕТАЛЛУРГИЯ И СОСТАВ ДРЕВНИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

<i>Корочкова О.Н.</i> Металлургия бронзового века Среднего Урала: к постановке проблемы.....	96
<i>Анкушев М.Н., Файзуллин И.А., Блинов И.А.</i> Металлургические шлаки поселения позднего бронзового века Родниковое .....	98
<i>Григорьев С.А.</i> Типы руды и сплавов в Европе и Евразии (сравнительный анализ в социально-экономическом контексте).....	102
<i>Шубин Ю.П.</i> К вопросу об использовании блеклых руд для выплавки бронзы в эпоху бронзы.....	106
<i>Снопков С.В., Харинский А.В.</i> Приольхонский горно-металлургический район .....	109
<i>Данилевская В.Э., Снопков С.В.</i> Новый тип железвосстановительных горнов в Приольхонье (западное Прибайкалье) .....	115
<i>Фомичев А.В.</i> Особенности организации металлопроизводства алакульской культуры в Мугоджарах.....	117
<i>Петров Ф.Н., Анкушев М.Н., Блинов И.А., Рассомахин М.А., Батанина Н.С., Малая Н.В.</i> Новые данные по металлургии эпохи бронзы: материалы поселения Левобережное (Синташта II) .....	121
<i>Таиров А.Д., Блинов И.А.</i> Металл Первого Даутовского (Иткульского I) городища из коллекции Государственного исторического музея Южного Урала.....	125
<i>Федотова Ю.В., Анкушев М.Н., Блинов И.А., Шарипова С.В.</i> Электронная микроскопия драгоценных нитей могильника Исаковка и городища Болгар .....	129
<i>Антипенко А.В., Науменко В.Е., Наухацкий И.А., Максимова Е.М., Смекалова Т.Н.</i> Анализ химического состава монет Золотой Орды и Крымского ханства (по материалам раскопок Мангупского городища в 2018 г.).....	134

### **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

<i>Абзалова А.И.</i> Орнитоморфное изображение с памятника Шайдуриха .....	140
<i>Воронина Е.К.</i> Реконструкция сопла иткульской культуры .....	141
<i>Громогласов М.А.</i> Реконструкция мехов иткульских металлургов.....	142
<i>Киселёв И.И.</i> Анализ отливок на керамике с Иткульского городища .....	143
<i>Лаптева И.О.</i> Способы обработки поверхности сосуда .....	144

<b>АННОТАЦИИ</b> .....	145
<b>ОРГАНИЗАЦИИ – УЧАСТНИКИ ШКОЛЫ</b> .....	156



## CONTENT

### CHAPTER 1. GENERAL PROBLEMS AND METHODS OF GEOARCHAEOLOGY

<i>Zaykova E.V.</i> The contribution of prof. V.V. Zaykov to the geoarchaeology development .....	5
<i>Nefedova M.V.</i> Technological process of rawstock tanning: experience of RFA application (based on the materials of excavations in Staraya Russa) .....	9
<i>Loboda A.Yu., Shishkina N.I., Tereshchenko E.Y., Retivov V.M., Kamensky I.</i> The research of the «sickles» making technology from Sosnovaya Maza treasure .....	14
<i>Alayeva I.P., Vasyuchkov E.A., Medvedeva P.C., Rassomahin M.A., Vinogradov N.B.</i> The functionality of the Bronze Age heating constructions of the South Trans-Urals (on the materials of Zvyagino-4 settlement).....	17
<i>Mergeneva K.N.</i> The experience of X-ray fluorescence spectrometry during the urban protection excavations in Kurgan in 2014 .....	23
<i>Kiseleva D.V., Chervjakovskaja M.V., Shishkina N.I.</i> Sr isotopic analysis in modern raw materials and archaeological textile.....	25
<i>Ovechkina L.V., Vafina G.H.</i> Visualization of several exhibits from the «Tatar settlement» museum of fossilized wood .....	29
<i>Plekhanova L.N.</i> Variability of soils magnetic susceptibility in view of the reflection of paleoclimatic environment and influence of soil-forming rocks .....	31
<i>Snopkov S.V., Davidenko Yu.A.</i> Geophysical methods application for prospecting and study of the ancient iron metallurgy sites in Baikal region .....	35
<i>Nazin A.M.</i> Magnetic susceptibility of slags from iron recovery furnaces of Olkhon region (Western Baikal region) .....	39
<i>Skripnichenko D.A., Davidenko Yu.A., Snopkov, S.V. Kharinskii A.V.</i> The experience of application of electromagnetic soundings for the study of Chernorud-2 medieval site from Bull Dorun tract (Western Baikal region).....	41
<i>Ananyin A.V.</i> GIS technologies application for the study of Late Bronze Age archaeological sites on the forest-steppe Pritobol territory .....	44
<i>Vafina G.H., Ovechkina L.V.</i> The spatial model specification of Bish-Balta Muslim cemetery and surrounding areas .....	46
<i>Faizullin A.A.</i> The metals in the burial rites of pit-grave culture of the Volga-Ural region as an indicator of the buried person social importance .....	48
<i>Nepomnyashchii A.V. Nepomnyashchaya O.V.</i> Training-experimental camping for schoolchild's as a form of research activity .....	52

### CHAPTER 2. THE USAGE OF ROCKS AND MINERALS BY ANCIENT SOCIETIES

<i>Kiseleva D.V., Shagalov E.S., Pankrushina, E.A., Ryanskaya A.D., Shirokov V.N.</i> Mineral composition of rock art pigments from Ignatievskaya cave and Idrisovskaya II petroglyphs .....	53
<i>Serikov Yu.B.</i> Unusual Neolithic macro-lamellar complex from Vyika I site (Middle Trans- Urals).....	56
<i>Nazmutdinova N.V.</i> Raw description of stone pendants from the Urals Stone Age archaeological sites.....	60
<i>Manko N.V.</i> Siliceous raw materials in the Stone Age and Eneolithic of Donbass.....	63
<i>Bostanova T.M., Skakun N.N., Shulga D.M.</i> Peculiarities of industrial inventory of Hissar Neolithic culture (Southern Tajikistan).....	67
<i>Khramtsov, M.V.</i> Typological analysis of plate industry on Lipchansky settlement (based on the excavations at 1995–1996) .....	68
<i>Terekhina V.V., Skakun N.N.</i> Significance of stone processing production in the Bronze Age (based on materials from Gonur-Depe, Southern Turkmenistan).....	73
<i>Yuminov A.M., Guzairova A.E., Blinov I.A.</i> Mineral composition of Mikhailovsky mine richest ores (Central Orenburg region).....	75

<i>Alayeva I.P., Valiakhmetova Z.A., Medvedeva P.S., Kabanova L.J., Rassomahin M.A.</i> Aslaevsky copper mine in the Southern Urals: mining tools .....	79
<i>Nurkenova A.Zh.</i> History of the Early Iron Age nomad beads investigation .....	85
<i>Grekhov S.V.</i> Experiments on drilling jade with hollow bone .....	88
<i>Piskareva M.P., Bryansk A.D., Gulyaeva T.I., Kiseleva D.V., Panteleeva S.E.</i> X-ray phase analysis based on the full-profile Rietveld method in the study of the mineral composition of archaeological fragments .....	91

### CHAPTER 3. PALEOMETALLURGY AND COMPOSITION OF ANCIENT METAL PRODUCTS

<i>Korochkova O.N.</i> Bronze Age metallurgy of the Middle Urals: the problem statement.....	96
<i>Ankushev M.N., Faizullin I.A., Blinov I.A.</i> Metallurgical slags from Rodnikovoe Late Bronze Age settlement .....	98
<i>Grigoriev S.A.</i> Types of ores and alloys in Europe and Eurasia (comparative analysis in socio-economic framework) .....	102
<i>Shubin Yu.P.</i> Fahlre application for metal smelting in the Bronze Age .....	106
<i>Snopkov S.V., Kharinskii A.V.</i> Priolkhonsky mining-metallurgical region .....	109
<i>Danilevskaya V.E., Snopkov S.V.</i> Discovery of iron recovery furnace new type in Priolkhonye (Western Baikal region) .....	115
<i>Fomichev A.V.</i> Peculiarities of the metal production organization of Alakul culture in the Mugodzhyary .....	117
<i>Petrov F.N., Ankushev M.N., Blinov I.A., Rassomahin M.A., Batanina N.S., Malaya N.V.</i> New data on the Bronze Age metallurgy: materials of Levoberezhnoe settlement (Sintashta II) .....	121
<i>Tairov A.D., Blinov I.A.</i> Metal from Pervii Dautovskiy (Itkul I) settlement from the State historical museum collection of the Southern Urals .....	125
<i>Fedotova Yu.V., Ankushev M.N., Blinov I.A., Sharapova S.V.</i> Electron microscopy data of precious threads from Isakovka I burial ground and Bulgar hill-fort.....	129
<i>Antipenko A.V., Naumenko V.E., Noukhazkii I.A., Maksimova E.M., Smekalova, T.N.</i> The chemical composition analysis of coins of the Golden Horde and Crimean khanate (based on materials of Mangupsk settlement excavations in 2018).....	134

### BRIEF REPORTS

<i>Abzalova A.I.</i> Ornithodorpic image from Shaidurikha archaeological site.....	140
<i>Voronina E.K.</i> Reconstruction of Itkul culture nozzle .....	141
<i>Gromoglasov M.A.</i> Reconstruction of Itkul metallurgists bellows .....	142
<i>Kiselev I.I.</i> Analysis of impressions on pottery from the Itkul settlement .....	143
<i>Lapteva O.I.</i> Methods of vessel surfaces processing .....	144

<b>ABSTRACTS</b> .....	147
------------------------	-----

<b>ORGANIZATIONS-PARTICIPANTS IN THE SCHOOL</b> .....	156
---	-----

*Научное издание*

**ГЕОАРХЕОЛОГИЯ  
И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
МИНЕРАЛОГИЯ–2019**

*Рекомендовано к изданию  
Ученым советом Института минералогии УрО РАН*

ISBN 978-5-7691-2509-6



Редакторы *Е.В. Зайкова, А.М. Юминов*  
Компьютерная верстка *О.Л. Бусловская*  
Корректор *Н.Н. Анкушева*

---

Подписано в печать 29.08.2019. Формат 70×100 1/16  
Печать офсетная. Усл.-изд. л. 12. Уч. печ. л. 12.2. Тираж 100 экз.  
Институт минералогии УрО РАН  
456317, г. Миасс Челябинской обл., Ильменский заповедник

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии  
в ООО «ФОРТ-ДИАЛОГ-Исеть»  
620142, г. Екатеринбург, ул. Декабристов, 75