

Российская академия наук  
Уральское отделение  
Институт минералогии УрО РАН

Министерство науки и образования РФ  
Южно-Уральский  
государственный университет

Российское минералогическое общество

**ГЕОАРХЕОЛОГИЯ  
И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ-2018  
Материалы V Всероссийской молодежной научной школы**

**GEOARCHAEOLOGY AND ARCHAEOLOGICAL  
MINERALOGY-2018  
Proceedings of V Scientific Youth School**

**Миасс  
2018**

УДК 55:902/904

Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Научное издание. Миасс: Институт минералогии УрО РАН. 2018. 212 стр.

ISBN 978-5-7691-2509-6

В сборнике представлены материалы V Всероссийской молодежной научной школы «Геоархеология и археологическая минералогия-2018» с участием иностранных специалистов. В первой части сборника опубликованы материалы по общим вопросам геоархеологии, где рассматриваются достоинства и недостатки различных геолого-минералогических методов, направленных на решение археологических задач. Вторая часть сборника посвящена применению различных горных пород и минералов древними обществами. В третьей части дана характеристика древних рудников Урала и Сибири, которые разрабатывались в бронзовом и раннем железном веке. В четвертой части рассмотрен состав металлических изделий (в том числе, археологического золота), а также продуктов металлургического передела, извлечённых во время археологических раскопок. В пятой части проведен ГИС-анализ синташтинско-петровских городищ. Издание рассчитано как на археологов, историков, музейных работников, так и на геологов, занимающихся изучением месторождений благородных металлов и меди. Оно будет также полезно студентам, аспирантам, и специалистам – всем интересующимся использованием различных полезных ископаемых на разных этапах развития человечества.

*Проведение Школы и издание материалов осуществлено при поддержке РФФИ (проект № 18-39-10003 мол\_э), ИМин УрО РАН и ЮУрГУ.*

Илл. 30. Табл. 16.

**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, д.г.-м.н. Е.В. Белогуб,

к.г.-м.н. О.С. Теленков

UDK 55:902/904

Geoarchaeology and archaeological mineralogy-2018. Scientific edition. Miass: Institute of Mineralogy UB RAS, 2018. 212 p.

ISBN 978-5-7691-2509-6

Proceedings of the V All-Russian Scientific Youth School «Geoarchaeology and archaeological mineralogy-2017» with participation of foreign experts. In the first part of the collected papers general aims of geoarchaeology, mainly the application of various geological and mineralogical scientific methods to solve archaeological problems with their advantages and disadvantages are presented. In the second part, the usage of rocks and minerals by ancient societies is described. The third part deals with the ancient mines of the Urals and Siberia that were mined in the Bronze and Early Iron Age. And the fourth part deals with the composition of gold and other metal products as well as products of metallurgical redistribution from archaeological sites. And in the fifth part, a GIS analysis of Syntashtinsko-Petrovsky fortifications was carried out. 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 are supported by Russian Foundation for Basic Research (project No 18-39-10003 мол\_э), Institute of Mineralogy UB RAS and South Urals State University.*

Figures 30. Tables 16.

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

**Editorial board:** N.N. Ankusheva, D.A. Artemyev, E.V. Belogub, and O.S. Telenkov

© УрО РАН 2018

**Электронная версия:** <http://baseserv.ilmenny.ac.ru/files/BIBLIO/BOOKS/22112.pdf>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В сборнике опубликованы материалы V Всероссийской молодежной научной школы с участием зарубежных специалистов «Геоархеология и археологическая минералогия-2018», где приведены последние результаты исследований археологических памятников с использованием методов геологии, минералогии и геофизики. Геоархеологическая Школа проводится ежегодно, начиная с 2014 года. Первые четыре Школы были проведены по инициативе и под руководством профессора В.В. Зайкова.

Целью Школы является развитие геоархеологии – нового научного направления, возникшего на стыке гуманитарных и естественных наук. Социальной задачей Школы является повышение эффективности многоуровневой подготовки научных специалистов в области археологии и геологии, формирование творческих связей между молодежью различных ВУЗов и научных организаций археологического и геологического профиля России и зарубежных стран.

Состав слушателей Школы определялся по присланным расширенным тезисам, соответствующим тематике Школы, а для школьников, студентов и аспирантов – с учетом рекомендаций их научных руководителей. Приглашенные школьники являются участниками центров археологического и геологического дополнительного образования.

В V Всероссийской молодежной научной школе принимают участие ... молодых ученых из ВУЗов и ведущих институтов России, Украины, США.

**Первая часть** сборника включает материалы по общим вопросам геоархеологии и включает в себя характеристику, возможности и ограничения геолого-минералогических, изотопно-геохимических методов и палеопочвенных исследований археологических объектов.

**Во второй части** освещено использование различных горных пород и минералов древними обществами как в практических, так и культовых целях, а также реконструкции технических приемов обработки камня.

**В третьей части** приведены данные по организации горного дела в бронзовом и раннем железном веке, а также роли металлопроизводства в жизни древних общин.

**В четвертой части** рассмотрены данные о составе древних металлических изделий (в том числе и археологического золота), и продуктов металлургического передела, извлечённых во время археологических раскопок.

**Пятая часть** посвящена использованию ГИС технологий для целей геоархеологии и археологической минералогии.

Сборник завершается краткими сообщениями студентов и школьников по узким геоархеологическим темам.

Программа Школы, кроме устных и стендовых докладов, также включает:

- практические занятия по исследованию руд и горных пород с использованием аналитической базы Института минералогии УрО РАН и Южно-Уральского государственного университета;
- демонстрация учебного фильма профессора Ю.Б. Серикова о технологиях обработки камня, применявшихся в неолите;
- посещение Естественно-научного музея Ильменского заповедника;
- экскурсия на медные рудники бронзового века Каменский и Крестовоздвиженский, старинную технологическую площадку для дробления золотоносных руд в окрестностях г. Пласт и Светлинское месторождение золота.

По результатам работ каждой Школы изданы сборники тезисов, являющиеся продолжающимися научными изданиями. Их электронные варианты выставлены на портале Института минералогии УрО РАН, на базе которого проводились мероприятия.

Все заседания транслируются в онлайн-режиме в сети Internet.

Информацию о Школах 2014–2018 можно найти на портале Института минералогии УрО РАН: <http://meetings.minerology.ru/?LinkID=113> в разделе «АРХИВ».

**ПРОГРАММНЫЙ ОРГКОМИТЕТ**  
*V Всероссийской молодежной научной школы*  
*Геоархеология и археологическая минералогия – 2018*

*Юминов Анатолий Михайлович*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс – *председатель*  
*Анкушев Максим Николаевич*, ИМин УрО РАН, г. Миасс, *зам председателя*  
*Зайкова Елизавета Владимировна*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, Миасс, *ученый секретарь*  
*Артемьев Дмитрий Александрович*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, г. Миасс.  
*Блинов Иван Александрович*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, г. Миасс.  
*Гергова Диана*, доктор наук, профессор, НАИМ БАН, г. София, Болгария.  
*Епимахов Андрей Владимирович*, д.и.н., профессор, ЮУрГУ, г. Челябинск.  
*Жуков Игорь Геннадьевич*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс.  
*Зданович Геннадий Борисович*, д.и.н., профессор, ЧелГУ  
*Коротеев Виктор Алексеевич*, академик, ИГиГ УрО РАН, г. Свердловск.  
*Корякова Людмила Николаевна*, д.и.н., профессор, ИИиА. УрО РАН, г. Екатеринбург.  
*Костов Руслан Иванов*, доктор геол. наук, Горно-геологический ун-т, г. София, Болгария.  
*Кузьминых Сергей Владимирович*, к.и.н., ИА РАН, г. Москва.  
*Кулик Наталья Артемовна*, к.г.-м.н., ИАиЭ СО РАН, г. Новосибирск.  
*Масленников В.В.*, член-корр. РАН, ИМин УрО РАН, г. Миасс.  
*Муфтахов Вячеслав Асханович*, к.г.-м.н., ЮУрГУ, г. Миасс.  
*Паленова Екатерина Евгеньевна*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, г. Миасс.  
*Сериков Юрий Борисович*, д.и.н., профессор, РГППУ (филиал в Нижнем Тагиле)  
*Снопков Сергей Викторович*, к.г.-м.н., ИГУ; ГАУ ДО ИО «Центр развития дополнительного образования детей», г. Иркутск.  
*Таиров Александр Дмитриевич*, д.и.н., профессор, ЮУрГУ, г. Челябинск.  
*Теленков Олег Сергеевич*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, г. Миасс.  
*Тишкин Алексей Алексеевич*, д.г.-и.н., профессор, АГУ, г. Барнаул.  
*Ткачев Виталий Васильевич*, к.и.н., ИС УрО РАН, г. Оренбург.  
*Удачин Валерий Николаевич*, д.г.-м.н., ИМин УрО РАН, г. Миасс.

**Организационный комитет Школы**

*Юминов Анатолий Михайлович*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, ЮУрГУ, филиал в г. Миассе – *председатель*  
*Анкушев Максим Николаевич*, ИМин УрО РАН, г. Миасс, *зам председателя*  
*Зайкова Елизавета Владимировна*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, *ученый секретарь*  
*Анкушева Наталья Николаевна*, к.г.-м.н. ИМин УрО РАН, ЮУрГУ филиал в г. Миассе  
*Артемьев Дмитрий Александрович*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН  
*Баженов Евгений Альфредович*, ИМин УрО РАН  
*Блинов Иван Александрович*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН  
*Бусловская Ольга Леонидовна*, ИМин УрО РАН, г. Миасс.  
*Гузаирова А.Е.* студентка, ЮУрГУ, филиал в г. Миассе  
*Жуков Игорь Геннадьевич*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, ЮУрГУ, филиал в г. Миассе  
*Паленова Екатерина Евгеньевна*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН  
*Садыкова Роза Замиловна*, ИМин УрО РАН  
*Теленков Олег Сергеевич*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН  
*Юсупов Илья Вадимович*, ЮУрГУ, филиал в г. Миассе



### **ПАМЯТИ ВИКТОРА ВЛАДИМИРОВИЧА ЗАЙКОВА...**

Виктор Владимирович Зайков был замечательным геологом, исследователем и организатором науки, создателем уральской школы геoarхеологии и очень хорошим человеком. Как археолог я не могу компетентно говорить о том, что Виктор Владимирович сделал в геологии, но хорошо знаком с его работами на стыке геологии и археологии, которыми он занимался на протяжении четверти века в сотрудничестве с научным коллективом Челябинского государственного историко-культурного заповедника «Аркаим».

Виктор Владимирович организовал многолетние исследования геологии Аркаимской долины и целого ряда других территорий, примыкающих к изучаемым археологами поселениям так называемой «Страны городов» эпохи бронзы. Благодаря исследованиям его самого и возглавляемого им коллектива были прояснены многие моменты всего комплекса использования минеральных природных ресурсов древним населением Зауральской степи. Вместе с археологами он изучал особенности применения горных пород и минералов для изготовления разных категорий орудий труда; исследовал использование рудных источников в металлургическом процессе древности. Большое значение для археологии имеет работа по каменным орудиям знаменитого поселения Аркаим, выполненная им совместно со Светланой Яковлевной Зданович и опубликованная в 2000 году. Он также внес заметный вклад в пополнение естественнонаучных фондов музея «Природы и Человека» заповедника «Аркаим».

Я познакомился с Виктором Владимировичем почти 25 лет назад, в 1994 году, когда мы под руководством Татьяны Сергеевны Малютиной раскапывали поселение Куйсак – один из ярких памятников так называемой «Страны городов», а он со своим учеником Анатолием Михайловичем Юминовым проводил исследования на только что открытом рядом с Куйсаком руднике бронзового века Воровская Яма. Помню, как он в первый раз приехал к нам в поле, узнав об открытии рудника, сорвался прямо с какой-то международной конференции, был в костюме и белой рубашке, совершенно без полевой одежды – не успел за ней захватить. А это было холодное лето, и постоянно шли дожди, мы в лагере нашли для Виктора Владимировича какую-то старенькую телогрейку, в ней он и ходил...

Позднее неоднократно имел радость общаться с Виктором Владимировичем по разным вопросам, последний раз – в начале 2017-го, его последнего года... Он был всегда очень приветлив; если его просили о помощи – всегда помогал, чем мог; помню, как он нам искал редкие статьи по интересовавшей нас теме – все нашел и передал, хотя, казалось бы – у него у самого было очень много забот и работы.

Виктор Владимирович оставил много учеников и в геологии, и в георхеологии; остались с нами написанные им научные труды; развивается созданная им научная школа... Очень горько, что Виктор Владимирович ушел от нас, но в своих делах и трудах – он все равно с нами.

*Ф.Н. Петров,  
к.филос.н., музейный отдел Челябинского государственного  
историко-культурного заповедника «Аркаим»*

### **Воспоминания сотрудников ЮУрГУ, филиала в г. Миасс о поездке в Аркаим**

Мои воспоминания о поездке в июне 2004 г. в заповедник Аркаим навеяны полумистическими впечатлениями, как будто я побывал в космосе. И в этом не было ничего удивительного, ибо Виктор Владимирович окунул нас в такие природные и энергетические составляющие той местности, где мы были, что наше умозрение расширилось до модели Вселенной. Удивительный человек и прекрасный рассказчик, профессор-геолог увлек нас окружающим ландшафтом настолько, что мы не заметили скорости передвижения автомобиля.

Неповторимые впечатления еще более усилились, когда мы прибыли на само городище. Дело в том, что нас встречали мои бывшие преподаватели-историки по ЧелГУ, супруги Г.Б. и С.Я. Зданович – основатели и защитники этого музея под открытым небом. Будучи историком по образованию мне было приятно и восхитительно обнаружить родство душ и профессиональный симбиоз заслуженных ученых. Результаты георхеологических исследований В.В. Зайкова и поиски студентов-геологов Миасского филиала, как потом пояснили мои учителя, являются колоссальным вкладом в изучение цивилизации древних ариев.

Виктор Владимирович Зайков остался в памяти как человек, который приобщил меня и моих коллег к прародине, древней культуре, открыв глаза на безмерный окружающий мир.

*А.С. Кондратьев, к.и.н., доцент кафедры экономики,  
финансов и финансового права*

Я математик и не умею писать так вдохновенно и восторженно, как мой друг – историк Александр Семенович Кондратьев. Для начала замечу, что средняя скорость поездки из Миасса в Аркаим на автомобиле была невысокой. Мы несколько раз останавливались в местах, которые я в молодости многократно проезжал на своей «Победе», не замечая окружающих красот и богатств. И только Виктор Владимирович раскрыл мне глаза на великолепие этих мест.

По пути в Аркаим увлекательные рассказы Виктора Владимировича о местах моей молодости разбавлялись практическими подтверждениями в виде различных блестящих камней, небольших шурфов и громадных выработок, которые мы созерцали на остановках. В одном из таких мест Виктор Владимирович показал нам камни и рассказал, как можно стать состоятельным бизнесменом, занимаясь их добычей и реализацией для использования в каменках бань или саун.

Приехав в Аркаим и познакомившись с С.Я. Зданович, я подумал, что мы здесь гости и нужно вести себя скромно. Но после посещения музея, где под каждым вторым экспонатом стояли фамилии Зайков или Зайкова, я понял, что наш друг Виктор Владимирович здесь такой же хозяин, и нам можно расслабиться, т.е. доставать закуску. Потом было знакомство с историей Аркаима, купание в речке, посещение бани и горы «Любви», которые сделали свое дело. Два дня в Аркаиме в окружении Виктора Владимировича Зайкова пролетели в неописуемом восторге и счастье.

*А.И. Телегин, д.ф.-м.н., проф., декан ЭТФ*

По дороге мы с интересом узнали много удивительных фактов. Как оказалось, мы едем по дну Уральского океана, который существовал миллионы лет назад. А множество богатых месторождений на Урале – это следы вулканической деятельности. Ну, казалось бы, вулканы это где-то далеко или в глубокой древности, однако вскоре мы свернули на проселок и остановились у подножия небольшой горки. Взобрались на вершину, и наш герой объявил нам, что мы находимся у жерла древнего вулкана. Удивительное – рядом!

*С.С. Голощапов, к.т.н.,  
доцент, зав. каф. автоматике*

Воспоминания о Викторе Владимировиче Зайкове навевают теплоту, которую он излучал своими эмоциями, разговорами и делами. И неудивительно, что поездка в заповедник Аркаим была наполнена душевностью и позитивом. Наша просьба о посещении Аркаима, который для Виктора Владимировича был только что не вторым домом, была воспринята им, можно сказать на «ура». И на самом деле, эта поездка для меня оказалась просто незабываемой. В этих местах я была впервые. Конечно, все что увидела и услышала об этих местах, это, прежде всего, глазами и восприятием профессора В.В. Зайкова.

Размеренно, с остановками, где только было возможно, в потрясающей компании профессоров и доцентов, с рассказами Виктора Владимировича об окружающем нас мире, мы прибыли в Аркаим. Казалось, это уже было целое путешествие в геологический мир В.В. Зайкова, но когда мы увидели, как встретили нас в Аркаиме, стало ясно, насколько этот человек дорог и понятен основателям этого заповедника.

Встретили нас как дорогих гостей: душевным вечерним застольем под ночным звездным небом, баней и полноценным отдыхом после совершенно неумолимой дороги. А наутро нам показали весь Аркаим в полной его красе. Это была пешеходная экскурсия с индивидуальным гидом к древнейшим поселениям, хождение кругами по горе, где ощущаешь не то чтобы гипнотическое воздействие, но что-то необыкновенное, и, конечно же, Гора любви. Впечатление от увиденного было потрясающее. И все это благодаря Виктору Владимировичу Зайкову, который все время сопровождал нас, делился своим многолетним опытом, вдохновенно посвящая нас в детали своим проникновенным голосом. Думаю, что частичка его души осталась в Аркаиме и в наших сердцах, а любое воспоминание об Аркаиме всегда будет связано с Виктором Владимировичем Зайковым.

*Г.И. Титаренко,  
главный бухгалтер филиала ЮУрГУ в г. Миассе*

### **Из некоторых соболезнований**

«...Виктора Владимировича нам всем будет очень не хватать, поскольку он для всех – пример настоящего Исследователя и Человека...»

*Д.Е. Савельев, д.г.-м.н., ИГ УНЦ РАН, г. Уфа*

«...Он был выдающимся ученым, прекрасным организатором, хорошим и добрым человеком...»

*Э.Г. Кассандров, СНИИГиМС, г. Новосибирск*

«...С него, как и с Вас, начался наш Урал, благодаря вам у нас есть коллеги и давние добрые друзья в Миассе. Теперь их стало на одного меньше. Нам с самого начала было хорошо видно, что именно Виктор Владимирович сплотил этот коллектив, который мы так любим уже 20 лет, создал прекрасную Школу. Дай Бог, чтобы его дело продолжалось...»

*А.И. Брусницын, д.г.-м.н., проф., Е.В. Старикова, к.г.-м.н.,  
СПбГУ, г. Санкт-Петербург*

«...Виктор Владимирович навсегда останется в истории науки и нашей памяти как основатель нового направления научной мысли на Урале. Его труды будут жить в работах коллег, как геологов, так и археологов, в исследованиях его учеников...»

*Н.Б. Виноградов, д.и.н., зав. каф.  
всеобщей истории ЮУрГГПУ, г. Челябинск*

«...Это был увлеченный и многогранный человек с большими писательскими способностями, о чем говорят его многочисленные труды...»

*К.Р. Ковалев, д.г.-м.н.,  
ИГМ СО РАН, г. Новосибирск*

«...Виктор Владимирович для меня навсегда останется Человеком дружелюбным, умным, честным, искренним, отзывчивым, с потрясающим чувством юмора, ответственным, энергичным, любознательным. Это человек дела, а не слова. Я горжусь тем, что лично знакома с Виктором Владимировичем. Меня всегда удивляло, как Виктор Владимирович, несмотря на достаточно большую разницу в возрасте всегда находил общий язык с молодежью. Он для меня навсегда останется таким человеком, которых, к сожалению, так немного в нашем мире, человеком, на которого нужно равняться...»

*Е.Б. Богданова (Дайнеко),  
к.т.н., НТУ «ХПИ», г. Харьков*

«...В моей памяти он оставил глубокий след. Надеюсь, что его последние изыскания в области геоархеологии подхватят его молодые коллеги, и Вы им поможете в осуществлении планов Виктора Владимировича...»

*В.В. Мурзин, г.н.с.,  
ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург*

«...We are so sorry to hear the sad news about Victor. We would like to offer you our condolences for the passing of a truly wonderful man, brilliant scientist and a true friend. He was an incredibly inspiring man with great vision for his laboratory, encouraging all his young scientists to achieve the best. Our times together in London, the Urals and Tuva were wonderful both scientifically and personally, he was such a stimulating person to be with. I am sorry that I didn't get to see him recently, particularly since our new project with Valerie means I will come to Miass in 2018. Victor was such a fine and generous man who will be missed by us all. I hope we can meet in 2018 when I next come to Russia. With much love...»

*Richard, Denise and all your friends in London  
Р. Херрингтон, музей естественной истории, г. Лондон*

«...Для нас, старшего состава археологической службы ЧелГУ и заповедника «Аркаим», уход Виктора Владимировича – невосполнимая потеря. Мы стояли одной командой в начале научного пути Аркаима. Нас связывали близкие мысли, общие дела и общие дороги. Он был двигателем в разных сферах науки. И мы бесконечно благодарны ему за тот вклад, который он вносил в практическую археологию, в нашу работу и наши души. Бесконечное спасибо и поклон Виктору Владимировичу Зайкову. Он с нами!..»

*Г.Б. Зданович, С.Я. Зданович, Т.С. Малютина, Д.Г. Зданович,  
Историко-археологический центр «Аркаим», Челябинская обл.*

«...Ушел в счастливый путь не только величайший Человек, но и Учитель! Своей жизнью, своими книгами и Школой он вдохнул геологическую жизнь не только в меня, но и в тысячи других беспокойных душ. Пусть земля ему будет пухом! А мы, пока живы, всегда будем помнить Виктора Владимировича и перечитывать на досуге его книги...»

*А.Ю. Альбеков, к.г.-м.н.,  
доцент, Воронежский ГУ, г. Воронеж*



«...для меня Виктор был и всегда будет образцом энергичного и талантливого ученого...»

*И.Б. Серавкин,  
д.г.-м.н., ИГ УНЦ РАН, г. Уфа*

«...всегда будем помнить Виктора Владимировича как интересного человека и большого ученого...»

*Ю.Б. Сериков,  
д.и.н., проф., филиал РГППУ в г. Нижний Тагил*

«...Память о нем будет жива в его интереснейших и научно значимых работах, в многочисленных учениках, во всех нас, знавших и глубоко уважавших его. Пусть земля будет ему пухом!...»

*Г.В. Рябов, проф., И.А. Бозуш, проф.;  
В.И. Щеглов, проф.; А.А. Бурцев, проф.;  
ЮРГТУ (НПИ), г. Новочеркасск*

«...Конференции, которые проходили под руководством Виктора Владимировича, были на высшем уровне по организации и уровню докладов...»

*Р.А. Бадмацыренова, к.г.-м.н.,  
ГИ СО РАН, г. Улан-Удэ*

«...За годы работы геoarхеологической школы это неформальное и по-настоящему научное мероприятие стало главной в нашей стране (да и на всем постсоветском пространстве) площадкой для обсуждения проблематики в области геoarхеологии, горной археологии, археометаллургии, археометрии и целого комплекса смежных дисциплин. Это способствует не только вовлечению молодежи, но и интеграции вполне зрелых исследователей, сферой научных интересов которых являются указанные направления. Что касается меня лично, то на первом плане – безмерная благодарность Виктору Владимировичу за ту роль, которую он сыграл в моей жизни. И речь идет не только о высочайшем профессионализме и научной эрудиции, но, в первую очередь, о его удивительных человеческих качествах...»

*В.В. Ткачев, к.и.н., с.н.с.,  
Институт степи УрО РАН, г. Оренбург*

## ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОАРХЕОЛОГИИ И АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ

*А.М. Юминов<sup>1,2</sup>, Е.В. Зайкова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> – ИМин УрО РАН, г. Миасс*

*<sup>2</sup> – Филиал ЮУрГУ в г. Миассе, [umin@mineralogy.ru](mailto:umin@mineralogy.ru)*

### **Археологическая минералогия: объекты и методы исследований**

С древних времен камни привлекали внимание человека. Начиная с эпохи неолита, наряду с использованием его в качестве орудия труда, цветной камень становится предметом украшения и религиозного поклонения.

Минералогия (от позднелатинского «*minera*» – руда) – наука о минералах, природных химических соединениях со строго упорядоченным расположением атомов (кристаллической решеткой). Археологическая минералогия занимается исследованием минералов, которые были обнаружены на археологических объектах и имели широкое применение в древнем мире. Это могут быть цветные, драгоценные и церемониальные камни, краски, керамические материалы, абразивы, соли, руды, металлургические шлаки, всевозможные минеральные добавки для технологических процессов и т.д. [Юшкин, 2005; Основы..., 2011]. Еще одним объектом изучения археологической минералогии могут быть продукты коррозии древних металлических изделий, а также минеральные псевдоморфозы по органическим остаткам.

*Археологическая минералогия нацелена на решение следующих задач, стоящих перед археологами:*

- диагностика минерального сырья, установление источников его добычи и торгово-обменных связей древних народов;
- выделение и исследование минералов-индикаторов для выяснения технологических особенностей различных древних производств (металлургия, металлообработка, ювелирное дело, изготовление керамики и т.п.);
- реконструкция первоначальной формы и размеров корродированных металлических изделий;
- разработка рекомендаций по условиям хранения археологических предметов в музеях.

Изучение минералов и изделий из камня, извлеченных из археологических раскопов, производится комплексом методов исследований с использованием химического, микрорентгенового, рентгенофлуоресцентного, рентгенофазового, термического, оптического и других видов современных анализов.

Для археологов наиболее важно правильно диагностировать минерал. Сделать это не будучи специалистом, порой бывает не просто. Известно, что совершенно разные минералы имеют близкие свойства, что затрудняет их определение. Поэтому для точной идентификации обязательно следует указывать и другие характеристики минерала: форму выделения, морфологию кристаллов, окраску, цвет черты, блеск, твердость, спайность, наличие характерных включений. Кроме того, путаница может возникать из-за недопонимания устоявшихся терминов, которые привыкли использовать ученые в смежных науках. К примеру, подавляющее количество обнаруженных на Урале каменных арте- и экофактов и определенных археологами как кремни, с точки зрения геологов, классическими кремнями не являются. По опреде-

лению кремнями можно называть только тонкозернистые скрытокристаллические конкреции кремнезема, которые присутствуют в осадочных, преимущественно известковых породах. На Урале кремней просто не существует. Зато в большом количестве присутствуют другие кремнистые породы аналогичные по составу, но образованные в совершенно других условиях: силициты, фтаниты, яшмоиды.

Для аппаратурной идентификации подавляющего большинства минералов наибольшее распространение получили рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы. Для их проведения требуется небольшое количество вещества: осколок кристалла поперечником 0.2–0.3 мм либо растертый до порошка образец весом 10–20 мг (половина спичечной головки). Определение вещества проводится по набору межплоскостных расстояний ( $d$ ) и относительным интенсивностям ( $I$ ) соответствующих линий на рентгенограмме. Анализ может проводиться как на мономинеральном материале, так и в минеральных смесях. Предел обнаружения минерала в смеси составляет до 5 % от общего количества навески. Особенно хорошие результаты данная методика показывает при диагностике тонкодисперсного материала (минеральных красок, глины, налетов, корок) и продуктов техногенного производства (шлаков, керамики). Нередко, полученные данные дополняются исследованиями на оптических и электронных микроскопах или контролируются микрозондовыми анализами. Подобное применение комплекса методов позволило установить присутствие незначительной (1–2 %) доли лимонита (оксидов и гидроксидов железа), придающего красно-коричневую окраску светло-серому порошку и использовавшегося в качестве красящего пигмента в административно-культурном комплексе Гонур Деппе [Юминов, Романенко, 2014].

Для определения *источников минеральной сырья* разработан новый методический прием, основанный на сопоставлении руд и шлаков с россыпными и коренными месторождениями по индикаторным минералам.

Специальными минералого-геохимическими исследованиями медно-турмалиновых руд Еленовского месторождения, разрабатываемого на Южном Урале в конце бронзового века, было установлено, что данный рудник являлся одной из рудных баз металлургического производства поселения Аркаим. Это доказывается по одинаковому минеральному составу и близким текстурно-структурным особенностям образцов медной руды, найденных при археологических раскопках, с рудами Еленовки. В шлаках поселения установлено присутствие бора – одного из основных компонентов турмалина, представленного в обоих случаях членом ряда шерл–дравит, с преобладанием дравитовой составляющей [Бушмакин, Зайков, 1996].

В металлургических шлаках большинства поселений синташтинской культуры Южного Урала фиксируется наличие большого количества включений хромшпинелидов (группа минералов, имеющих кристаллическую структуру шпинели и непостоянный химический состав). Их наличие в шлаке указывает на принадлежность руд к медным месторождениям, связанным с офиолитовыми серпентинитами. По набору отдельных элементов химический состав хромшпинелидов отдельных месторождений может значительно отличаться друг от друга, что позволяет уверенно связывать образцы руд, найденные на металлургических дворах древних поселений, с конкретными рудниками [Григорьев и др., 2005].

Полученные результаты дают важную и, в ряде случаев, принципиально новую информацию. Они стали возможны с появлением сложных аналитических приборов, предназначенных для выполнения тонких микрозондовых исследований: рентгеноспектрального, рентгенофлуоресцентного и LA-ICP-MS анализов. Для их проведения требуется изготовление из образцов специальных полированных препаратов. Размер материала, пошедшего на анализ, варьирует от первых миллиметров до 1.5 см.

## Реконструкция технологических приемов по минералам-индикаторам

При изготовлении керамики в древности наиболее часто использовались следующие компоненты: глинистая масса (каолинит, монтмориллонит, гидрослюда в различных соотношениях) и наполнители (кварц, полевые шпаты, хлориты, кальцит, окислы железа, шамот, органика, лигнит и т.д.). Одним из важнейших параметров, позволяющих характеризовать технологический уровень керамического производства, является определение температуры обжига формовочных масс.

В древних керамических изделиях, получаемых в процессе низкотемпературного «кострового» обжига, достоверно определяются эффекты дегидратации глинистых минералов, которые фиксируются по отсутствию рефлексов в области малых углов отражения. Данные преобразования характерны для температурного интервала 550–600 °С. Присутствие в составе древней керамики железосодержащих хлоритов (их дегидратация начинается с 710 °С), а также кальцита или доломита (декарбонатизация начинается с 760 °С) указывает на температуру обжига, не превышающую 700–750 °С [Добрецов и др., 1990]. Корректирование температуры выше 750 °С допустимо при обнаружении в образцах керамики хромшпинелидов, фаялита или анортита. При среднетемпературном обжиге в пределах 700–900 °С происходит локальное плавление железосодержащих гидрослюдистых глин. Наличие в образцах керамики муллита, кордиерита, герцинита может свидетельствовать о высокотемпературном (более 1100 °С) обжиге [Сайко, 1982].

Для диагностики указанных минеральных фаз наиболее подходящими методами исследований являются рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы. Кроме того, могут быть использованы данные ИК-спектроскопии и термоанализа.

## Реконструкция технологических приемов древнего металлургического производства

Вариации минерального состава металлургических шлаков зависят от многих причин. В первую очередь, это связывается с типом используемой руды, применением флюсовых добавок, технологическими особенностями плавки и др.

Одной из важных проблем древней металлургии является выяснение типов использования исходного сырья. Тип руды может быть легко установлен при условии обнаружения в раскопе рудных складов или остатков руд, законсервированных в шлаках. Минералогическое изучение руд и рудовмещающих пород позволяет определить его происхождение.

А.С. Григорьевым [2013] выделены несколько минеральных реперов, позволяющих оценивать температурный режим древнего металлургического передела. Плавление кварца происходит в температурном промежутке 1670–1700 °С. Расплавленный кварц, остывая, образует кварцевые стекла. В реальных металлургических шлаках возможно сосуществование двух модификаций кварца. Одновременное присутствие в образце тридимита и кристобалита означает, что температура превысила 1470 °С, но продержалась на таком уровне недолго.

Важным диагностирующим признаком температуры может быть наличие взаимных переходов в системе магнетит-гематит [Дир и др., 1966]. В восстановительной атмосфере часть магнетита, забирая кислород у окисленной руды, преобразуется в гематит. При остывании гематит оседает вдоль плоскостей магнетита. Этот эффект наблюдается до температуры 1450 °С. Гематит стабилен до 1390 °С, магнетит – свыше 1390 °С. При нагревании на воздухе гематит диссоциирует при этой температуре до магнетита. В активной окислительной атмосфере эта диссоциация не происходит.

Наличие хорошо выкристаллизованных кристаллов оливина ((Mg,Fe)<sub>2</sub>[SiO<sub>4</sub>]) может указывать на высокотемпературную обстановку. Следует учитывать также изоморфизм минерала (вариации химического состава). Наличие примесей может существенно изменить

температуру плавления (фаялит – железистый аналог оливина плавится при температуре 1205 °С; форстерит – магниевый аналог при 1900 °С).

Наличие флюсовых добавок возможно реконструировать по наличию в заполнении печей большого количества инородного вещества (лимонита, кальцита, дробленых костей животных). Отсутствие железосодержащих флюсов подтверждается низкой концентрацией в шлаке железа.

Диагностическим признаком газового режима является объемное соотношение меди и куприта в шлаковой лепешке. Для окислительной атмосферы характерно резкое преобладание куприта. В восстановительной атмосфере медь хорошо восстанавливается из оксидов и присутствует в шлаке в виде отдельных металлических корольков.

### **Реконструкция первоначальных форм и размеров металлических изделий, поврежденных коррозией**

Древние металлические предметы, взятые из раскопов, часто покрыты грубыми корками продуктов коррозии, так называемой «дикой папиной». В составе корок наиболее распространенными являются следующие минералы: нантокит ( $\text{CuCl}$ ), атакамит ( $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ ), паратакамит ( $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ ) и куприт ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Другие минеральные виды встречаются значительно реже и представлены ковеллином ( $\text{CuS}$ ), теноритом ( $\text{CuO}$ ), малахитом ( $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$ ), азуритом ( $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$ ), антлеритом ( $\text{Cu}_3[\text{SO}_4](\text{OH})_4$ ), брошантитом ( $\text{Cu}_4[\text{SO}_4](\text{OH})_6$ ), самплеитом ( $\text{NaCaCu}_5(\text{PO}_4)_4\text{Cl}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Часто продукты минерализации смешаны с материалом, окружавшем предмет в месте его захоронения: гидрослюдами и кварцем. Нахождение в продуктах коррозии фосфата и оксалата меди служит признаком того, что данная вещь находилась в среде, богатой органическим веществом, например, в хозяйственной яме.

Продукты коррозии на предмете располагаются слабовыраженными слоями. Первым на меди появляется нантокит. Впоследствии по нему развиваются атакамит и паратакамит. Куприт находится в разных частях корки – от внутренних, непосредственно прилегающих к металлу, до периферических.

На основании изучения состава и строения продуктов коррозии медных предметов, А.Ф. Бушмакиным [2000] разработана специальная методика реконструкции первоначальной формы и размеров сильно корродированных древних металлических предметов.

Для этого в нескольких характерных местах образца покрывающая его корка вскрывается до металла, а затем послойно определяется ее минеральный состав и мощность, а также размеры сохранившегося от коррозии металла. Зная состав и толщину корки, а также используя известные табличные данные о содержании металла в минералах, определяется толщина слоя меди, перешедшего в конкретный продукт коррозии. Расчет ведется по формуле:

$$L = l \times c / 100$$

где,  $L$  – толщина слоя металла, пошедшего на образование всех минералов корки, мм;  $l$  – толщина слоя корки, мм;  $c$  – среднее содержание металла в минералах корки, %.

Суммируя толщину всех вычисленных таким образом слоев меди и прибавляя ее к толщине сохранившегося металла, можно рассчитать первоначальные размеры предмета в данном сечении и восстановить его исходный облик.

### **Рекомендации по музейному хранению образцов**

Минерализованные древние металлические предметы, извлеченные из среды, где они существовали долгое время, как правило, быстро разрушаются. Сохранность изделий из меди и бронзы напрямую зависит от минерального состава продуктов их коррозии.

Появление на поверхности древних металлических изделий минерала нантокита и последовательное замещение его атакамитом и паратакамитом приводят к развитию коррозии. Данные минералы (хлориды и гидролизованные хлориды меди) при повышенной влажности химически очень активны. Основным источником хлора при музейном хранении древних медных и бронзовых изделий, является поступление его из атмосферы. Поэтому, одной из мер борьбы с коррозией может стать затруднение прямого контакта воздуха с металлическими артефактами. Например, тонкий слой масляной смазки, равномерно распределенный по поверхности предварительно очищенного от патины образца. Карбонаты и сульфаты меди являются более стойкими и менее агрессивными образованиями.

Таким образом, использование современных минералогических методов изучения археологических материалов (совместно с археологическими методиками) позволяет диагностировать использованные руды и минеральное сырье, установить историю освоения минералов, понять их роль в деятельности и культуре древних народов, наметить маршруты торгово-обменных минералогических связей и реконструировать технологии, применявшиеся в древности.

*Исследования проводились в рамках выполнения госбюджетной темы № 0433-2015-0099 «Минеральные микровключения в металлах, шлаках и рудах Центральной Евразии как показатель минерально-сырьевой базы и хозяйственных связей в древности».*

## Литература

*Бушмакин А.Ф., Зайков В.В.* Еленовское медно-турмалиновое месторождение – вероятный источник руды для медеплавильного производства Аркаима // Уральский минералогический сборник № 7. Миасс: ИМин УрО РАН, 1996. С. 221–232.

*Бушмакин А.Ф.* Минеральный состав корок на металлических предметах из поселения Аркаим // Археологический источник и моделирование древних технологий: труды музея заповедника Аркаим / Спец. природ.-ландшафт. и ист.-археол. центр «Аркаим» – Ин-т истории и археологии УрО РАН. Челябинск, 2000. С. 130–136.

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

*Григорьев С.А., Дунаев А.Ю., Зайков В.В.* Хромшпинелиды как индикатор источника медных руд для древней металлургии // Доклады АН. 2005. Т. 400. № 2. С. 228–232.

*Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж.* Пороодообразующие минералы. Т.5. М.: Мир, 1966. 366 с.

*Добрецов Н.Н., Лотова Э.В., Лащина Е.В. и др.* Применение геолого-петрографических методов в археологии / Отчет. Новосибирск, 1990. 154 с.

Основы геоархеологии: учебное пособие / *В.В. Зайков, А.М. Юминов, Е.В. Зайкова, А.Д. Таиров* // под ред. *В.В. Масленникова*. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2011. 263 с.

*Сайко Э.В.* Техника и технология керамического производства Средней Азии в историческом развитии. М.: Наука, 1982. 212 с.

*Юминов А.М., Романенко М.Е.* Красно-коричневая краска Гонур Депе // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 38–41.

*Юшкин Н.П.* Археоминералогия: становление и перспективы // Археоминералогия и ранняя история минералогии. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2005. С. 74–77.

## **Роль металлопроизводства в жизни синташтинских и петровских общин (кланов): размышления полевого археолога**

В 1971 г. экспедиция В.С. Стоколоса исследовала Кизильское укрепленное поселение бронзового века в одноименном районе Челябинской области. Будучи участником этих раскопок, я впервые наблюдал руины укреплений, как впоследствии выяснилось, синташтинского времени.

Затем по воле одного из моих учителей – В.Ф. Генинга, не разрешившего ехать с В.Т. Петриным на раскопки Могочинской стоянки, в течение трех полевых сезонов (1974–1976 г.) мне посчастливилось быть активным участником исследования Синташтинского комплекса памятников (Синташтинского поселения и связанных с ним могильников) на крайнем юге Челябинской области [Генинг, Виноградов, 1976; Генинг и др., 1992].

Во второй половине 1970-х и на рубеже 1970-х–80-х гг. в составе различных отрядов Урало-Казахстанской археологической экспедиции под общим руководством Г.Б. Здановича, я был участником раскопок целого ряда памятников петровского типа в Северном Казахстане (укрепленное поселение Петровка II, могильники Улубай, Бектениз, Графские Развалины). В археологических разведках при моем непосредственном участии были открыты новые памятники петровского типа в степной части Челябинской области.

Один из них – поселение Кулевчи III – в конце 1970-х – начале 1980-х гг. совместно с Г.Б. Здановичем я исследовал стационарно [Виноградов, 1982].

В 1980-х – начале 1990-х гг. отрядами экспедиции ЧГПИ под моим руководством были изучены укрепленное поселение Устье I, могильники Кулевчи VI и Кривое Озеро [Виноградов, 1984; Виноградов, 2003; Виноградов и др., 2017].

Я также оказался причастен к обследованию в 1980-х гг. археологами ЧГПИ берегов рек и озер на территории Курганской области с целью составления «Археологической карты Курганской области», где была выявлена серия новых памятников петровского типа [Виноградов, 1993].

Культурный слой всех исследованных лично мной или в составе научных коллективов памятников, прежде всего, синташтинских, неизменно предоставлял в распоряжение исследователей разнообразные свидетельства степени широкой распространенности металлопроизводства в жизни общин, оставивших в Южном Зауралье памятники синташтинского и, отчасти, петровского типа.

Культурный слой укрепленного поселения Устье I содержал остатки теплотехнических сооружений синташтинского периода истории памятника – печей с канавкой – «дымоходом», заполненным специфической сажой – «крупкой», либо канавообразным углублением, заполненным камнями.

В коллекции из раскопок этого памятника имеется некоторое количество обломков медьсодержащих минералов (малахит и азурит), большое количество обломков рудомещающей железосодержащей породы – бурого железняка – «железной шляпы» со следами так называемой «медной помазки». Из культурного слоя Устья только экспедицией ЧГПИ извлечены обломки металлургического шлака общим весом 13.5 кг, а также капли и сплески металла, слитки черновой меди и их обломки общим весом до 1.4 кг. Отливки-заготовки представлены как трапециевидными, прямоугольными или квадратными в сечении прутками, так и обломками достаточно массивных подтреугольного сечения пластин, отлитых в односторонних, скорее всего, в одноразовых формах из непрочных материалов [Древнее Устье..., 2013].

В результате раскопок памятника получена яркая коллекция принадлежностей процесса получения металла: изложницы, сопла, тигли, значительная серия фрагментов так называ-

емой «технологической» керамической посуды – тиглей. Связь этой категории керамики с металлопроизводством надежно документирована с помощью рентгенофлуоресцентного анализа в Институте минералогии УрО РАН.

173 металлических предмета, в основном, представлены проволоками различного сечения, прокованными стержнями. Из законченных форм – ножи различного назначения, в том числе, серповидные орудия, шилья без упора, массивное втульчатое горнопроходческое (?) орудие, бронзовый крюк, обломок бронзового желобчатого браслета, бронзовые пластинчатые подвески.

Приведенные выше данные об остатках металлопроизводства, обнаруженных при исследовании культурного слоя укрепленного поселения Устье I, однозначно свидетельствуют об особо значимой роли металлургии и металлообработки в жизни его обитателей.

В ходе изучения петровского культурного слоя поселения Кулевчи III также были вскрыты остатки теплотехнических устройств, получена значительная серия, прежде всего, полуфабрикатов [Виноградов, 1982]. Анализ их химического состава, формы, веса и назначения еще ждут своего исследователя, но уже сейчас определено направление поиска связи такого металлического изобилия и расположенного на этой же реке месторождения медьсодержащих минералов у с. Новониколаевка.

Не менее яркие свидетельства значительности роли металлопроизводства в жизни синташтинских общин (кланов) предоставили и изученные погребальные памятники. Это не только инструменты и аксессуары металлопроизводства, но и «комки» разноцветной глины со следами меди (с месторождения?), куски медной руды и обломки шлаковых лепешек.

Приведенная А.В. Епимаховым [2005] статистика следов металлопроизводства в каждом пятом синташтинском погребении лукава, поскольку при исследовании абсолютного большинства синташтинских погребальных памятников методы естественных наук либо вовсе не применялись, либо использовались минимально. То же, как это ни печально, нужно сказать и о поселенческих памятниках. Этот недостаток сузил источниковую базу для обсуждения проблемы до субъективных визуальных впечатлений исследователя и столь же лукавой статистики. Для иллюстрации можно привести пример погребения 3 под курганом 10 в могильнике Кривое Озеро. Оно содержало захоронение пожилого мужчины с необычным составом погребального инвентаря, куда входили: кусок медной руды, несколько комков глины различного цвета и структуры, 3 обломка металлургического шлака, фрагменты бронзовых браслетов и несколько законченных металлических предметов. Я не согласен с мнением С.В. Сотниковой [2016], которая определяет захороненного в обсуждаемом погребении мужчину как кузнеца-ювелира. На мой взгляд, в этом случае можно вести речь лишь о связи погребенного субъекта с металлопроизводством в целом. Погребальный инвентарь здесь, по моему мнению, отражает все стадии металлопроизводства: от рудодобычи – образцы слоев глины, перекрывавших месторождение; самой руды; металлургического процесса (шлаки, металлический лом браслетов); готовые металлические предметы. Высказанное мнение стало возможным лишь в результате сотрудничества со специалистами Института минералогии УрО РАН. Сейчас ожидаются результаты анализа костей погребенного на наличие солей тяжелых металлов, по которым будет сделана совместная публикация.

Предположение о приуроченности синташтинских укрепленных поселений в Южном Зауралье к месторождениям медьсодержащих минералов было высказано еще четверть века назад. Для исследователей постепенно, по мере проникновения в проблему, стало очевидным их тяготение к территории богатого месторождениями медьсодержащих минералов Зауральского пенеплена, от широты р. Уй на севере (укрепленное поселение Степное) до северо-восточных пределов Оренбуржья (укрепленное поселение Аландское). Именно здесь в последние годы были обнаружены несколько рудников с бесспорными свидетельствами их эксплуатации в бронзовом веке [Зайков и др., 2013]. В.В. Зайков еще в 2007 г. предположил



приуроченность укрепленных поселений бронзового века в Южном Зауралье к лесным массивам – источникам древесного угля.

Так или иначе, к настоящему времени в Южном Зауралье и прилегающих районах Северного Казахстана известно не менее 23 синташтинских укрепленных поселения, большая часть которых позднее обживалась и петровскими общинами [Виноградов, 2011]. Причем такая топографическая избирательность продиктована не только близостью к месторождениям медьсодержащих минералов и лесных массивов – источников древесного угля, но и безусловной сакрализацией именно этих точек на карте Южного Зауралья.

Традиция приуроченности поселений горняков-металлургов-литейщиков к зонам медной минерализации присутствует в Южном Зауралье как на протяжении эпохи палеометаллов, так и в раннем железном веке.

Для позднего бронзового века Южного Урала относительно недавно стали известны поселения и целые микрорайоны поселений, специализированные на переработке руд в металл и расположенные рядом с месторождениями медьсодержащих минералов [Ткачев, 2011; Куприянова, 2016; Ткачев, 2017].

В раннем железном веке модель специализированной на металлопроизводстве общины вновь возрождается в рамках истории иткульской культуры горнолесной части Урала (VII–III вв. до н.э.). Их локализация также была связана с расположенными в непосредственной близости месторождениями медьсодержащих руд и лесными массивами [Бельтикова, 1993; Кузьминых, Дегтярева, 2017].

Таким образом, стационарные работы на синташтинских укрепленных поселениях и могильниках предоставили значительное количество разнообразных свидетельств ведущей, наряду со скотоводством, роли металлопроизводства в хозяйственно-экономической жизни синташтинских общин (кланов).

В то же время, нет никаких свидетельств (в архитектуре поселений, составе находок и т.п.) наличия в синташтинских общинах (кланах) некоей военной элиты, на чем настаивают многие коллеги.

Для того, чтобы понять причины появления в некоторых синташтинских погребениях частей колесниц, на мой взгляд, необходимо видеть в них скорее логическое развитие комплекса идей ямного и катакомбного культурных миров, где также практиковалось помещение повозки в погребальную камеру. Что касается меня, то я настаиваю на том, что этот элемент погребальной обрядности есть не что иное как макетная реализация погребального мифа.

Таксономическая атрибуция памятников синташтинского типа не страдает единодушием. Часть авторов наделяют их статусом культуры [Зданович, 1989; Зданович, Зданович, 1995]. Другие видят в них лишь особый тип памятников, население которых специализировалось, помимо скотоводства, на металлопроизводстве [Виноградов, 2011].

Пока не доказано, что синташтинские укрепленные поселения функционировали строго в одно и то же время даже в пределах единой хронологической ниши (XXI–XIX вв. до н.э.) и, тем более, что они образовывали некие одновременно существовавшие «территориальные округа» [Зданович, Зданович, 1995].

Полная заселенность синташтинских укрепленных поселений, скорее всего, была сезонной и зависела от возможности ведения работ по добыче руды и переработке ее в металл. И в позднем бронзовом веке Южного Урала и прилегающих районах Мугоджар сезонность функционирования специализированных на металлопроизводстве поселений сохранялась и позднее [Ткачев, 2017].

Население, оставившее памятники синташтинского типа, создало модель жизни, резко отличную от, предположим, скотоводческих степных культур позднего бронзового века на этой же территории.

В перечне отличий, характеризующих население синташтинских укрепленных поселений, находим:

- разделение синташтинской территории на две подзоны – внутреннюю с укрепленными поселениями и могильниками рядом и внешнюю – с одиночными курганами или даже единичными погребениями;
- традиция использования практически только укрепленных поселений;
- тяготение синташтинских укрепленных поселений к лесным массивам и месторождениям медьсодержащих минералов;
- прослеженная в ряде случаев и пока не нашедшая объяснения традиция явного разделения поселенческих и погребальных памятников водной преградой;
- нелогичное, с точки зрения практики фортификации, расположение в рельефе самих укрепленных поселений;
- геометризованная модель пространства для жизни, включая архитектурный стиль как следствие владения некоей, необходимой, прежде всего, для процессов, связанных с металлопроизводством, системой абсолютных величин – мер длины, веса и объема и приемов обращения с ними;
- высокий уровень и особенности организации металлопроизводства;
- оригинальная гончарная технологическая традиция, предполагавшая использование в качестве форм-основ старых сосудов необходимого объема;
- возможность формировать многочисленные разнотипные жертвенные комплексы, в первую очередь, из частей туш животных, как на поселенческих, так и особенно на погребальных памятниках как показатель сложности духовного мира и материального богатства неясного происхождения;
- оригинальная концепция погребальных памятников и особенности их функционирования;
- сложная, разнообразная и тотально «богатая» погребальная обрядность [Виноградов, 2018].

При этом остается лишь посоветовать о том, что, за небольшим исключением, синташтинские памятники в последние десятилетия XX в. исследовались без широкого применения всего спектра современных естественно-научных методов. Автор убежден, что количество позиций в приведенном списке было бы куда большим.

Не могу не припомнить в этой связи мои неоднократные и безуспешные обращения к историкам древнего металлопроизводства с просьбой о совместном изучении, в частности укрепленного поселения Устье I.

Примечательно то, что этот достаточно сложноорганизованный мир, насыщенный «высокими технологиями» того времени, сконцентрированный за стенами укрепленных поселений, на рубеже III–II тыс. до н.э. соседствовал с традиционным хозяйством и бытом конца каменного века местных квазиэнеолитических культур.

Процесс оформления, внутренняя структура, система функционирования кланов горняков, металлургов, кузнецов, литейщиков, к которым автор относит синташтинские общины с их тотальной «вписанностью» в практику специальной магии, своеобразной, судя по данным этнографии, системой семейно-брачных отношений, разительно отличаются от параметров образа жизни «стандартных» пастушеских обществ (к примеру, степных культур позднего бронзового века Южного Урала и Северного Казахстана).

По мнению автора, в отличие от пастушеских скотоводческих культур позднего бронзового века, синташтинские кланы-общины являли собой скорее специфический по способу формирования транскультурный феномен с оригинальной моделью организации жизни, объединявший кланы горняков, металлургов, кузнецов и литейщиков иногда нескольких со-

седних археологических культур, в частности, абашевской и некоей «протосрубной» культур Южного Урала и квазиэнеолитических культур Южного Урала и Северного Казахстана [Виноградов, 2017].

В этом случае нет смысла представлять население синташтинских укрепленных поселений как результат дальних миграций из Малой Азии или другого отдаленного от Южного Урала региона, где в предшествующее время имели место круглоплановые укрепленные поселения и высокоразвитое металлопроизводство. Заимствование металлургических знаний из района Северного Кавказа имело место, но произошло оно ранее, в период истории древнеямной культуры Оренбуржья [Ткачев, 2000]. Вероятно, настало время для выдвижения гипотезы о южноуральском или Урало-Поволжском генезисе синташтинского феномена в контексте развития регионального металлопроизводства.

Высказанную автором гипотезу коллеги посчитали скорее экстравагантным «мыслительным конструктом». К сожалению, очевидные и серийные свидетельства металлопроизводящей специализации синташтинских общин коллеги интерпретируют порой весьма аморфно и неопределенно. Эта позиция отражена в пространной цитате из только что вышедшей из печати коллективной статьи Л.Н. Коряковой и большой интернациональной группы профильных специалистов: «Несмотря на заметный прирост знаний относительно горнодобывающей деятельности населения Южного Зауралья в бронзовом веке, до сих пор остаются нерешенными вопросы структуры и организации выплавки металла. Наличие и распределение следов производства в виде шлаков, сплесков бронзы, сопел, кусочков руды и готовых предметов на поселениях не настолько представительны, чтобы дать однозначный ответ на вопрос о том, как был организован процесс выплавки металла на поселениях, в особенности в синташтинское время. По предварительным наблюдениям, складывается впечатление, что интенсивность металлургической деятельности была различной на различных поселениях: где-то – больше, где-то – меньше. Но в любом случае, в синташтинско-петровское время, в условиях тесной застройки, эта деятельность вряд ли выходила за рамки простой переплавки небольшого количества лома или шлаков в малоразмерных печах-каменках (Каменный Амбар). Небольшие размеры шлаковых фрагментов и их рассеянность по территории поселения не позволяют уверенно определять зоны металлообрабатывающей деятельности, хотя нельзя не видеть, что они все же тяготеют к хозяйственным помещениям» [Корякова и др., 2018]. Дефиниции «не настолько представительны», «интенсивность металлургической деятельности была где-то больше, где-то меньше» вряд ли способствуют формированию общей позиции по проблеме. И какова же должна быть представительность следов металлопроизводства в синташтинских укрепленных поселениях, чтобы оппоненты дружно проголосовали за их специализацию? Где этот порог и кто и когда определил эти стандарты? И как быть с серийными новациями, фактически с формированием новой модели жизни в синташтинское время, усвоенной позднее населением гигантских степных территорий на Южном Урале и в Казахстане?

Учитывая многолетние серийные наблюдения в ходе полевых исследований синташтинских и петровских памятников, авторские размышления над обширными и достаточно однозначными свидетельствами распространенности металлопроизводства, заключения профильных специалистов, наконец, подобная сдержанность выводов просто интригует.

Я полагаю, что синташтинский технологический процесс металлопроизводства пока что известен лишь по пространству, ограниченному обводными стенами и рвами. Вне их имеют право быть технологические площадки, связанные с обогащением руд, их промежуточной подготовкой к плавке и первичным переплавом. В пределах жилой застройки, в основном, переплавлялись в заготовки и изделия лишь слитки черновой меди.

Аргументы в пользу высказанной выше гипотезы о металлургической специализации синташтинских общин (кланов), на самом деле, разнообразны. Помимо ярких особенностей

материального мира самих памятников (планиграфия, архитектура поселений и погребальных площадок, количество и номенклатура находок, связанных с металлопроизводством), дополнительные доказательства предоставляют палеоантропологи.

Вывод, сделанный А.А. Хохловым и Е.П. Китовым на основании исследования серий антропологических материалов, указывает на «максимальную разнородность» краниологических серий из синташтинских и петровских могильников [Китов, 2011; Хохлов, Китов, 2014]. На уровне современных представлений и степени изученности региона эту разнородность вряд ли можно объяснить миграциями.

Для автора данной статьи это заключение – свидетельство правильности избранной интерпретации сообщества синташтинских памятников.

Синташтинские погребальные памятники предоставляют и иные аргументы в пользу высказанной гипотезы.

О многообразии керамических традиций в пределах одного и того же синташтинского памятника археологи пытались говорить с первых лет исследования Синташтинского культурного комплекса [Генинг и др., 1992; Гутков, 1994; 1995]. И в наши дни исследователи считают достаточно сложной задачу типологизации синташтинской керамики именно вследствие ее разнообразия и размытости признаков [Зданович, Малютина, 2004].

Автор доклада в свое время попытался выполнить эту задачу и распределить то, что мы называем сейчас синташтинской керамикой, по нескольким основным типам (группа А типологии 1983 г.) [Виноградов, 1983; Древнее Устье..., 2013]. В рамках изучения гончарно-технологической традиции была предпринята успешная попытка реконструкции синташтинской гончарной технологии [Виноградов, Мухина, 1985]. Кроме того, был поставлен вопрос о различной степени выраженности присутствия в керамике синташтинских могильников нескольких культурных традиций: «абашевской», «протосрубной», «квазиэнеолитической» и, наконец, (для Синташтинского могильника) петровской Северного Казахстана [Виноградов, 2011]. Важно то, что черты, присущие перечисленным выше культурным составляющим, в синташтинской керамике выглядят порой переосмысленными, переработанными в ином культурном контексте. Может быть, именно это обстоятельство и делает типологизацию синташтинской керамики весьма хлопотным делом.

Изучение керамики из синташтинских могильников Южного Зауралья привело автора к парадоксальному заключению. Выяснилось, что каждый из исследованных синташтинских могильников, безусловно считается синташтинским, по облику керамики, тем не менее, своеобразен. Это своеобразие в керамике обусловлено именно различной степенью представленности черт перечисленных выше групп. Исследователи и ранее подмечали, например, выраженную в различных пропорциях для разных памятников, в частности, «синташтинско-петровскую» смешанность материалов памятников Южного Урала и Северного Казахстана, но внимание на этом факте не акцентировали и не пытались интерпретировать [Зданович, Малютина, 2004].

В керамике Синташтинского могильника также достаточно ярко представлены, в частности, «абашевская» и так называемая «протосрубная» группы.

Обратим внимание на характерный для орнаментики сосудов абашевской южноуральской культуры геометрзм, группы насечек, расположенных по шейке в шахматном порядке и «фестоны».

Следует оговориться, что В.И. Стефанов и А.В. Епимахов, обсуждая керамику Синташтинского III кургана, несмотря на перечисленные ими же позиции (небольшой набор геометрических элементов орнамента, расположение орнаментальных поясов преимущественно в верхней части сосудов), предпочитают не видеть явные следы присутствия здесь «срубного мира» [Стефанов, Епимахов, 2006]. Возможно потому, что в керамическом комплексе того же

Синташтинского III кургана имеются сосуды, близкие по облику и к абашевской керамике Южного Урала. Но, подчеркнем, что и первое, и второе предстают здесь в некоем переосмысленном и переработанном виде.

Некоторые сосуды из раскопок этого памятника могут быть сопоставлены с керамикой энеолитических культур Южного Урала и Северного Казахстана. Нахождение в одних и тех же погребениях *in situ* как острореберных, так и плавно профилированных форм керамики с вертикальной организацией орнаментальных зон, авторы раскопок Синташтинского могильника вполне логично объяснили «разными этническими традициями» погребенных [Генинг и др., 1992]. Автор доклада солидарен с этим мнением. Во всяком случае, явно не случайна традиция выполнения орнаментации на плавно профилированных сосудах из упомянутого могильника оттисками гребенчатого штампа, вертикальное расположение орнаментальных фризов – черты, весьма характерные для терсекской и суртандинской культур. Стоит отдельно подчеркнуть, что все эти группы керамики Синташтинского могильника связываются с одним и тем же периодом истории укрепленного поселения Синташта I.

В керамике могильника Каменный Амбар-5 – некрополя укрепленного поселения Ольгино (Каменный Амбар), вновь видим соседство как «абашевской», так и «протосрубной» составляющих, но при значительной выраженности именно «протосрубной» культуры. А.В. Епимахов подчеркивает, что в керамическом комплексе рассматриваемого памятника «значительная доля ... сосудов ... имеет близкие аналоги в петровских и ранних срубных материалах», правда, причину этого он видит в относительно позднем времени функционирования этого укрепленного поселения [Епимахов, 2005]. В этом вопросе автор раскопок солидарен с Г.Б. Здановичем и Д.Г. Здановичем [Зданович, Зданович, 1995]. Однако, по мнению автора данной статьи, нет никаких оснований для тезиса о позднем времени функционирования памятника. Сосуды с чертами раннесрубной культуры отложились в основных погребениях могильника, в одних и тех же могилах с сосудами других групп синташтинской керамики [Епимахов, 2005]. Это означает, что группы относительно одновременны и связаны с одним и тем же периодом истории укрепленного поселения Ольгино (Каменный Амбар), в отличие от петровской керамики, встреченной по периферии погребальных площадок.

Разнообразие керамических стилей синташтинских укрепленных поселений, на взгляд автора, может служить дополнительным аргументом в пользу высказанной выше гипотезы о памятниках синташтинского типа как уникальном транскультурном феномене, который своим рождением и историей обязан металлопроизводству.

## Литература

*Бельтикова Г.В.* Развитие иткульского очага металлургии // Вопросы археологии Урала. Вып. 21 / Отв. ред. Л.Л. Косинская. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1993. С. 93–106.

*Виноградов Н.Б.* Кулевчи III – памятник петровского типа в Южном Зауралье // КСИА. Вып. 169. М.: Наука, 1982. С. 94–99.

*Виноградов Н.Б.* Южное Зауралье и Северный Казахстан в раннеалакульский период (по памятникам петровского типа). Автореф. дис. ... канд. ист. наук. М.: ИА АН СССР, 1983. 22 с.

*Виноградов Н.Б.* Кулевчи VI – новый алакульский могильник в лесостепях Южного Зауралья // СА. 1984. № 3. С. 136–153.

*Виноградов Н.Б.* Археологическая карта Курганской области. Т. 1–2. Курган: Производственная группа по охране и использованию памятников при Комитете по культуре и искусству администрации Курганской области. 1993. 346 с.

*Виноградов Н.Б.* Могильник бронзового века Кривое Озеро в Южном Зауралье. Челябинск: ЮУКИ, 2003. 370 с.

*Виноградов Н.Б.* Степи Южного Урала и Казахстана в первые века II тыс. до н.э. (памятники синташтинского и петровского типа). Челябинск: Абрис, 2011. 175 с.

*Виноградов Н.Б.* Проблемы синхронизации, культурной близости памятников синташтинского и петровского типов и возможности их решения // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2017. № 2 (37). С. 38–48.

*Виноградов Н.Б., Мухина М.А.* Новые данные о технологии гончарства у населения алакульской культуры Южного Зауралья и Северного Казахстана // Древности Среднего Поволжья / Отв. ред. Г.И. Матвеева. Куйбышев: Куйбышевский гос. ун-т, 1985. С. 79–84.

*Виноградов Н.Б., Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В., Медведева П.С.* Образы эпохи. Могильник бронзового века Кривое Озеро в Южном Зауралье. Челябинск: АБРИС, 2017. 402 с.

*Виноградов Н.Б.* Синташта как транскультурный феномен // Поволжская археология. 2018. № 1 (23). С. 74–90.

*Генинг В.Ф., Виноградов Н.Б.* Новый могильник середины II тыс. до н.э. на р. Синташта // Археологические открытия 1975 г. М.: Наука, 1976. С. 168–169.

*Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В.* Синташта. Археологические памятники арийских племен Урало-Казахстанских степей. Ч. 1. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. 407 с.

*Гутков А.И.* Исходное сырье и формовочные массы керамики Большекараганского могильника // Палеодемография и миграционные процессы в Западной Сибири в древности и средневековье / Отв. ред. Ю.Ф. Кирышин. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 1994. С. 66–69.

*Гутков А.И.* Техника и технология изготовления керамики поселения Аркаим // Аркаим. Исследования, поиски, открытия / Ред. Г.Б. Зданович. Челябинск: Каменный пояс, 1995. С. 135–147.

*Древнее Устье.* Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье: коллективная монография / Отв. ред. Н.Б. Виноградов. Челябинск: Абрис, 2013. 484 с.

*Епимахов А.В.* Ранние комплексные общества Центральной Евразии (по материалам могильника Каменный Амбар-5). Кн. 1. Челябинск: Челябинский дом печати, 2005. 192 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 (2). С. 174–195.

*Зданович Г.Б.* Феномен протоцивилизации бронзового века Урало-Казахстанских степей. Культурная и социально-экономическая обусловленность // Взаимодействие кочевых культур и древних цивилизаций. Алма-Ата: Наука, 1989. С. 179–189.

*Зданович Г.Б., Зданович Д.Г.* Протогородская цивилизация «Страны городов» Южного Зауралья (опыт моделирующего отношения к древности) // Мат. III междунар. конф. Ч. V. Кн. 1. Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 1995. С. 48–62.

*Зданович Г.Б., Малютина Т.С.* Керамика Аркаима: опыт типологии // РА. 2004. № 4. С. 67–82.

*Китов Е.П.* Палеоантропология населения Южного Урала эпохи бронзы. Автореф. дис.... канд. ист. наук. М., 2011. 26 с.

*Корякова Л.Н., Краузе Р., Шаранова С.В. и др.* Укрепленные поселения бассейна р. Карагайлы-Аят сквозь призму междисциплинарного подхода // История науки и техники. 2018. № 1. С. 22–36.

*Кузьминых С.В., Дегтярева А.Д.* Металлопроизводство иткульской культуры Среднего Урала (по аналитическим данным) // Аналитические исследования лаборатории естественно-научных методов. Вып. 4 / Отв. ред. В.И. Завьялов, С.В. Кузьминых. М.: ИА РАН, 2017. С. 18–35.

*Куприянова Е.В.* Поселение Томино 1 – форпост освоения новых территорий населением Южного Зауралья в эпоху бронзы // Горизонты цивилизации. № 7. Челябинск: Энциклопедия, 2016. С. 46–58.

*Сотникова С.В.* Погребальные памятники синташтинского и андроновского населения как источник по реконструкции ритуалов и представлений. Омск: Издательский дом «Наука», 2016. 290 с.

*Стефанов В.И., Епимахов А.В.* Синташтинский III (малый) курган: некоторые подробности и новые сюжеты // Вопросы археологии Поволжья / Ред. И.Н. Васильева. Вып. 4. Самара: Изд-во Самар. НТЦ, 2006. С. 263–272.

*Ткачев В.В.* Уральско-Мугоджарский горно-металлургический центр эпохи поздней бронзы // РА. 2011. № 2. С. 43–55.

*Ткачев В.В.* Освоение меднорудных ресурсов южных отрогов Уральских гор в контексте адапционной стратегии населения эпохи поздней бронзы // Геоархеология и археологическая минералогия –2017. Мат. IV Всерос. молодежной научной школы. Екатеринбург – Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 108–113.

Ткачев В.В. О юго-западных связях населения Южного Урала в эпоху ранней и средней бронзы // В кн.: Ткачев В.В. (отв. ред.). Проблемы изучения энеолита и бронзового века Южного Урала. Орск: Институт Евразийских исследований; Институт степи УрО РАН, 2000. С. 37–65.

Хохлов А.А., Китов Е.П. Специфика антропологического состава носителей потапово-синташтинских культурных традиций (по краниологическим материалам Поволжья и Урала переходного времени от средней к поздней бронзе) // Процесс культуругенеза начальной поры позднего бронзового века Волго-Уральского региона (вопросы хронологии, периодизации, историографии). Самара: Поволжская государственная социально-гуманитарная академия, 2014. С. 131–142.

**Я.В. Кузьмин<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – ИГМ СО РАН, г. Новосибирск

<sup>2</sup> – ТГУ, г. Томск, kuzmin@fulbrightmail.org

### **Современные методы датирования в георхеологии: возможности и ограничения**

В настоящее время в георхеологии применяется ряд способов определения возраста археологических объектов. Изложение принципов их работы можно найти в книге Я.В. Кузьмина [2017]. В данном обзоре основное внимание уделено возможностям и ограничениям, которые присущи наиболее часто используемым геохронологическим методам.

Что касается границ применения данных способов датирования, важно иметь представление о максимальном возрасте, который можно определить с их помощью. Наибольший возрастной предел имеют калий-аргоновый и аргон-аргоновый методы, и метод треков: он превышает 1–2 млн лет. К ним близки методы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), урановых рядов и люминесцентные методы, однако нижняя граница их применения проходит на уровне не более 500–600 тыс. лет (для ЭПР – до 1–2 млн лет). Наиболее часто используемый метод четвертичной геохронологии – радиоуглеродный (<sup>14</sup>C) – имеет более узкие возрастные рамки, не превышающие 50–55 тыс. лет.

В плане возможностей <sup>14</sup>C метода его основным преимуществом, по сравнению с другими способами датирования, является широкий набор объектов, к которым применим данный метод. Материалами для <sup>14</sup>C датирования служат самые различные вещества: 1) древесный уголь и древесина (включая кольца деревьев); 2) прочие растительные остатки; 3) текстиль и другие плетеные изделия; 4) изделия из кожи (обувь и др.); 5) бумага, пергаменты, папирусы; 6) сажа и сажистые вещества (пигменты красок и др.); 7) кости и зубы животных и человека; 8) мягкие ткани и волосы животных и человека (в т.ч. остатки крови на каменных орудиях); 9) пыльца, споры и фитолиты растений; 10) хитиновые покровы насекомых; 11) раковины моллюсков; 12) органика и липиды (жирные кислоты) в керамике; 13) пищевой нагар на керамических сосудах; 14) смола и воск; 15) строительные растворы; 16) чугунные изделия и шлаки; 17) торф и сапропель; 18) неорганические карбонатные вещества (включая спелеотемы – сталактиты, сталагмиты, карбонатные корки); 19) почвенный гумус; 20) корки «пустынного загара».

В <sup>14</sup>C методе присутствует ряд осложняющих факторов; наиболее распространенными из которых являются: 1) «эффект резервуара»; 2) собственный возраст образца (эффект «старого дерева»); 3) загрязнение атмосферы, гидросферы и биосферы Земли «бомбовым» <sup>14</sup>C при испытаниях ядерного оружия в 1950–60-х гг.

«Эффект резервуара» состоит в том, что скорость попадания атомов  $^{14}\text{C}$  из верхних слоев атмосферы в датируемые объекты неодинакова. Для организмов, получающих  $^{14}\text{C}$  из атмосферы (т.е. сначала растения, а далее по трофическим цепям – наземные животные), время ассимиляции «нового»  $^{14}\text{C}$  составляет несколько месяцев. Эта величина является пренебрежимо малой по сравнению с собственным возрастом объектов, составляющим сотни и тысячи лет. Однако уже для организмов, получающих  $^{14}\text{C}$  из водной среды (в основном, моллюсков, рыб и млекопитающих, а также людей, поедающих этих животных), время попадания  $^{14}\text{C}$  составляет как минимум несколько сотен лет [Ван дер Плихт и др., 2016]. Таким образом, период диффузии переносающего изотоп  $^{14}\text{C}$  углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в водную среду существенно больше, чем в наземных обстановках. Например, собственный возраст раковин морских моллюсков, а также организмов более высоких трофических уровней (рыб и млекопитающих, особенно хищных) в Мировом океане составляет не менее 200–400  $^{14}\text{C}$  лет. Глубинные водные массы океанов обеднены изотопом  $^{14}\text{C}$  в силу того, что обмен с поверхностными слоями воды происходит очень медленно – в течение сотен и первых тысяч лет. В результате в зонах апвеллинга (подъема глубинных океанических вод) расхождение между «кажущимся» (т.е. радиоуглеродным) и «истинным» (календарным) возрастaми морских организмов составляет до 1000 лет и более.

Еще более сложными и еще недостаточно изученными являются проявления «эффекта резервуара» в пресноводных и солоноватоводных бассейнах, где величина расхождения между «кажущимся» и «истинным» возрастaми может составлять до нескольких тысяч лет. К этому примыкает проблема интерпретации  $^{14}\text{C}$  датирования по нагару на керамике [Fischer, Heinemeier, 2003]. В районах широкого распространения карбонатных горных пород (в основном, известняков и доломитов)  $\text{CO}_2$  из атмосферы, растворенный в воде, будет неизбежно разбавляться углеродом из карбонатов, имеющих древний возраст и не содержащих изотопа  $^{14}\text{C}$ . Потребление «смеси», состоящей из имеющего изотоп  $^{14}\text{C}$  углерода и не содержащего такового, живыми существами, проживающими в озерах и реках (или питающимися ими другими организмами), приводит к значительному удревнению их  $^{14}\text{C}$  возраста.

Собственный возраст образца в ряде случаев играет важную роль в интерпретации  $^{14}\text{C}$  дат. Эффект «старого дерева» заключается в том, что в ряде регионов Земли произрастают долгоживущие виды деревьев и древовидных кустарников, и возраст внутренних частей таких объектов (для которых обмен углеродом с атмосферой прекратился, и их возраст существенно древнее, чем у внешних слоев дерева, обменивающихся  $^{14}\text{C}$  с внешней средой) может составлять сотни и даже первые тысячи лет. Следует помнить, что с помощью  $^{14}\text{C}$  метода можно лишь определить время, прошедшее со времени гибели объекта, а в древесной растительности рост и обмен изотопом  $^{14}\text{C}$  с природной средой происходит только во внешних годичных кольцах. Если отобрать фрагмент долгоживущей древесины (или образец угля от сгоревшего бревна) из сердцевины ствола, то его  $^{14}\text{C}$  дата будет отражать возраст, расходящийся с датой рубки или гибели дерева (им соответствует последнее, т.е. внешнее, годичное кольцо). В некоторых случаях, относящихся к историческому времени, при реконструкции зданий использовались бревна от предыдущих построек (особенно в регионах с ограниченными лесными ресурсами), и их  $^{14}\text{C}$  возраст существенно отличается от даты по письменным источникам. Для России известно очень небольшое количество долгоживущих видов деревьев; тем не менее, данный фактор следует принимать во внимание. Для корректного датирования в таких случаях нужно использовать короткоживущие объекты – семена культурных и диких растений (возраст которых составляет, как правило, 1–2 года), а также тонкие веточки деревьев и кустарников, имеющие небольшой собственный возраст.

Еще одним фактором, ограничивающим возможности  $^{14}\text{C}$  метода, является загрязнение природной среды «искусственным» изотопом  $^{14}\text{C}$ . В 1950–60-х гг. в связи с испытаниями во-



дородных бомб в атмосфере произошло образование «лишнего»  $^{14}\text{C}$  (в результате испускания в момент взрыва большого количества нейтронов [Кузьмин, 2017]). В результате изначальный фон активности  $^{14}\text{C}$  был сильно нарушен – так, к 1965 г. содержание  $^{14}\text{C}$  в атмосфере превысило его «добомбовое» (т.е. фоновое) значение почти в два раза по отношению к уровню 1950 г.

Другим аспектом ограничения возможностей  $^{14}\text{C}$  метода является оценка тесноты связи между возрастом датируемого углерода и событием, время наступления которого необходимо определить. Чтобы установить эту связь, нужно четко представлять себе степень одновременности двух явлений – прекращения обмена углеродом между образцом и средой, с одной стороны; и культурным событием, которое подлежит датировке с помощью  $^{14}\text{C}$  метода – с другой стороны. Это можно проиллюстрировать на примере  $^{14}\text{C}$  датирования керамики. Первые попытки такого рода с использованием органического вещества в керамике как объекта датирования предпринимались в 1960–х гг. [Taylor, Berger, 1968], однако из-за потребности в большом количестве исходного материала работы не получили развития. С появлением технологии ускорительной масс-спектрометрии (УМС; англ. Accelerator Mass Spectrometry [AMS]) в 1970–80-х гг. исследования возобновились [Кузьмин, 2011]. Главный вопрос при определении  $^{14}\text{C}$  возраста керамики: каково происхождение датируемого углерода, в состав которого входит изотоп  $^{14}\text{C}$ ? Если он выделен из органического вещества (травы, навоза и т.п.), добавленного в керамическое тесто в момент изготовления сосуда, то возможно получить возраст времени внесения органики, который совпадает с созданием собственно керамики. Если же это некий «общий» углерод, который всегда есть в глиняном сырье, то его возраст, в первую очередь, относится к сырью, а не ко времени изготовления сосуда.

Нами была разработана методика выделения углерода из керамики с примесью травы и ее датирование на УМС установке [O'Malley et al., 1999]. Анализ полученных результатов показал, что при использовании окиси меди ( $\text{CuO}$ ), для разложения которой требуется температура около  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$  даты по керамике являются на несколько тысяч лет завышенными по сравнению с возрастом угля из этих же слоев. Когда в качестве окислителя выступает атомарный кислород, наилучшие результаты получаются при достаточно низкой температуре – около  $400\text{ }^\circ\text{C}$ . Видимо, при таком режиме из керамики прежде всего высвобождается углерод остатков травы, возраст которого и требуется определить.

Другая методика  $^{14}\text{C}$  датирования керамики была разработана В.В. Скрипкиным и Н.Н. Ковалюхом [Zaitseva et al., 2009]: она основана на растворении керамического теста в плавиковой кислоте ( $\text{HF}$ ) и датировке оставшегося углерода. Эта технология является методически ошибочной, поскольку остается неясным источник углеродсодержащего вещества, что не дает возможности однозначно ответить на принципиальный вопрос: «Какое событие характеризует  $^{14}\text{C}$  дата: время образования глины или момент изготовления сосуда?». Очевидно, что глина может иметь весьма древний собственный возраст – до сотен тысяч и миллионов лет, и в этом случае  $^{14}\text{C}$  дата покажет некий «средний» возраст глиняного сырья и, возможно, попавшей в керамическое тесто органики. Археологический смысл таких дат очень неясен [Ван дер Плихт и др., 2016].

Представляется, что с методической точки зрения  $^{14}\text{C}$  даты, полученные по керамическому тесту [Выборнов и др., 2008; 2014], например, для керамики неолитических культур Поволжья без органической примеси [Васильева, 2013], недостоверны. Археологи должны иметь в виду, что многочисленные определения  $^{14}\text{C}$  возраста, полученные по такой керамике, являются в значительной мере бесполезными. Ситуация осложняется наличием в глине, служившей сырьем для изготовления сосудов в Поволжье, примеси пресноводных моллюсков, что может дополнительно искажать  $^{14}\text{C}$  возраст из-за «эффекта резервуара» [Ван дер Плихт и др., 2016].

В методах урановых рядов (торий-урановый [ $^{230}\text{Th} - ^{234}\text{U}$ ] и протактиний-урановый [ $^{231}\text{Pa} - ^{235}\text{U}$ ]) преимуществом перед  $^{14}\text{C}$  датированием является более широкий возрастной диапазон – до 350–500 тыс. лет назад. Объектами изучения этими методами являются пещерные карбонаты, зубы и кости животных и человека.

Методы урановых рядов имеют ряд серьезных ограничений в их применении. Самое главное из них – датируемой системе (например, натёчной корке в пещере) надлежит оставаться «закрытой» после ее образования; иными словами, не должно происходить поступление дополнительного количества урана (чаще всего с грунтовыми водами) после образования датируемых отложений или выщелачивания урана из уже образовавшейся корки. Это ограничение часто не выполняется (или невозможно установить, что оно строго выполняется). Второе важное ограничение – в системе на момент ее формирования не должно быть тория ( $^{230}\text{Th}$ ). Оно также иногда не выполняется, так как в пещерных карбонатах (сталактитах, сталагмитах и натечных корках) часто наблюдается загрязнение изотопом  $^{230}\text{Th}$ , попавшим в датируемый материал в момент его образования вместе с микроскопическими частицами глины и пыли, которые адсорбируют радиоактивные вещества. Еще одним источником поступления тория могут быть фрагменты обломочных пород, попадающие с водным потоком в систему во время формирования карбонатных образований. В результате возраст объекта может быть омоложен на величину до 10 тыс. лет.

Для корректного применения торий-уранового метода необходимо также знание соотношения изотопов  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  в момент образования объекта, чтобы в случае нарушения равновесного состояния ввести соответствующую поправку (это условие не касается протактиний-уранового метода). При определении возраста методами урановых рядов применяется две модели поступления урана: 1) ранний захват, т.е. поглощение урана вскоре после попадания костей и зубов в пещерные отложения; 2) линейный захват, т.е. постепенная адсорбция урана на всем протяжении нахождения материала в отложениях. В соответствии с ними определяется возраст объектов; разница между получаемыми значениями в зависимости от выбора модели может достигать тысяч и даже первых десятков тысяч лет.

Калий-аргоновый ( $^{40}\text{K} - ^{40}\text{Ar}$ ) и аргон-аргоновый ( $^{39}\text{Ar} - ^{40}\text{Ar}$ ) методы применяются в геархеологии при необходимости датировать вулканические породы – базальты, вулканические пеплы и туфы. Преимуществом этих методов является широкий диапазон определяемого возраста (до десятков миллионов лет и более), недостатком – ограниченный набор объектов датирования. Важнейшими условиями для использования калий-аргонового метода являются: 1) отсутствие утечки изотопа  $^{40}\text{Ar}$  из исследуемой системы (в основном, из калийсодержащих минералов); 2) невозможность захвата при кристаллизации минералов изотопа  $^{40}\text{Ar}$ , а также привноса и выноса K; 3) отсутствие в датируемых минералах изотопа  $^{40}\text{Ar}$ , адсорбированного из воздуха. Нарушения «закрытости» минерала, в котором присутствуют измеряемые изотопы, происходят чаще всего при нагревании или выветривании вулканических пород; в таком случае получаемый калий-аргоновый возраст будет меньше, чем реальный.

Метод датирования по трекам спонтанного распада урана  $^{235}\text{U}$  (синоним – «метод треков») также используется при определении возраста вулканических образований. К его преимуществам можно отнести достаточно широкий диапазон возраста (минимум 10–15 млн лет); главный недостаток – ограниченный набор объектов датирования. Среди ограничений данного метода наиболее важны: 1) способность треков к «залечиванию», т.е. исчезновению с течением времени при определенных условиях; 2) пропадание треков при нагревании минерала – т.н. «отжиг треков» (для вулканического стекла – начиная со  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ); 3) при датировании «молодых» объектов нужно, чтобы содержание урана в них было достаточно высоким.

В настоящее время в мировой геархеологии широко применяются люминесцентные методы, а также метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) [Кузьмин, 2017]. Пре-

дел датирования люминесцентными методами достигает 250–300 тыс. лет (реже – до 300–500 тыс. лет); метода ЭПР – до 700–800 тыс. лет, а по зубной эмали – до 1–2 млн. лет. Для использования люминесцентных методов (термолюминесцентного (ТЛ) анализа и оптически-стимулированной люминесценции (ОСЛ)) наиболее пригодными являются объекты, содержащие включения зерен кварца и/или полевого шпата: 1) керамика (а также другие обожженные материалы); 2) рыхлые отложения; 3) вулканические пеплы. Что касается генетических типов четвертичных отложений, наиболее пригодных для люминесцентного датирования [Вагнер, 2006], то для ТЛ анализа это прежде всего лёссы, песчаные эоловые осадки, аллювий и склоновые (делювиальные) отложения. При их формировании, как правило, происходит достаточно длительная (десятки минут) экспозиция дневному свету светочувствительных зерен кварца или полевого шпата. При работах на пещерных объектах необходимо отдавать себе отчет в том, что с помощью люминесцентных методов можно датировать только тот материал, который испытал прямую экспозицию солнечному свету. Это осадки предвходовых частей пещер и гротов, а также эоловые отложения, попавшие в пещерные объекты [Walker, 2005]. Те осадки, которые не прошли воздействие прямым солнечным светом, например, находящиеся в глубине пещер, не могут быть датированы люминесцентными методами.

У люминесцентных методов датирования существует ряд методических требований, которые должны неукоснительно выполняться: 1) измеряемая при ТЛ-анализе светосумма должна быть однозначной функцией аккумулярованной дозы, и вид этой функции должен быть известен исследователю; 2) скорость запасания дозы также должна быть известна; 3) аккумулярованная доза в начальный момент должна быть равной нулю (так называемый «нуль-момент») или быть известной исследователю; 4) центры захвата должны сохранять электроны на всем протяжении периода действия метода. Однако на практике эти требования не всегда соблюдаются, что приводит к ошибкам и осложнениям в интерпретации результатов.

Принимая во внимание тот факт, что российские исследователи начинают активно применять люминесцентные методы датирования [Druzhinina et al., 2016], необходимо сделать ряд комментариев по уже известным случаям использования этих методов.

На стоянке Улалинка (Горный Алтай) в 1980-х гг. датирование ТЛ методом слоя, предположительно содержащего артефакты, показало возраст не менее 1.5 млн лет. Учитывая неопределенности с методикой датирования, применявшейся в данном случае, принять столь древнюю дату не представляется возможным.

В 1990-х гг. на стоянке Диринг-Юрях (Якутия) методом радиотермолюминесценции (РТЛ) из отложений, перекрывающих культурный горизонт, были получены даты более 1.1 млн лет назад и  $2.9 \pm 0.95$  млн лет назад; из отложений ниже культурного горизонта – более 1.8 млн лет назад. В дальнейшем другими исследователями ТЛ методом был определен гораздо более молодой возраст этих же отложений: ниже культурного горизонта –  $366 \pm 32$  тыс. лет; выше культурного горизонта –  $267 \pm 24$  тыс. лет. Следует отметить, что прямой связи между местами отбора образцов на ТЛ датирование и положением культурного горизонта строго установлено не было. Таким образом, выход Диринг-Юряха за пределы 1 млн лет крайне маловероятен; наиболее достоверен возраст, не превышающий 250–300 тыс. лет, хотя окончательно вопрос о древности этого объекта остается нерешенным и сегодня.

В центральном зале Денисовой пещеры (Горный Алтай) в 1990-х гг. было проведено датирование осадков РТЛ методом; возраст пещерных отложений определен в интервале  $282 \pm 56$  тыс. –  $69 \pm 17$  тыс. лет назад. Однако из опубликованного плана памятника следует, что изучаемые отложения расположены в 11 м от входа в пещеру и не подвергались воздействию прямого солнечного света; они представляют собой остаточные глины, образовавшиеся в результате растворения палеозойского известняка (возраст – около 420–445 млн лет). Применимость РТЛ метода к пещерным осадкам Денисовой пещеры является весьма спорной.

В последние годы в восточной галерее Денисовой пещеры проведено опробование отложений на датирование методом post-infrared IRSL – одной из разновидностей люминесцентных методов. Результаты датировки опубликованы пока в предварительном виде [Козликин, 2017], что не дает возможности судить о степени их достоверности, но уже сейчас неясно, возможно ли использовать осадки пещерной галереи, испытавшие неоднократное переотложение за время их формирования, для люминесцентного датирования.

При датировании зубов животных и пещерных образований ЭПР методом важную роль играет выбор модели накопления урана, в зависимости от чего результаты датировки могут отличаться друг от друга в два раза и более; выходом из ситуации может быть параллельное датирование методом урановых рядов и сравнение результатов. Большое значение при ЭПР и люминесцентном датировании имеет определение влажности отложений, в которых находится дозиметр; погрешность в определении усредненной по времени захоронения объекта влажности вмещающих отложений может привести к ошибке в определении возраста в пределах от единиц до десятка процентов.

Таким образом, только путем выполнения условий применения каждого из методов четвертичной геохронологии на археологических объектах возможно получение надежных результатов.

## Литература

- Вагнер Г.А. Научные методы датирования в геологии, археологии и истории. М.: Техносфера, 2006. 575 с.
- Ван дер Плихт Й., Шишлина Н.И., Зазовская Э.П. Радиоуглеродное датирование: хронология археологических культур и резервуарный эффект. М.: Палеограф, 2016. 112 с.
- Васильева И.Н. О выделении камского ареала гончарных традиций эпохи неолита // Археология, этнография и антропология Евразии. 2013. № 4 (56). С. 73–83.
- Выборнов А.А., Ковалюх Н.Н., Скрипкин В.В. К радиоуглеродной хронологии неолита Среднего Поволжья: западный регион // Российская археология. 2008. № 4. С. 64–71.
- Выборнов А.А., Мосин В.С., Епимахов А.В. Хронология уральского неолита // Археология, этнография и антропология Евразии. 2014. № 1 (57). С. 33–48.
- Козликин М.Б. Палеолитические комплексы восточной галереи Денисовой пещеры. Дисс. ... канд. историч. наук ... 07.00.06 – археология. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН, 2017. 277 с.
- Кузьмин Я.В. Радиоуглеродный метод и его применение в современной науке // Вестник РАН. 2011. Т. 81. № 2. С. 127–133.
- Кузьмин Я.В. Геоархеология: естественнонаучные методы в археологических исследованиях. Томск: Издательский Дом ТГУ, 2017. 395 с. (находится в свободном доступе: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/services/Download/vtls:000582914/SOURCE1?view=true>).
- Druzhinina O., Molodkov A., Bitinas A., Bregman E. The oldest evidence for human habitation in the Baltic Region: a preliminary report on the chronology and archaeological context of the Riadino-5 archaeological site // Geoarchaeology. 2016. Vol. 31. № 2. P. 156–164.
- Fischer A., Heinemeier J. Freshwater reservoir effect in  $^{14}\text{C}$  dates of food residue on pottery // Radiocarbon. 2003. Vol. 45. № 3. P. 449–466.
- O'Malley J.M., Kuzmin Y.V., Burr G.S., Donahue D.J., Jull A.J.T. Direct radiocarbon AMS dating of the earliest pottery from the Russian Far East and Transbaikalia // Mémoires de la Société Préhistorique Française. 1999. Vol. 26. P. 19–24 [Supplément 1999 de la Revue d'Archéométrie].
- Taylor R.E., Berger R. Radiocarbon dating of the organic portion of ceramic and wattle-and-daub house construction materials of low carbon content // American Antiquity. 1968. Vol. 33. № 3. P. 363–366.
- Walker M. Quaternary Dating Methods. Chichester: John Wiley & Sons, 2005. 286 p.
- Zaitseva G., Skripkin V., Kovaliukh N., Possnert G., Dolukhanov P., Vybornov A. Radiocarbon dating of Neolithic pottery // Radiocarbon. 2009. Vol. 51. № 2. P. 795–801.

## **Изотопный анализ в практике археологических исследований (на примере памятников бронзового века)**

Археология в последние десятилетия решительно меняет свои целевые установки в сторону резкого расширения изучаемых тематик. По сути, данный подход близок к декларации Л. Бинфорда «археология как антропология» [Binford, 1962]. Естественно, речь не о физической антропологии, а обо всем спектре дисциплин, ассоциируемых с человеком. Не в последнюю очередь это обусловлено расширением исследовательских горизонтов за счет увеличения числа привлекаемых методов. Становление и развитие изотопных технологий анализа довольно существенно отстоит во времени от наших дней, однако их внедрение в повседневную практику археологических исследований состоялось относительно недавно. Сейчас эти возможности только начинают реализовываться в отношении древностей разных периодов, среди которых нами избран тематически близкий автору бронзовый век. Целью настоящей работы является изложение некоторых итогов и перспектив данного направления. Однако прежде необходимо остановиться на методических аспектах данного вида анализов.

Прежде всего, надо упомянуть о двух типах изотопов: стабильных и радиоактивных. Первые не изменяются в период своего существования, вторые подвержены распаду и их число уменьшается после образования [Кузьмин, 2017]. Вплоть до последних десятилетий именно радиоактивные изотопы были широко известны археологам благодаря широкому распространению радиометрического (в основном, радиоуглеродного) датирования. Эта часть широко и полно представлена в литературе, продолжается совершенствование технологии и статистической обработки результатов. Существует несколько сотен лабораторий, ежегодно пополняющих банк данных новыми анализами. Подчеркнем, что радиоуглеродный анализ (как наиболее распространенный) стал обязательным элементом исследовательских программ разного профиля, например, палеогенетических. Не менее важно и то, что переход от единичных дат к сериям стал основанием для повышения доверия к результатам и ревизии в понимании крупных исторических процессов [Hansen et al., 2016 и др.]. Произошел своего рода переход количества в качество. Были четко осознаны сложности перехода к календарным значениям (рис. 1).

В качестве примера используем последнюю по времени серию датировок петровских и алакульских памятников [Краузе и др., 2018], выполненную в рамках ускорительных технологий. Для 15 образцов костей травоядных животных и человека был определен возраст, при этом один из них демонстрирует значимое отклонение, второй явно ошибочен – XVII–XVIII вв. н.э., к тому же, имеется парный анализ из этого же погребения, укладывающийся в обобщенный интервал. В первом же случае (не столь очевидном – 15–14 вв. до н.э.) в кости оказалось близкое к критическому уровню содержание коллагена (животный белок, по которому производится датирование), что сильно повышает вероятность загрязнения. На это же указывает и низкий показатель выхода углерода (6.7 % при «норме» 30–14 %). Соотношение  $d^{13}C$  также критически важно для оценки достоверности. В упомянутом образце оно составило 29.1 ‰, что сильно превышает пороговые значения для травоядных животных (от –19 до –22 ‰) [Кузьмин, 2017 и др.]. Отсутствие среди результатов этого параметра могло оставить открытым вопрос о том, какие из датировок являются валидными. В данном же случае мы оказались избавлены от бесплодных дискуссий о «правильности» тех или иных интервалов [Григорьев, 2016].

Стабильные изотопы в гораздо меньшей степени представлены в тематике бронзового века, тем не менее, список примеров постепенно пополняется. Рассмотрим, какие именно варианты исследований представлены в этой тематике. В первую очередь, следует назвать работы по реконструкции диеты [Shishlina et al., 2012; Svyatko et al., 2013; Ventresca Miller et al., 2014; Святко, 2016 и др.]. Перечисленные и ряд других работ основаны на измерении соот-

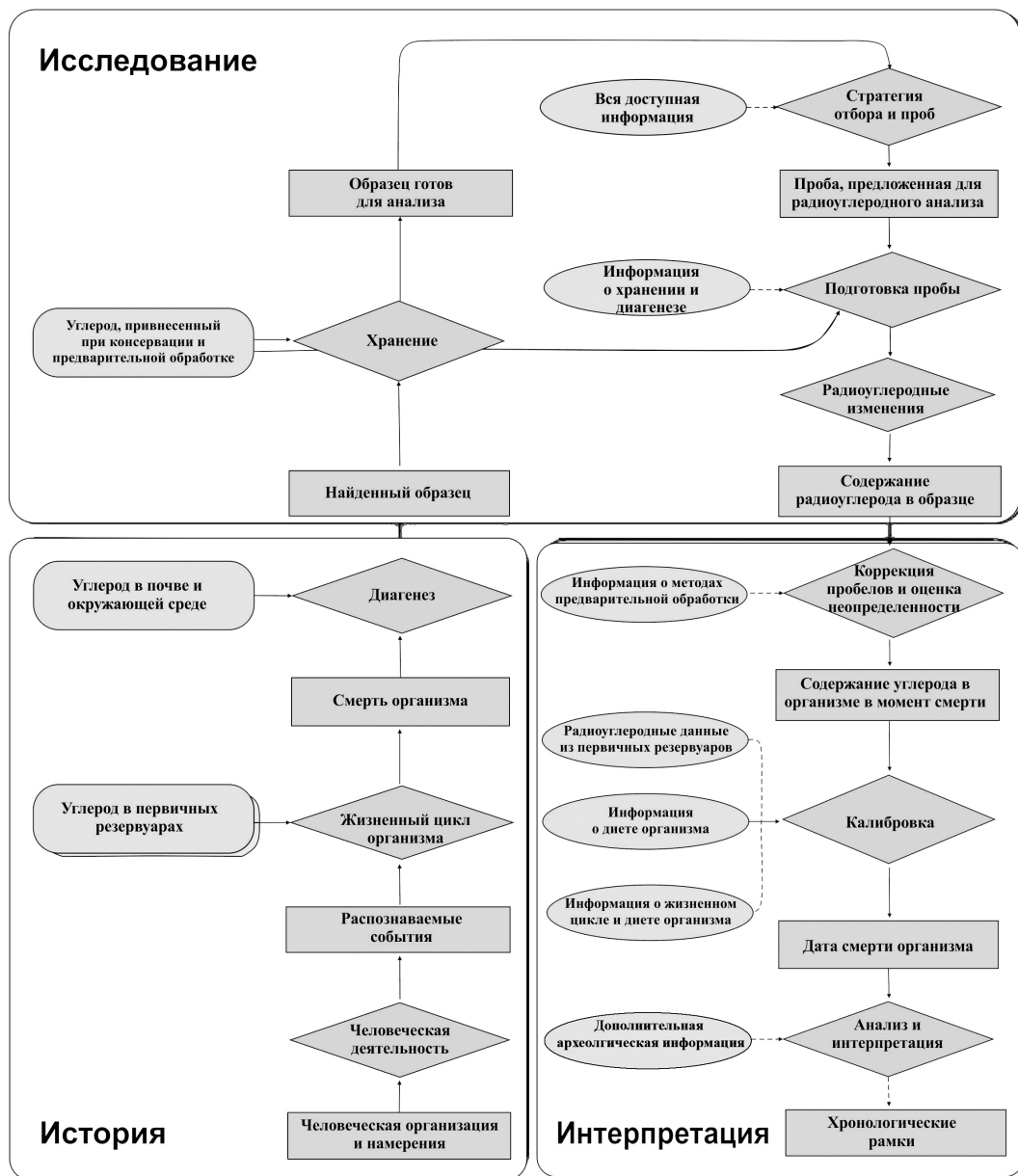


Рис. 1. Основные элементы процесса радиоуглеродного датирования (по [Bronk, 2008])

Современные требования к радиоуглеродному анализу включают также изучение изотопов, т.к. последние могут сигнализировать об источниках искажений.

ношений изотопов углерода и азота, которые прямо зависят от системы питания и природных условий. Хорошо отработана методика изучения белковой диеты, хотя это не единственная возможность. Предшествующими исследованиями установлены интервалы значений  $d^{13}C$  и  $d^{15}N$  для травоядных животных, хищников, а также потребителей рыбных и морепродуктов. Однако реальная ситуация требует проверки в каждом случае, с этой целью изучают не только останки человека, но также ископаемые кости животных и рыб. И, конечно, выводы носят статистический характер, т.е. требуют серийных анализов. Дело еще и в том, что упомянутые стабильные изотопы накапливаются в организме в течение длительного срока (во всяком случае, когда мы имеем дело с костями) и отражают преобладающую диету.

В кратком изложении мы можем констатировать, что для бронзового века Урала и прилегающих территорий Верхнего Притоболя удалось подтвердить мясомолочную диету. Этот вывод интересен сам по себе, т.к. получен из независимого от оценочных суждений источника, важен еще по ряду причин. Во-первых, он фактически закрывает длительно дискутируемый вопрос о синташтинском земледелии. Очевидно, доля растительной пищи в рационе была такова, что не оказала решающего влияния на состав костной ткани взрослых индивидов. О том же говорят и результаты палеоботанических исследований [Stobbe et al., 2016]. Разумеется, это не означает, что растения не употреблялись в пищу, но не они определяли систему жизнеобеспечения. Во-вторых, изучение стабильных изотопов позволило исключить влияние резервуарного эффекта на значения радиоуглеродных датировок. Соотношение изотопов указывает на отсутствие (или незначительную долю) продуктов водного происхождения в системе питания. Между тем, потребление пресноводной рыбы способно «удревнить» возраст образцов на сотни лет по сравнению с их реальной календарной датой [Плихт и др., 2016]. Дополнительным аргументом в пользу правильности такого заключения служат единичные парные анализы разных материалов (кости человека и травоядного животного) из одного археологического контекста (погребения). Вывод о скромной роли рыбы в рационе важен еще и потому, что в культурном слое поселения ее следов сравнительно много и велик соблазн их интерпретировать в качестве прямого доказательства [Stobbe et al., 2013]. От этого внешне очевидного, но, как показали новые исследования, неверного вывода нас избавляет анализ стабильных изотопов. В-третьих, большое число детей в составе погребенных в курганах (рис. 2) позволило с помощью описанной технологии определить начало введения дополнительных источников пищи (6 мес.) и предельный возраст грудного вскармливания (4 года) [Ventresca et al., 2017a].

Второе направление в изучении стабильных изотопов, представленное в отношении памятников бронзового века, ориентировано на исследование мобильности индивидов и групп (как, впрочем, и животных). В этой части основой заключений является измерение соотношения изотопов стронция ( $^{87}Sr/^{86}Sr$ ). Основной посыл состоит в том, что их соотношение практически не изменяется во времени и обусловлено геохимическим строением территории. Попадая в организм (с водой и пищей), эти изотопы откладываются в постоянных зубах и могут быть измерены. Сравнивая полученную величину с фоном (либо с другими образцами), можно получить информацию о местном либо неместном происхождении индивида [например, Shishlina et al., 2016]. У метода, однако, существует ряд ограничений. Условием получения адекватных результатов является наличие значимых различий геохимического фона для сравниваемых территорий. Урал с его сложной историей формирования и геологической структурой хорошо подходит для таких исследований. Это преимущество пока слабо реализовано в практике исследований [Ventresca et al., 2017b; Киселева и др., 2017], но первые шаги подтверждают перспективность направления. Понятно, что важнейшим вопросом интерпретации является место происхождения индивида или животного, если изотопы стронция указывают на различия с фоновыми показателями. Сегодня едва ли не главным препятствием

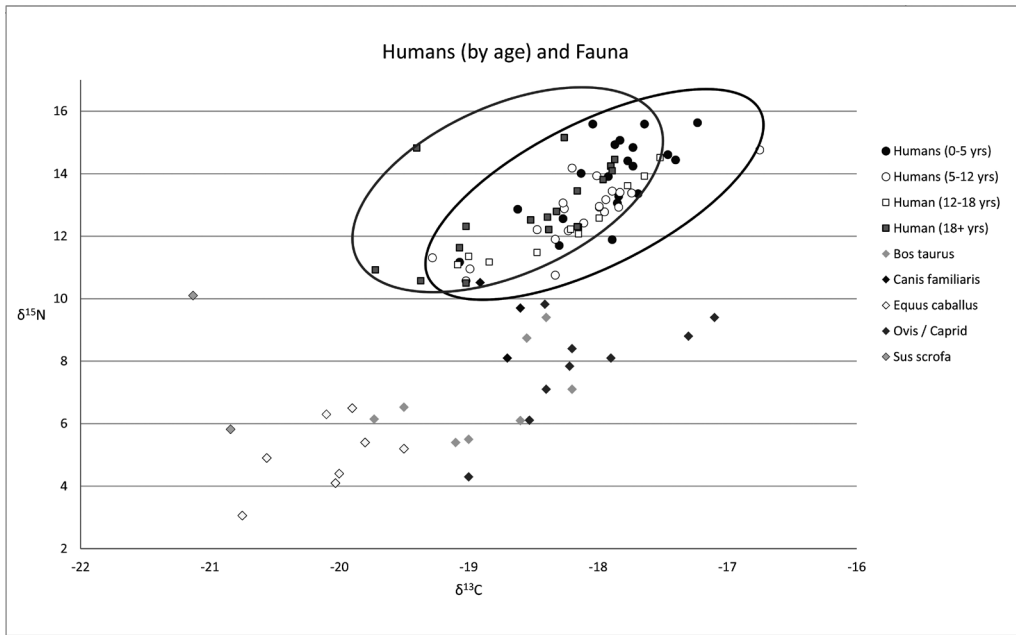


Рис. 2. Распределение значений стабильных изотопов углерода и азота у людей по возрасту в могильнике Каменный Амбар-5 (со сравнительным набором опорных изотопов) (по [Hanks et al., 2018]).

на пути решения таких проблем остается отсутствие подробных карт изотопов, в отличие, например, от территории Европы.

Представленный обзор не исчерпывает всех возможностей геоархеологических методов детализации картины прошлого. Например, сравнительно недавно была сделана попытка объяснить высокие концентрации мышьяка в костных тканях индивидов ранних возрастов путем разграничения сценариев биогенеза и диагенеза [Dudgeon et al., 2016]. Другие варианты также представлены слабо либо не представлены совсем. Требуется выход на качественно новый уровень в исследовании стабильных изотопов углерода и азота (пока мы оперируем несколькими памятниками, не изучены остатки рыбы бронзового века и пр.). Едва намечилось исследование мобильности, никак не представлено в местном историографическом ландшафте изучение изотопов свинца, способное «увязать» места добычи медной руды с ареалом распространения конечных изделий. Таким образом, намечившаяся положительная динамика не должна быть причиной для дополнительных усилий к распространению методов, способных не только проверить выдвинутые археологами гипотезы, но и поставить принципиально новые вопросы.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (госзадание 33.5494.2017/БЧ «Пограничье культурных миров (Южный Урал от древности до Нового времени)»).*

## Литература

- Григорьев С.А. Проблема хронологии и происхождения алакульской культуры в свете новых раскопок в Южном Зауралье // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2016. № 3 (34). С. 44–53.
- Киселева Д.В., Корякова Л.Н., Шарипова С.В. и др. Определение микроэлементного и изотопного состава Sr в образцах костной и зубной ткани человека и животных из археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. № 4. С. 41–46.



- Краузе Р., Епимахов А.В., Куприянова Е.В. и др.* Петровские памятники бронзового века: проблемы таксономии и хронологии // Археология, этнография и антропология Евразии. 2018. В печати.
- Кузьмин Я.В.* Геоархеология: естественно-научные методы в археологических исследованиях. Томск: Издательский дом Томского государственного университета, 2017. 396 с.
- Плихт Й., Шишлина Н.И., Зазовская Э.П.* Радиоуглеродное датирование: Хронология археологических культур и резервуарный эффект / Труды ГИМ. Вып. 203. Москва: Палеограф, 2016. 112 с.
- Святко С.В.* Анализ стабильных изотопов: основы метода и обзор исследований в Сибири и Евразийской степи // Археология, этнография и антропология Евразии. 2016. Т. 44. № 2. С. 47–55.
- Binford L.* Archaeology as anthropology // *American Antiquity*. 1962. Vol. 28. № 2. P. 217–225.
- Bronk R.C.* Radiocarbon dating: revolutions in understanding // *Archaeometry*. № 2 (50). 2008. P. 249–275.
- Dudgeon J.V., Tromp M., Hanks B.K. et al.* Investigating biogenic versus diagenetic trace element incorporation in archaeological mineralized tissues with LA-ICP-MS // *Recent Advances in Laser Ablation ICP-MS for Archaeology* / ed. by L. Dussubieux, M. Golitko, B. Gratuze. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2016. P. 323–341.
- Hansen S., Renn J., Klimscha F. et al.* The digital atlas of innovations: A research program on innovations in Prehistory and antiquity // *eTopoi. Journal for Ancient Studies*. 2016. Vol. 6. P. 777–818.
- Shishlina N.I., Larionova Yu.O., Idrisov I.A. et al.* Variations in  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratios in contemporary snail samples obtained from the eastern Caucasus // *Arid Ecosystems*. 2016. Vol. 6. Is. 2. P. 100–106.
- Shishlina N., Zazovskaya E., van der Plicht J. et al.* Isotopes, plants, and reservoir effects: case study from the Caspian steppe Bronze Age // *Radiocarbon*. 2012. Vol. 54. № 3–4. P. 749–760.
- Stobbe A., Gumnior M., Rühl L. et al.* Bronze Age human–landscape interactions in the southern Transural steppe, Russia – Evidence from high-resolution palaeobotanical studies // *The Holocene*. 2016. Vol. 26 (10). P. 1692–1710.
- Stobbe A., Rühl L., Nekrasov A.E. et al.* Fish – an important dietary component in the settlement of Kamennyi Ambar // *Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Trans-Urals (Russia)*. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2013. P. 233–237.
- Svyatko S.V., Schulting R.J., Mallory J. et al.* Stable isotope dietary analysis of prehistoric populations from the Minusinsk Basin, southern Siberia, Russia: a new chronological framework for the introduction of millet to the eastern Eurasian steppe // *Journal of Archaeological Science*. 2013. Vol. 40. № 11. P. 3936–3945.
- Ventresca M.A.R., Hanks B.K., Judd M. et al.* Weaning practices among pastoralists: New evidence of infant feeding patterns from Bronze Age Eurasia // *American Journal of Physical Anthropology*. 2017a. Vol. 162. Is. 3. P. 409–422.
- Ventresca M.A.R., Winter-Schuh C., Usmanova E.R. et al.* Pastoralist mobility in Bronze Age landscapes of Northern Kazakhstan:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  and  $\text{d}^{18}\text{O}$  analyses of human dentition from Bestamak and Lisakovsk // *Environmental Archaeology*. 2017b. URL: <https://doi.org/10.1080/14614103.2017.1390031> (дата обращения 26.02.2018).
- Ventresca M.A.R., Usmanova E., Logvin V. et al.* Subsistence and social change in central Eurasia: stable isotope analysis of populations spanning the Bronze Age transition // *Journal of Archaeological Science*. 2014. Vol. 42. P. 525–538.
- Hanks B.K., Ventresca M.A.R., Judd M., Epimakhov A., Razhev D., Privat K.* Bronze Age diet and economy: new stable isotope data from the Central Eurasian Steppes (2100–1700 BC) // *Journal of Archaeological Science*. 2018. In press.

**Д.В. Киселева**

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург,  
kiseleva@igg.uran.ru*

## **Применение изотопного анализа свинца и меди в археометаллургии**

Методы геохимических исследований широко применяются в археологии для исследования (микро)элементного и изотопного состава и структуры материальных предметов культур-

ного наследия – ископаемых костных и зубных тканей человека и животных, древних орудий труда и предметов из металла, камня, керамики, источников природного сырья для их изготовления. Крайне востребованными и важными они остаются и в археометаллургии – уникальной междисциплинарной области на стыке гуманитарных (археология, антропология), естественных (геология, минералогия) и технических (металлургия) наук [Chirikure, 2014].

Начало системных исследований по материаловедению предметов древности (ископаемых металлических и предметов культурного наследия и др.) на Южном Урале эпохи бронзы относится к последним годам прошлого столетия; в центре их внимания стояли как общие проблемы геоархеологии и археологической минералогии, так и вопросы применения естественно-научных методов в решении археологических задач. В работе [Зайков и др., 2016] рассмотрены вопросы определения источников благороднометалльного минерального сырья, разрабатывавшихся в древности, способов передела руд, древней металлургии, реконструкции коммуникаций прошлых эпох, изучения древних рудников и проблем археометаллургии, включая состав шлаков; проанализирован состав металлических изделий из археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы.

При процессе переплавки руды в металл примесные элементы, поступающие из исходной руды и другого сырья, переходят в шлаки, что позволяет установить между ними генетические взаимоотношения. Таким образом, элементный состав руд, шлаков, готовых металлических изделий, а также различных побочных продуктов процесса выплавки является своего рода «отпечатком пальцев», который может быть охарактеризован с применением геохимических методов исследования, таких как рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) и др. [Chirikure, 2014]. Масс-спектрометрические методы анализа, кроме элементного, позволяют получать данные и об изотопном составе вещества.

Использование изотопных отношений (ИО) свинца для выявления источников вещества в археологии основано на предположении, что соотношения изотопов  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$  и  $^{204}\text{Pb}$  различных рудных месторождений значительно отличаются друг от друга и могут быть обособлены в виде кластеров точек на графиках в координатах  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  –  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , представляя таким образом «отпечаток пальца» данного месторождения [Chirikure, 2014]. Сравнение такой изотопной метки с ИО свинца в готовом изделии может помочь археологам установить генетическую связь рудного тела и артефакта. Среди потенциальных недостатков такого метода можно назвать перекрывающиеся значения ИО свинца от двух или более источников, смешивание сырья из различных источников, также смешивание при вторичной переработке изделий с различными источниками сырья [Chirikure, 2014]. Но, несмотря на упомянутые ограничения, использование анализа изотопных отношений свинца для выявления источников металла широко распространено в археометаллургических исследованиях.

Изотопный состав меди (в отличие от свинца) не дает исчерпывающей информации о конкретном месторождении (источнике происхождения), а, скорее, позволяет обнаружить природу минералов, содержащихся в руде, а также особенности климата, в котором происходило выветривание медных руд [Powell et al., 2017]. Медь имеет два изотопа (65 и 63), причем  $^{65}\text{Cu}$  тяготеет к обстановкам, ассоциированным с окислением [Zhu et al., 2000]. Следовательно, процесс окисления меди приводит к образованию флюидов и минералов, обогащенных  $^{65}\text{Cu}$ , как, например, это происходит под влиянием выветривания сульфидных минералов; для невыветрелых сульфидных руд характерно отсутствие значимого фракционирования меди (<1 ‰) [Powell et al., 2017]. Из-за высокой экономической значимости гипергенные месторождения хорошо изучены, и связанные с ними модели изотопного фракционирования меди распространены в область археометаллургических исследований [Powell et al., 2017]. На таких месторождениях выделяют следующие типы минералогической и изотопной стратифи-

кации: 1) зона поверхностного выщелачивания с Cu-содержащими оксидами железа, которые представляют собой остатки сильно выветрелых сульфидов меди, обедненная по  $^{65}\text{Cu}$ ; 2) обогащенная зона оксидов меди и сульфидных минералов (борнит, халькозин, ковеллин) с сильно фракционированным изотопным составом ( $\geq 3\%$ ); 3) неветрелая первичная сульфидная руда без фракционирования изотопов меди [Powell et al., 2017]. Для каждого конкретного месторождения значения изотопных отношений меди во всех трех резервуарах контролируются исходным составом неизменной руды, степенью ее выветривания, а также минеральными видами, которые подверглись выветриванию. Немаловажно и то, что было показано, что ни древние, ни современные технологии обработки медных руд не приводят к фракционированию меди, и изотопный состав меди в металлических изделиях соответствует рудам, из которых они были изготовлены [Powell et al., 2017].

По причине того, что объектом исследования изотопного анализа являются весьма незначительные вариации изотопного состава элемента, его основополагающей характеристикой является прецизионность. По основным характеристикам мультиколлекторные магнитосекторные масс-спектрометры с индуктивно-связанной плазмой (МК-ИСП-МС) составляют достойную конкуренцию термоионизационной масс-спектрометрии (ТИМС), признанной эталонным методом изотопного анализа [Vanhaecke et al., 2009]. Более того, одним из преимуществ МК-ИСП-МС является возможность ионизации в плазме элементов с высоким потенциалом ионизации, таких как медь, при работе с которыми ТИМС оказывается неприменим [Moynier et al., 2017].

Различия в эффективности экстракции, передаче и детектировании ионов приводят к значительному изменению измеряемого «реального» изотопного отношения от его истинного значения. Этот эффект получил название масс-дискриминации (mass bias) и может достигать нескольких процентов на атомную единицу массы. Очень важно понимать разницу между масс-дискриминацией оборудования с индуктивно-связанной плазмой и масс-фракционированием в термоионизационных приборах. В то время как величина масс-фракционирования меняется с течением времени (в связи с незначительными изменениями в ионном пучке), масс-дискриминация остается постоянной для конкретного изотопа элемента [Vanhaecke et al., 2009]. Существует два основных типа коррекции масс-дискриминации на оборудовании с индуктивно-связанной плазмой: использование внешнего и внутреннего стандартов.

Применение внешнего стандарта подразумевает измерение изотопного стандарта интересующего элемента и определение коэффициента масс-дискриминации, который в дальнейшем было бы возможно применять для коррекции результатов измерения неизвестной пробы. Один из частных случаев данного способа – метод бреккетинга (SSB, standard-sample bracketing) – чередование в пределах измерительной сессии стандарт-образец-стандарт. Большинство изотопных данных по меди получено на оборудовании с индуктивно-связанной плазмой методом бреккетинга [Maréchal et al., 1999; Maréchal and Albarède, 2002; Mathur et al., 2005].

Полученные изотопные данные, как правило, приводят в виде величины  $\delta$  (‰), рассчитываемой по формуле:

$$\delta^{65}\text{Cu} = \left[ \frac{\left( \frac{^{65}\text{Cu}}{^{63}\text{Cu}} \right)_{\text{обп}}}{\left( \frac{^{65}\text{Cu}}{^{63}\text{Cu}} \right)_{\text{SRM 976}}} - 1 \right] \times 1000.$$

где, NIST SRM 976 – используемый для бреккетинга стандартный образец с аттестованной величиной изотопного отношения  $^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu}$  (NIST, США).

Применение внутреннего стандарта заключается в добавлении в анализируемый образец стандарта элемента с близкой массой (например, таллий при изотопном анализе свинца), и нормировании результатов всех текущих измерений изотопных отношений Pb по эталонному значению отношения  $^{205}\text{Tl}/^{203}\text{Tl}$  и с учетом интерференций изотопа  $^{204}\text{Hg}$ .

Прецизионность измерения изотопных отношений свинца и меди напрямую зависит не только от корректности учета масс-дискриминации, но и качества подготовки образцов, а именно степени очистки определяемого элемента, минимально низкого уровня контрольного (холостого) опыта, а также от высокого количественного выхода целевых компонентов в раствор.

Подготовка образцов обычно заключается в хроматографическом выделении чистых фракций аналита на ионообменных смолах в одну или несколько стадий: BioRad Dowex AG 1  $\times$  8 – для свинца, AG-MP – для меди [Mathur et al., 2005; Borrok et al., 2007]. Для растворов, содержащих большое количество меди ( $> 10\text{мМоль Cu}$ ), не требуется ее хроматографическое выделение [Mathur et al., 2005], и процедура пробоподготовки к изотопному анализу сводится к растворению образца в концентрированной азотной кислоте с последующим разбавлением, посредством которого устраняются возможные матричные эффекты от других ионов, находящихся в растворе.

Таким образом, в работе представлены основные данные по применению изотопных отношений свинца и меди в объектах археометаллургии, особенностям реализации аналитических методик. В заключение доклада планируется привести несколько примеров выполнения изотопных исследований свинца и цинка в лаборатории ФХМИ ИГГ УрО РАН в различных археологических объектах.

## 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.
- Borrok D., Wanty R.B., Ridley W.I., Wolf R., Lamothe P.J., Adams M. Separation of copper, iron, and zinc from complex aqueous solutions for isotopic measurement // *Chemical Geology*. 2007. Vol. 242. P. 400–414.
- Chirikure S. Geochemistry of ancient metallurgy: Examples from Africa and elsewhere // In: Cerling T. and Turekian K. (eds) *Treatise on Geochemistry*. 2014. Vol. 14. Archaeology and Anthropology. P. 169–189.
- Maréchal C., Albarède F. Ion-exchange fractionation of copper and zinc isotopes // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2002. Vol. 66. P. 1499–1509.
- Maréchal C., Telouk P., Albarède F. Precise analysis of copper and zinc isotopic compositions by plasma-source mass spectrometry // *Chemical Geology*. 1999. Vol. 156. P. 251–273.
- Mathur R., Ruiz J., Titley S., Liermann L., Buss H., Brantley S.L. Cu isotopic fractionation in the supergene environment with and without bacteria // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2005. Vol. 69. p. 233–5246.
- Moynier F., Vance D., Fujii T., Savage P. The Isotope geochemistry of zinc and copper // *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*. 2017. Vol. 82. P. 543–600.
- Powell W., Mathur R., Bankoff H.A., Mason A., Bulatovic A., Filipovic V., Godfrey L. Digging deeper: Insights into metallurgical transitions in European prehistory through copper isotopes // *Journal of Archaeological Science* XXX (2017). P. 1–10.
- Vanhaecke F., Balcaen L., Malinovsky D. Use of single-collector and multi-collector ICP-mass spectrometry for isotopic analysis // *J. Anal. At. Spectrom.* 2009. Vol. 24. P. 863–886.
- Zhu X., O’Nions K., Guo Y., Belshaw N., Rickard D. Determination of natural Cu-isotope variation by plasma-source mass spectrometry: implications for use in geochemical tracers // *Chemical Geology*. 2000. Vol. 163. P. 139–149.

## **Изотопно-геохимическое (Sr, Pb) исследование разреза почвенно-растительного слоя в районе археологических памятников эпохи бронзы на Южном Урале**

Материальные предметы культурного наследия – ископаемые костные и зубные ткани человека и животных, древние орудия труда и предметы из металла, камня, керамики и т.д. широко используются для получения данных об образе жизни и миграциях населения и домашних животных, а также для определения источника минерального сырья в древности на основе различных изотопных отношений, в частности, стронция [Ericson, 1985] и свинца [Chirikure, 2014].

Подобные исследования невозможны без всестороннего изучения окружающей геологической и экологической обстановки, определения ее изотопно-геохимических характеристик, представляющих собой некие референсные точки или фоновые величины для проведения сопоставлений, например, определения так называемого локального «биодоступного» стронция [Bentley et al., 2006]. Для этих целей использовался целый ряд материалов – зубная эмаль ископаемых и современных животных, речная вода, почва, растительность, раковины улиток и пресноводных двустворчатых моллюсков; при этом отмечалось, что в современных экосистемах на изотопный состав Sr сильно влияет использование удобрений, что дает значительный сдвиг при интерпретации ископаемых образцов [Maurer et al., 2012].

В бассейне р. Карагайлы-Аят (Челябинская область) располагаются археологические памятники позднего бронзового века – укрепленные поселения Каменный Амбар и Коноплянка (21–17 вв. до н.э.), могильник Неплюевский (19–16 вв. до н.э.) [Киселева и др., 2017]. Для этих памятников собрана обширная коллекция материальных предметов культурного наследия.

В районе исследований находятся Неплюевский и Варшавский гранитоидные массивы. Вмещающими породами для них служат терригенные породы ниже-среднеордовикской рымникской свиты, обнаженные к западу от гранитоидов. Восточнее, на территории археологических памятников, залегают углисто-глинистые филлитовые сланцы раннекаменноугольного возраста, а южнее – гипербазитовый массив [Тевелев и др., 2006]. Несмотря на наличие изотопных данных по Неплюевскому и Варшавскому гранитоидным массивам (Rb-Sr возраст [Тевелев и др., 2006]), данный район представляется недостаточно изученным, особенно в области изотопно-геохимических характеристик сложной системы взаимодействия подстилающих горных пород, почв, поверхностных и подземных вод, растений и живых организмов.

Целью работы была изотопно-геохимическая (Sr, Pb) характеристика местонахождений ряда археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы; выявление материалов, пригодных для определения локального биодоступного стронция и использования в археологической интерпретации ископаемых образцов костной и зубной ткани.

В ходе работы исследованы 36 образцов, характеризующих местность в районах археологических памятников бронзового века Каменный Амбар и Коноплянка, а также могильника Неплюевский. Для каждого местонахождения были отобраны образцы речной воды (реки Карагайлы-Аят, Яндырка, Акмулла), горных пород (граниты и гранитоиды, серпентиниты, филлит и кварцитосланец), различных частей почвенного профиля и растительности (травы). Перед анализом образцы пород были измельчены в дробилках, а затем истерты вручную в яшмовой ступке. Образцы почвы и травы просушены и измельчены вручную в яшмовой ступке. Образцы воды были законсервированы азотной кислотой.

Пробоподготовка и анализы проведены в блоке чистых помещений с классами чистоты 6 и 7 ИСО (ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург). Образцы пород и почв массой порядка 100 мг подвергались вскрытию смесью кислот HF + HNO<sub>3</sub> + HCl в микроволновой печи MWS 4+ (Berghof) с последующим переводом в нитраты многократной обработкой 14M HNO<sub>3</sub>; для образцов растительности использовали открытое вскрытие с 14M HNO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Для изотопного анализа свинец и стронций были хроматографически выделены с использованием смол BioRad AG 1 × 8 (Pb) по стандартной HBr-HCl-схеме [Kamber, Gladu, 2009; Методика..., 2014] и Triskem Sr-Spec (Sr) согласно [Muynck et al., 2009; ]. Измерения изотопного состава стронция и свинца проводились на мультиколлекторном магнито-секторном масс-спектрометре с двойной фокусировкой Neptune Plus (Thermo Fischer). Для стронция использовался метод бреккетинга (SSB) по схеме «стандарт-образец-образец-стандарт» с использованием NIST SRM 987. Для оценки правильности и долговременной воспроизводимости измерительной процедуры использовался стандарт изотопного состава стронция NIST SRM 987:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.710266 \pm 8$  (1SD, N = 23). Для измерения изотопного состава свинца использовали метод Tl<sub>N</sub>, предусматривающий нормирование результатов всех текущих измерений изотопных отношений Pb по эталонному значению отношения  $^{205}\text{Tl}/^{203}\text{Tl}$  (галийсодержащая метка добавлялась к образцу непосредственно перед измерением) и с учетом интерференций изотопа  $^{204}\text{Hg}$ . Коррекция интерференций применялась к изотопным отношениям свинца 204/206, 204/207, 204/208 по отношению  $\text{Hg}^{202/204} = 4.35037$ . Нормирование проводилось по экспоненциальному закону с использованием отношения  $\text{Tl}^{205/203} = 0.418922$ . Правильность и воспроизводимость измерений изотопного состава свинца контролировались повторными измерениями стандарта NIST 981:  $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 0.059061 \pm 2$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 2.16799 \pm 3$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 914514 \pm 9$  (2σ ед по 21 измерению).

Исследованные образцы характеризуются значительными вариациями  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , причем наибольший разбег отмечен для пород и почв: максимальными значениями в пределах исследованных местонахождений характеризуются филлит Варшавского массива (0.71564), гранит Неплюевского массива (0.80755) и кварцитосланец из района д. Коноплянка (0.75355), а также почвы, отобранные над серпентинитами, Каменный Амбар (0.71488 и 0.71946), в районе д. Коноплянка (0.71040–0.71814) и в районе могильника Неплюевский (0.71433–0.71541) (рис. 1–3).

Пониженные отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в траве 0.70716 (Каменный Амбар, над филлитами) могут быть обусловлены применением фосфатных удобрений (неподалеку располагаются земли сельскохозяйственного назначения) [Maurer et al., 2012]. В целом, наименьший разброс значений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  характерен для почв и воды. При сопоставлении с полученными ранее данными по  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в ископаемых костных и зубных тканях человека и животных [Киселева и др., 2017] выявлено, что образцы подстилающих пород, почв, растительности и воды обладают более радиогенным  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  отношением, чем ископаемый и современный биоапатит, уменьшаясь в ряду порода – почва – растительность. Тем не менее, следует отметить, что граниты и серпентиниты Варшавского массива имеют менее радиогенные величины  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  по сравнению с археологическими образцами и современной костью суслика [Киселева и др., 2017] и, наоборот, увеличиваются в ряду порода – почва – растительность. Речная вода из всех трех рек имеет близкий изотопный состав стронция (0.71094–0.71176), более радиогенный по сравнению с археологическими образцами. Детальный почвенный разрез по профилю в районе д. Коноплянка (см. рис. 3) выявил равномерное увеличение Sr-отношений от нижних слоев к верхним с максимумом в плодородном слое (0.71814), причем для травы отмечено низкое отношение (0.70898), близкое к нижнему песчаному слою профиля (0.71040).

Изотопные отношения свинца в породах и почвах изученных местонахождений варьируют в пределах 18.41–19.26 ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ), 15.64–15.70 ( $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ), 38.33–40.06 ( $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ).

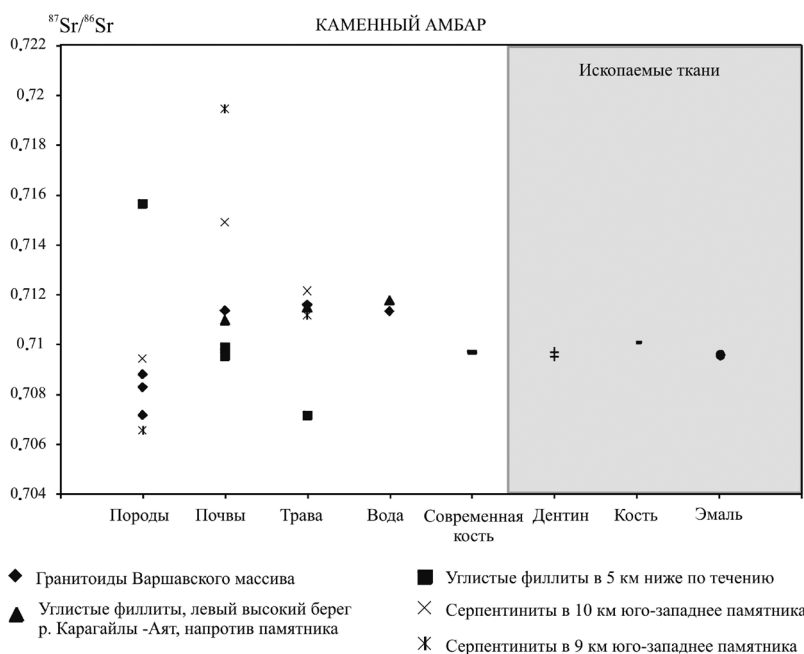
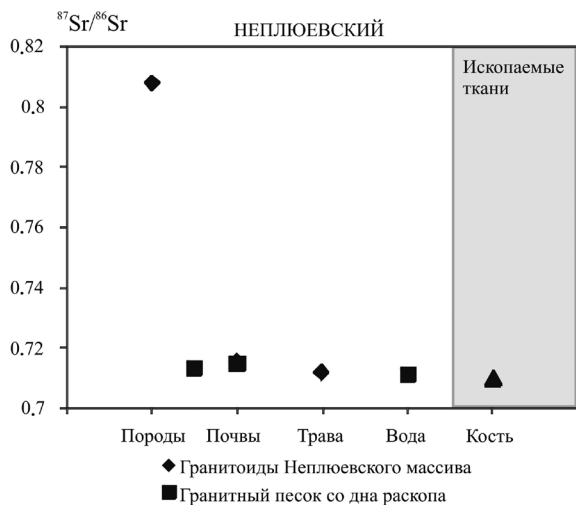


Рис. 1. Изотопные отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в исследованных образцах горных пород, почв, растительности, речной воды, а также современной костной ткани в сопоставлении с ископаемыми костными и зубными тканями из района поселения Каменный Амбар.

Рис. 2. Изотопные отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в исследованных образцах горных пород, почв, растительности, речной воды в сопоставлении с ископаемыми костными тканями из района могильника Неплюевский



При этом отношения в почвах обособлены и на графиках располагаются между точками подстилающих пород (рис. 4).

Полученные данные могут быть использованы для атрибуции древних продуктов металлургического передела (руды, шлаков, бронзовых изделий) и керамики для определения источников минерального сырья в древности.

Таким образом, из всех исследованных материалов, характеризующих биодоступный стронций, наиболее близким археологическим образцам являются современная костная ткань; трава и вода, которые, хоть и характеризуются малым разбросом величин  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , имеют более радиогенный изотопный состав стронция. В целом, все археологические образцы

Рис. 3. Изотопные отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в исследованных образцах горных пород, почв, растительности, речной воды в сопоставлении с ископаемыми зубными тканями из района поселения Коноплянка

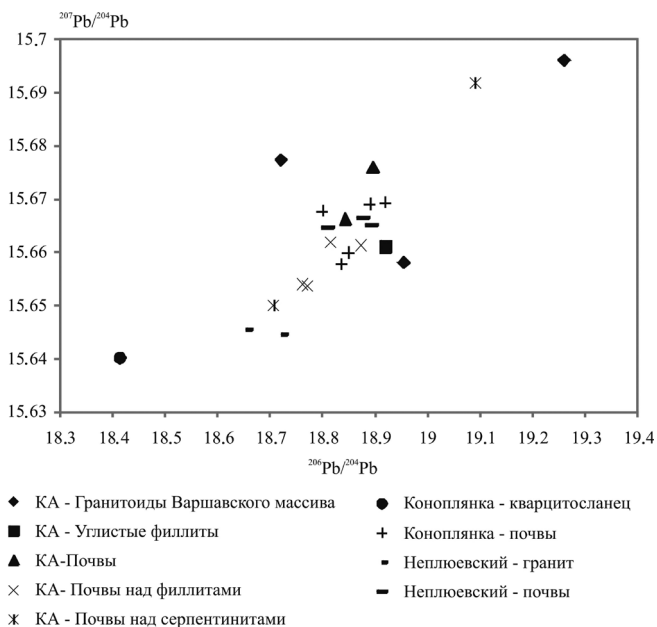
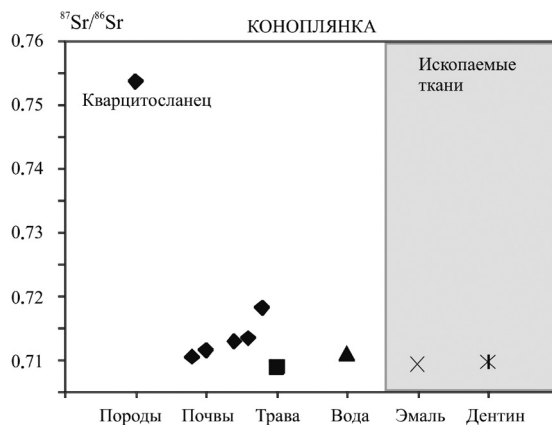


Рис. 4. Изотопные отношения свинца в исследованных образцах горных пород и почв из района основных археологических памятников эпохи бронзы на Южном Урале.

укладываются в диапазон изотопных отношений биодоступного стронция, а разброс значений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в них значительно меньше по сравнению с «фоновыми» материалами, что не опровергает выдвинутую ранее гипотезу об их автохтонном происхождении [Киселева и др., 2017].

Работа выполнена в ЦКП «Геоаналитик» в рамках госбюджетной темы № 0393-2016-0025.

### Литература

Киселева Д.В., Корякова Л.Н., Шарипова С.В., Косинцев П.А., Зайцева М.В., Стрелецкая М.В., Чердниченко Н.В., Фокина А.К., Шаг Е.С. Определение микроэлементного и изотопного состава стронция в образцах костной и зубной ткани человека и животных из археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН. С. 41–46.



Методика измерений изотопных отношений свинца в горных породах и минералах методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с использованием масс-спектрометра высокого разрешения Neptune Plus. Методика измерений № 88-16360-009-2014. Екатеринбург, 2014.

*Тевелев А.В., Кошелева И.А., Попов В.С., Кузнецов И.Е., Осипова Т.А., Правикова Н.В., Вострецова Е.С., Густова А.С.* Палеозоиды зоны сочленения Восточного Урала и Зауралья // Труды лаборатории складчатых поясов (вып. 4) / под ред. проф. А.М. Никишина. М.: Геологический ф-т МГУ, 2006. 300 с.

*Bentley R.A.* Strontium Isotopes from the Earth to the archaeological skeleton: A review. 2006. Vol. 13(3). P. 135–187. doi:10.1007/s10816-006-9009-x.

*Chirikure S.* Geochemistry of ancient metallurgy: examples from Africa and elsewhere // In: Treatise on Geochemistry. 2014. Vol. 14. P. 169–189.

*Ericson J.E.* Strontium isotope characterization in the study of prehistoric human ecology // J. Hum. Evol. 1985. Vol. 14. P. 503–514.

*Kamber B.S., Gladu A.H.* Comparison of Pb purification by anion-exchange resin: Methods and assessment of long-term reproducibility of Th/U/Pb ratio measurements by quadrupole ICP-MS // Geostandards and Geoanalytical Research. 2009. Vol. 33 (2). P. 169–181.

*Maurer A.-F., Galer S.J.G., Knipper C., Beierlein L., Nunn E.V., Peters D., Tütken T., Alt K.W., Schöne B.R.* Bioavailable  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  in different environmental samples: Effects of anthropogenic contamination and implications for isoscapes in past migration studies // Science of the Total Environment. 2012. Vol. 433. P. 216–229.

*Muyndk D.D., Huelga-Suarez G., Heghe L.V., Degryse P., Vanhaecke F.* Systematic evaluation of a strontium-specific extraction chromatographic resin for obtaining a purified Sr fraction with quantitative recovery from complex and Ca-rich matrices // J. Anal. At. Spectrom. 2009. Vol. 24. P. 1498–1510.

**Н.И. Шишлина<sup>1</sup>, Д.В. Киселева<sup>2</sup>, П.С. Медведева<sup>3</sup>, Н.В. Леонова<sup>1</sup>, О.В. Орфинская<sup>4</sup>,  
М.В. Зайцева<sup>2</sup>, Н.Г. Солошенко<sup>2</sup>, Е.С. Азаров<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup> – Исторический музей, г. Москва

<sup>2</sup> – ИГГ, г. Екатеринбург

<sup>3</sup> – ЮУрГГПУ, г. Челябинск

<sup>4</sup> – ЦЕИ РАН, г. Москва, [nshishlina@mail.ru](mailto:nshishlina@mail.ru)

### **Изотопный состав стронция в шерстяном текстиле эпохи бронзы из могильников Березовый рог (лесная зона Восточной Европы) и Черняки II (Южное Зауралье)**

Средний и поздний бронзовый век Северной Евразии стал периодом комплексных социально-экономических преобразований первобытных обществ. В их числе – освоение и распространение инновационной технологии обработки шерсти и изготовления шерстяных тканей. Распространение шерстяного текстиля в III тыс. до н.э. связывается с кругом степных культур Южного Кавказа [Kvavadze, 2016] и катакомбной культуры Нижнего Подонья [Шишлина и др., 1999]. В позднем бронзовом веке ареал шерстяного волокна включает и лесостепную, и лесную зону Центральной России, проникает в андроновский мир Зауралья и Северного Казахстана [Орфинская, Голиков, 2010; Азаров и др., 2016; Медведева и др., 2017].

Механизмы распространения этого технологического новшества остаются неясными. Вызывает вопросы характер текстильного производства: домашний или специализированный, локальный или импортный, а также степень развития обмена сырьем, пряжей или готовым продуктом, возможность существования ресурсных центров производства шерстяных тканей на территории Северной Евразии уже в позднем бронзовом веке.

Локализации регионов происхождения шерстяного волокна способствует применение геохимических методов. К примеру, метод определения вариаций изотопов стронция в археологическом текстиле и фоновых природных объектах хорошо зарекомендовал себя в зарубежных исследованиях скандинавских тканей эпохи бронзы. Изотопный состав стронция  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в шерстяной ткани является своеобразной «изотопной подписью», которая маркирует геохимический ареал, связанный с происхождением животных (овец, коз, верблюдов), шерсть которых использовалась как сырье для изготовления тканей. Участвуя в пищевой цепочке из растений, почвы, поверхностных и подземных вод того или иного региона, стронций попадает в ткань животных: они получают его с водой и пастбищными растениями. Вариации изотопного состава стронция соотносятся с геологией региона, где такие пастбища могли располагаться. Имея сопоставительные фоновые геохимические маркеры разных регионов, можно определить район происхождения археологической находки – шерстяного волокна и ткани [Frei et al., 2009; 2015].

Целью работы было определение местного/неместного происхождения сырья археологических тканей путем сравнения вариаций изотопов стронция  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в шерстяном волокне и фоновых природных образцах.

Для проведения тестового исследования были выбраны фрагменты шерстяных тканей эпохи бронзы из двух регионов – лесной зоны Восточной Европы и лесостепной зоны Южного Зауралья, которые характеризуются разной геолого-геохимической обстановкой. В качестве сравнительного фона отобраны природные образцы – улитки. Для построения своей раковины улитки используют известь, извлекая ее из почвы, растений и воды, а при недостатке кальциевого материала могут извлекать его непосредственно из твердых пород и минералов. Являясь геохимическим аналогом кальция, стронций концентрируется в раковине моллюсков, и его изотопный состав отражает геохимический сигнал окружающей среды, из которой стронций поступил в живой организм [Шишлина, Ларионова, 2013]. Образцы отбирались вдоль побережья близлежащих озер и рек. При отборе образца с помощью GPS-навигатора фиксировалась его точная географическая привязка.

Могильник Черняки II расположен в лесостепной зоне на левом берегу р. Миасс у начала Шершневого водохранилища, напротив деревни Бутки в Сосновском районе Челябинской области. Здесь и выше по течению р. Миасс пересекает крупный Челябинский гранитный батолит, несколько (или незначительно), захватывая вмещающие его с юга толщи, сложенные лландоверскими (нижний силур) углисто-кремнистыми сланцами, филлитами и порфириитоидами. Памятник изучен в 1962–64 гг. В.С. Стоколосом. Ввиду практически полной нивелировки курганных насыпей могильник исследовался раскопами, выявившими 36 погребений алакульской и федоровской культуры [Стоколос, 1968].

Текстиль был обнаружен в погребении 13 раскопа 1, вероятно, центральном и единственном на подкурганной площадке. Могильная яма (185 × 120 × 95 см, ориентирована на СЗЗ-ЮВВ) содержала в себе кремированные останки человека, небольшой фрагмент шейки сосуда с ошлакованной поверхностью и фрагмент текстиля с остатками бронзовой подвески. Планиграфия погребения, обряд трупосожжения и облик керамических сосудов из соседних могильных ям раскопа 1 позволяют предполагать федоровскую культурную принадлежность комплекса.

Образец представляет собой фрагмент шерстяной ткани коричневого цвета размером 3,7 × 2,8 см, сложенный в несколько слоев (рис. 1, 1). На внешней поверхности обнаружены окисленные остатки бронзовой желобчатой подвески. Ткань имеет сбалансированное полотняное переплетение, плотность 9 × 9 нитей на см<sup>2</sup>. Толщина нитей 0,4–0,6 мм, крутка неравномерная, Z по системе 1, S по системе 2. В нитях преобладает пуховое волокно, присутствуют единичные волокна мертвого волоса. Предположительно, ткань была окрашена (рис. 1, 2).

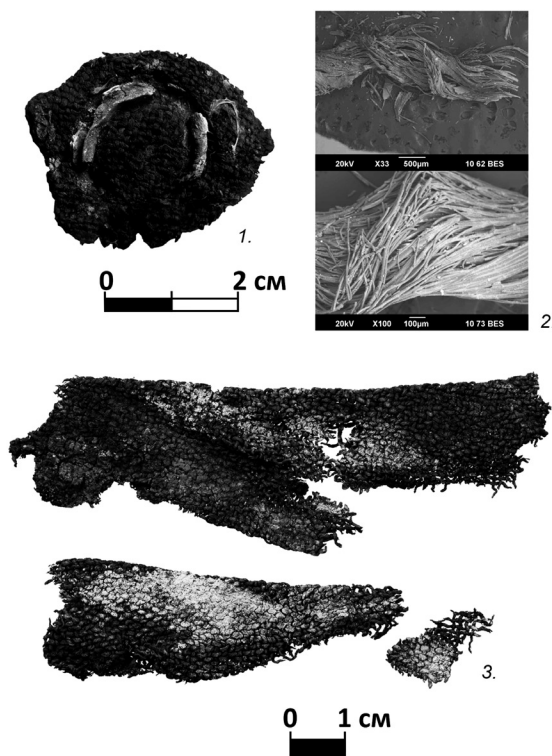


Рис. 1. Фрагменты шерстяных тканей из погребальных памятников бронзового века.

1–2 – Могильник Черняки II, погребение 13 (Челябинская область, федоровская культура): общий вид текстиля и микрофотография шерстяных волокон нити; 3 – могильник Березовый рог (Рязанская область, поздняя культура): общий вид текстиля.

Могильник Березовый рог находится в лесной зоне в Спасском районе Рязанской области на песчаном останце первой надпойменной террасы левого берега р. Ока. Здесь р. Пра прорывает алевриты, пески и глины келловейского яруса и глины оксфордского яруса позднеюрского периода, а на слиянии с р. Окой пески, песчаники и глины валанжинского и аптского ярусов нижнего мела. Ока здесь течет по нижнемеловым осадкам. Четвертичные отложения представлены песками и суглинками средне-верхневалдайского горизонта верхнечетвертичного периода и современными торфяниками. Могильник исследовался археологической экспедицией Исторического музея под руководством Б.А. Фоломеева в 1990-е и начале 2000-х гг. В погребении 20 были найдены фрагменты шерстяной ткани полотняного переплетения [Фоломеев, 1995]. Нити основы и утка фрагментов имеют примерно одинаковые характеристики – шерсть коричневого цвета толщиной 0.6–0.8 мм. В двух системах (основа и уток) направление крутки чередуется через две нити: S, S, Z, Z, но в системе утка этот ритм иногда сбивается. Плотность ткани  $12 \times 9$  нитей на  $\text{см}^2$  (рис. 1, 3).

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).

Очистка образцов текстиля от внешних загрязнений и силикатных минералов проведена согласно процедуре, описанной в [Frei et al., 2009]: фрагменты текстиля массой 30–50 мг обрабатывались 20%-ной плавиковой кислотой (HF) при комнатной температуре в течение 1 часа в тefлоновых бюксах, помещенных в ультразвуковую ванну. После этого раствор кислоты был удален дозатором, и текстиль дважды промыт ультрачистой водой; все смывы объединялись и также анализировались.

Перед анализом пробы раковин улиток измельчались вручную в яшмовой ступке. Для перевода образцов раковин и текстиля в раствор использовалась процедура открытого вскрытия концентрированной  $\text{HNO}_3$  при нагревании, при необходимости пробы обрабатывались  $\text{H}_2\text{O}_2$  для удаления органической составляющей. В готовый раствор для определения содержания стронция добавляли элемент внутреннего стандарта – индий – с концентрацией 10 мг/л.

Навески образцов для изотопного анализа стронция (30–50 мг) помещались во фторопластовые бюксы, добавлялась концентрированная  $\text{HNO}_3$  и 30%-ный раствор  $\text{H}_2\text{O}_2$ , бюксы помещались на электрическую печь и проводилось выпаривание до сухого остатка при температуре 80 °C [Frei et al., 2009]. Пробоподготовка для изотопного анализа и хроматографическое выделение стронция с использованием смолы Sr resin (Triskem inc., Франция) проведены согласно [Streletskaaya et al., 2017].

Измерения содержания стронция проведены на квадрупольном ИСП-масс-спектрометре NexION 300S (Perkin Elmer). Для построения градуировочных зависимостей использованы мультиэлементные стандартные растворы Perkin Elmer с концентрацией 10 и 100 мкг/л. Измерения изотопного состава стронция проводились из 3%-го азотнокислого раствора на мультиколлекторном магнито-секторном масс-спектрометре с двойной фокусировкой Neptune Plus (Thermo Fischer). Для оценки правильности и долговременной воспроизводимости измерительной процедуры использовался стандарт изотопного состава стронция NIST SRM 987:  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.710266 \pm 8$  (1SD, N = 23). Измерение изотопных отношений стронция проводилось методом бреккетинга (SSB) по схеме «стандарт-образец-образец-стандарт».

Полученные результаты вариаций изотопного состава стронция  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  представлены в таблице и на рис. 2.

Изотопный состав стронция в образце шерстяной ткани из могильника Березовый рог составляет 0.71019 в отличие от изотопного состава стронция фоновых улиток, собранных у озера Шагара, расположенного примерно в 80 км (0.70981).

Такая же ситуация характеризует и второй комплекс. Изотопный состав стронция в образце шерстяной ткани из могильника Черняки II – 0.70988 выше вариаций в фоновых образцах улиток, собранных как в пределах 1 км от местоположения памятника (0.70895–0.70934), так и вблизи более отдаленных памятников эпохи бронзы лесостепной зоны Южного Зауралья – могильниках Алакульский и Степное (0.70813–0.70917).

Фоновые сопоставительные изотопные данные пока очерчивают довольно широкие географические регионы. Однако можно предположить, что в обоих случаях выпас овец, из шерсти которых изготовлены ткани, происходил в удалении от могильников: за пределами лесных (среднее течение р. Ока и ее притоков) и лесостепных (среднее течение р. Миасс) пастбищ.

Нужно также отметить, что изотопный состав двух фрагментов шерсти, происходящих из памятников, расположенных на расстоянии 1300 км друг от друга, довольно близок. Для определения причины такого сходства требуются дополнительные данные по изотопному составу стронция в образцах археологического текстиля этого времени и более подробная карта вариаций  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в природных фоновых объектах в широких географических ареалах.

Проведенное тестовое определение изотопного состава стронция  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в шерстяных тканях из могильников бронзового века Черняки II и Березовый рог и сравнение полученных значений с фоновыми вариациями стронция в раковинах улиток показали перспектив-

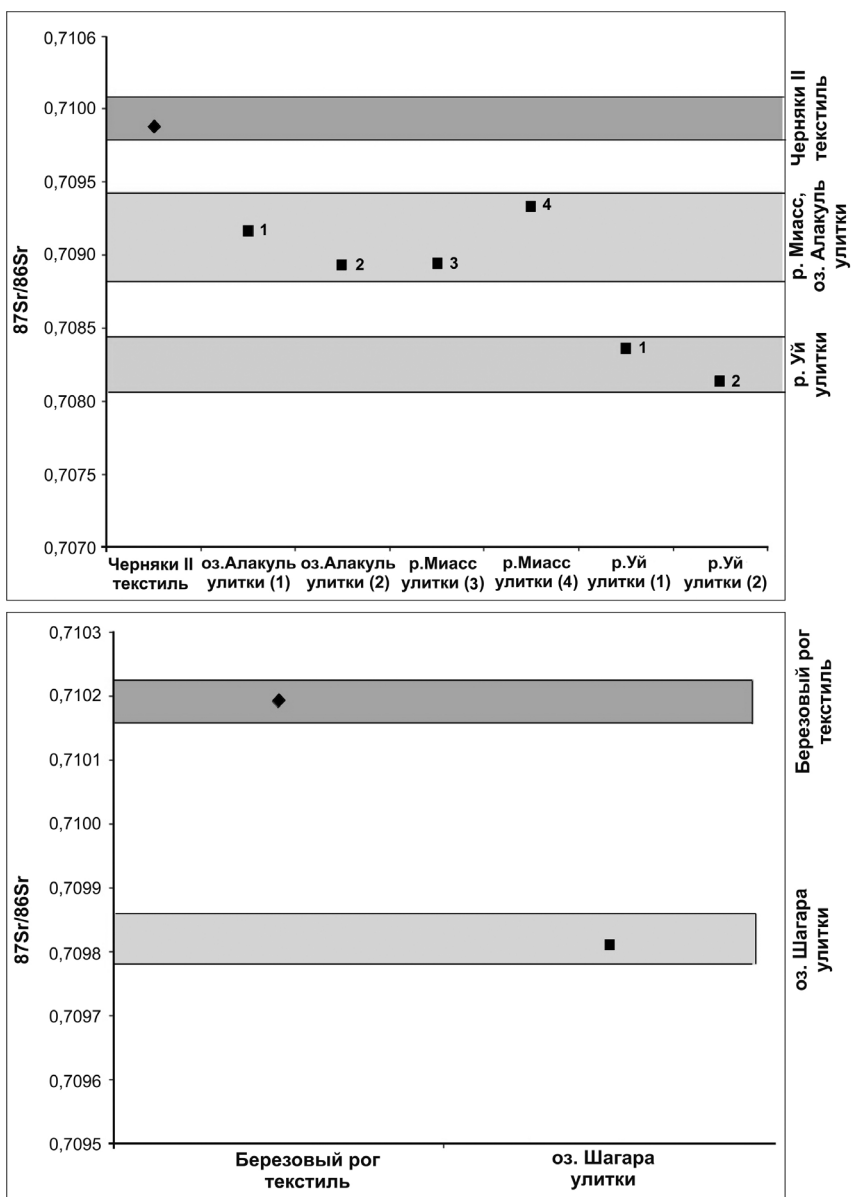


Рис. 2. Вариации изотопного состава  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в образцах шерстяного текстиля и фоновых образцах (раковинах улиток).

ность данного геохимического метода для локализации ареалов происхождения шерстяного волокна. В обоих случаях значения в археологических образцах шерсти превысили вариации в фоновых (раковинах улиток) образцах, отражающих близлежащие геохимические ареалы. Это позволяет предположить, что выпас животных (предположительно, овец), шерсть которых использовалась как текстильное сырье, происходил за пределами локальных участков, расположенных как поблизости, так и достаточно далеко от могильников. Для решения вопроса о локальном или импортном характере сырья/готового продукта необходимо привлечение большего количества археологических образцов шерстяных тканей и более детальная

**Изотопный состав  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в шерстяном текстиле и фоновых образцах  
(раковинах улиток)**

№	Образец	Sr, мкг/г	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2$
Археологический текстиль				
1	Могильник Березовый рог, погребение 20 55.049360, 61.198260	110	0.71019	0.00006
2	Могильник Черняки II, погребение 13 55.049360, 61.198260	92	0.70988	0.00003
Фоновые образцы: улитки				
3	Оз. Шагара (в 80 км от могильника Березовый рог) 55.225139, 40.129389	804	0.70981	0.000010
4	Оз. Алакуль (вблизи могильника Алакульский) 55.288633, 62.451900	1177	0.70917	0.00001
5	Оз. Алакуль (вблизи могильника Алакульский) 55.288633, 62.451900	1594	0.70894	0.00001
6	Р. Миасс (вблизи могильника Черняки II) 55.048100, 61.197733	438	0.70895	0.00001
7	Р. Миасс (вблизи могильника Черняки II) 55.048100, 61.197733	434	0.70934	0.00001
8	Р. Уй (вблизи комплекса памятников Степное) 54.086267, 60.373417	685	0.70836	0.00001
9	Р. Уй (вблизи комплекса памятников Степное) 54.091200, 60.361783	351	0.70813	0.00001

региональная карта фоновых вариаций изотопного состава природных образцов с четкой географической привязкой.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-09-00015. Измерения содержания стронция и его изотопного состава выполнены в ЦКП УрО РАН «Геоаналитик».*

### Литература

*Азаров Е.С., Пожидаев В.М., Шишлина Н.И., Мамонова А.А., Яцишина Е.Б.* Исследование сложносоставного изделия эпохи бронзы из могильника Березовый рог методом газовой хроматографии // Краткие сообщения Института археологии. Вып. 244. М., 2016. С. 391–407.

*Медведева П.С., Мочалов О.Д., Орфинская О.В.* Древнейшие свидетельства ткачества в Поволжье (по материалам из памятников потаповского типа) // Stratum Plus. 2017. № 2. С. 345–358.

*Орфинская О.В., Голиков В.П.* Экспериментальное исследование текстильных изделий из раскопок могильника Лисаковский II // Усманова Э.Р. Костюм женщины эпохи бронзы. Опыт реконструкций. Приложение. Лисаковск – Караганда, 2010. С. 114–117.

*Стоколос В.С.* Памятник эпохи бронзы – могильник Черняки II // Труды Камской археологической экспедиции. Вып. IV. Пермь, 1968. С. 210–220.

*Шишлина Н.И.* Текстиль эпохи бронзы Прикаспийских степей // Текстиль эпохи бронзы Евразийских степей. Труды Государственного исторического музея. Вып. 109. Москва: Государственный исторический музей, 1999. С. 7–58.

Шишлина Н.И., Ларионова О.Ю. Вариации изотопного состава стронция в образцах современных улиток юга России: первые результаты // Материалы по изучению историко-культурного наследия Северного Кавказа. Археология, краеведение, музееведение. Вып. XI / Отв. ред. А.Б. Белинский. М.: Памятники исторической мысли, 2013. С. 481–485.

Фоломеев Б.А. Отчет о работе Окской археологической экспедиции Государственного исторического музея за 1994 год. М., 1995 // ИА РАН. Ф. 1. Р. 1. Д. 20078.

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

Frei K.M., Mannering U., Kristiansen K., Allentoft M.E., Wilson A.S., Skals I., Tridico S., Nosch M.L., Willerslev E., Clarke L., Frei R. Tracing the dynamic life story of a Bronze Age Female // *Scientific Reports* 2015. Vol. 5, Article number: 10431.

Kvavadze E. Palynological study of organic remains from the Ananauri kurgan // In: Ananauri Big kurgan 3. Tbilisi; Georgian National Museum, 2016. P. 156–192.

Streletskaya 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.

*Е.А. Панкрушина, Д.В. Киселева*  
ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург, [pankrushina@igg.uran.ru](mailto:pankrushina@igg.uran.ru)

### **Рамановская спектроскопия при изучении ископаемой зубной и костной ткани человека**

В археологии и палеонтологии рамановская спектроскопия используется в качестве неразрушающего скринингового метода для определения качества коллагена: соотношение пиков  $960\text{ см}^{-1}$  и  $1636\text{ см}^{-1}$ , не превышающее 19, отвечает хорошей сохранности коллагена [France et al., 2014]. Аналогичные попытки выявить наличие коллагена в количествах, достаточных для его последующего выделения, были предприняты по отношению пиков  $1450\text{ см}^{-1}$  и  $960\text{ см}^{-1}$  [Pestle et al., 2015]: при отношении более 0.1 образцы тканей считаются пригодными для дальнейших исследований стабильных изотопов, радиоуглеродного датирования и других разрушающих методов анализа. Вопросам определения кристалличности биогенного апатита по рамановским спектрам посвящена работа [Ruceat et al., 2004], где описан комбинированный подход с использованием рентгеновской дифракции и рамановской спектроскопии (в том числе, с термостолком). Было предложено новое определение рамановского индекса кристалличности, представляющее собой отношение ширины на полувысоте пика фосфата ( $960\text{ см}^{-1}$ ) в пробе и референтном магматическом апатите ( $4.9\text{ см}^{-1}$ ). Рассчитанные авторами индексы кристалличности по данным рамановской спектроскопии и рентгеновской дифракции удовлетворительно согласовались друг с другом, при этом на рамановский индекс кристалличности не влияет содержание карбонат-ионов. Рассчитанные величины индексов кристалличности были использованы в качестве критерия идентификации процессов диагенеза в ископаемых биогенных апатитах [Ruceat et al., 2004].

Нами было исследовано 17 образцов, 7 из которых представлены материалом зубной (эмаль и дентин) (пробы 986, 981, 995, 985, 988, 956, 937), остальные 10 – костной тканью (пробы 1011, 989, 1014, 967, 972, 973, 971, 994, 947, 979), принадлежащим древнему человеку из могильника Каменный амбар V (бронзовый век). Пробы изучались с целью поиска новых закономерностей между спектральными параметрами колебательных мод в рамановских спектрах и характеристиками образцов (пробы предоставлены сотрудниками Института эко-

логии растений и животных и Института истории и археологии УрО РАН). Возбуждение спектров рамановского рассеяния было выполнено с использованием рамановского спектрометра Horiba LabRam HR800 Evolution, оборудованного микроскопом Olympus BX-FM (объективы LM Plan FL N 50X, NA = 0.5) и He-Ne-лазером (длина волны возбуждения 488 нм), дифракционной решеткой 600 шт/мм, работающим в режиме конфокальной съемки с пространственным латеральным разрешением порядка 1–2 мкм.

Рамановские спектры характеризуются сильным фотолюминесцентным фоном (вероятно, причиной которого является свечение органических составляющих [Sa et al., 2012], рис. а), который частично уменьшался при введении времени задержки возбуждения рамановского спектра 1500 с. Тем не менее, часть проб исследовать не удалось ввиду перекрытия рамановских спектров фотолюминесцентным сигналом. Время накопления спектра составило 2 с, количество накоплений – 10. Обработка спектров проводилась с помощью программного пакета PeakFitv4.11.

На спектрах фиксируются линии от колебаний минеральной составляющей – карбонат-гидроксиапатита: симметричного валентного колебания  $\nu_1$   $\text{PO}_4^{3-}$  (~960  $\text{cm}^{-1}$ ), деформационных колебаний  $\nu_4$   $\text{PO}_4^{3-}$  (430 и 580  $\text{cm}^{-1}$ ), а также валентных  $\nu_1$  колебаний примесных карбонат-ионов В-типа, замещающих фосфат-ионы в решетке апатита (1065–1070  $\text{cm}^{-1}$ ) (интерпретация полос согласно [Kirchner et al., 1997]). Также явно выражены колебания органической матрицы: колебания углеродных связей в пролине и гидроксипролине, фенилаланине, связей NH и C=O в амиде типов I и III (интерпретация полос согласно [Kirchner et al., 1997]). Все обнаруженные колебания протеиновой матрицы соответствуют фибриллярному белку коллагену, который является основным органическим компонентом зубной эмали и дентина. Для выявления закономерностей и изучения соотношений органической и неорганической составляющих были выбраны симметричное валентное колебание P-O в тетраэдре  $\text{PO}_4$  ( $\nu_1$  ~960  $\text{cm}^{-1}$ ) и симметричные колебания связи  $\text{CH}_2$  (~2940 – 2979  $\text{cm}^{-1}$ , рис. в). По данным [Pezzotti et al., 2017], в результате тетраэдрических искажений вместо одной колебательной моды около 960  $\text{cm}^{-1}$  наблюдается синглет, соответствующий ~941, 948, 957 и 972  $\text{cm}^{-1}$  в фосфате (рис. б).

Таким образом, при детальном изучении результатов были выявлены следующие закономерности:

1. При определении отношения суммарной аналитической площади (А) колебательных мод в районе 960  $\text{cm}^{-1}$  в эмали (э) к аналогичным в дентине (д) ( $A^{\text{э}}\text{PO}_4/A^{\text{д}}\text{PO}_4$ ), выявлена закономерность между рассчитанным отношением площадей и наличием рамановского спектра

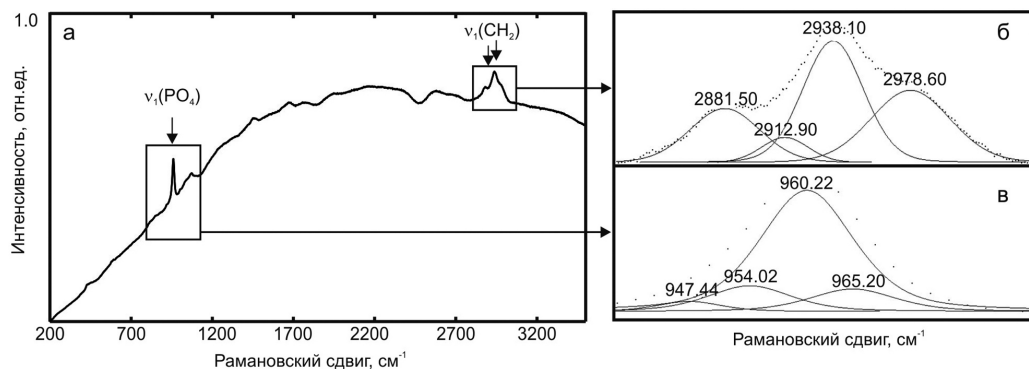


Рис. Спектр эмали пробы 985 (а), врезки – группа колебаний  $\text{CH}_2$  (б) и разложение колебательной моды  $\nu_1(\text{PO}_4)$  (в) на составляющие с помощью программного пакета PeakFitv4.11.



## Результаты расчетов по данным рамановской спектроскопии

Проба	Пол	Дентин*		Эмаль*		Кость*		$A^{\nu}PO_4 / A^{\alpha}PO_4$	$A^{н.о.}PO_4 / A^о. PO_4$
		PO <sub>4</sub>	CH <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	CH <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	CH <sub>2</sub>		
986	Женский	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.
981	Н.о.**	О.***	Н.о	О.	Н.о	О.	Н.о	0.79	Н.о.
995	Мужской	О.	О.	О.	Н.о	Н.о	Н.о	2.41	Н.о.
985	Мужской	О.	О.	О.	Н.о	Н.о	Н.о	3.09	Н.о.
988	Мужской	О.	О.	О.	Н.о	О.	О.	0.71	0.12
956	Н.о.	О.	О.	О.	О.	О.	Н.о	1.10	Н.о.
937	Н.о.	О.	О.	О.	О.	О.	Н.о	1.05	Н.о.
1011	Женский	****	-	-	-	О.	Н.о	-	Н.о.
989	Мужской	-	-	-	-	О.	Н.о	-	Н.о.
1014	Женский	-	-	-	-	О.	О.	-	0.21
967	Женский	-	-	-	-	О.	Н.о	-	Н.о.
972	Мужской	-	-	-	-	О.	О.	-	0.13
973	Мужской	-	-	-	-	О.	О.	-	0.12
971	Мужской	-	-	-	-	О.	О.	-	0.12
994	Мужской	-	-	-	-	О.	О.	-	0.11
947	Н.о.	-	-	-	-	Н.о.	Н.о	-	Н.о.
979	Мужской	-	-	-	-	О.	Н.о	-	Н.о.

Примечание: \*колебательные группировки в дентине, эмали, кости; \*\*не определено; \*\*\*определено; \*\*\*\*пробы не предоставлены.

в кости (в частности, группы колебательных мод около 960 см<sup>-1</sup>, соответствующих колебаниям PO<sub>4</sub>). То есть, при увеличении значения  $A^{\nu}PO_4/A^{\alpha}PO_4$  рамановский спектр отсутствовал полностью, при уменьшении, соответственно, проявлялся, вплоть до наблюдения в спектре группы колебательных мод около 2950 см<sup>-1</sup> (табл.).

2. При определении отношения суммарной аналитической площади (А) колебательных мод в районе 960 см<sup>-1</sup> в кости (неорганическая составляющая – н.о.) к суммарной аналитической площади группы колебательных мод около 2950 см<sup>-1</sup> (органическая составляющая – о.) ( $A^{н.о.}PO_4/A^о. PO_4$ ), показано, что значения коррелируют с ранее определенным полом человека, образцы костной ткани которого были изучены, а именно: для образцов костной ткани, принадлежащих мужчине значение  $A^{н.о.}PO_4/A^о. PO_4$  соответствовало, в среднем, 0.12, женщине – 0.21 (табл.).

Таким образом, в настоящей работе по данным рамановской спектроскопии осуществлена попытка поиска связи между спектральными параметрами в колебательных спектрах костной и зубной ткани человека. Для достижения поставленной цели исследование необходимо продолжить при большей выборке для статистической обработки результатов.

Работа выполнена в ЦКП «Геоаналитик» при поддержке гранта РФФИ № 18-35-00462 мол. а.

## Литература

France Ch.A.M., Thomas D.B., Doney Ch.R., Odile M. FT-Raman spectroscopy as a method for screening collagen diagenesis in bone // Journal of Archaeological Science. 2014. Vol. 42. P. 346–355.

- Kirchner M.T., Edwards H.G.M., Lucy D., Pollard A.M.* Ancient and modern specimens of human teeth: a fourier transform Raman spectroscopic study // *Journal of Raman Spectroscopy*, 1997. Vol. 28. P. 171–177;
- Pestle W.J., Brennan V., Sierra R.L., Smith E.K., Vesper B.J., Cordell G.A., Colvard M.D.* Hand-held Raman spectroscopy as a pre-screening tool for archaeological bone // *Journal of Archaeological Science*. 2015. Vol. 58. P. 113–120.
- Pezzotti G., Adachi T., Gasparutti I., Vincini G., Zhu W., Boffelli M., Kanamura N.* Vibrational monitor of early demineralization in tooth enamel after in vitro exposure to phosphoric liquid // *Spectrochimica Acta – Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2017. Vol. 173. P. 19–33.
- Puceat E., Reynard B., Lecuyer Ch.* Can crystallinity be used to determine the degree of chemical alteration of biogenic apatites // *Chemical Geology*. 2004. Vol. 205. P. 83–97.
- Sa Y., Chen D., Liu Y., Wen W., Xu M., Jiang T., Wang Y.* Effects of two in-office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and color: An in situ vs. in vitro study // *Journal of Dentistry*. 2012. Vol. 40. P. 26–34.

**Е.О. Васючков**

*ЮУрГГПУ, г. Челябинск, [alaevaira@mail.ru](mailto:alaevaira@mail.ru)*

## **Топография поселенческих и погребальных площадок бронзового века в Южном Зауралье**

*(научный руководитель к.и.н. И.П. Алаева)*

На территории Челябинской области известны как поселенческие, так и погребальные памятники позднего бронзового века. Общая хронология и культурная принадлежность дают основания говорить о том, что данные поселения и могильники были связаны между собой [Археология..., 1987]. Существенным является вопрос о том, каким образом эти площадки располагаются в ландшафте и относительно друг друга.

Целью работы было выявление закономерностей расположения поселенческих и погребальных памятников бронзового века в Южном Зауралье.

В качестве методов исследования использовались составление и анализ статистики по отчетам об археологической разведке.

В таблице представлена выборка из 24 комплексов, включающих могильник и поселение. Все включенные в выборку памятники отнесены к бронзовому веку, в шурфах поселений представлены фрагменты керамической посуды алакульской, срубно-алакульской и саргаринско-алексеевской культур.

Малое количество курганов на некоторых могильниках можно объяснить тем, что многие курганы могли быть сnivelированы распашкой и не фиксируются разведками [Зданович и др., 2003].

Осмысление поселения и могильника как одного комплекса вызывает ряд проблем. Поселения и могильники, попавшие в выборку, соотнесены на основе культурной схожести, хронологической близости и близкого расположения площадок. В данной работе рассматривается наличие у поселения одной погребальной площадки, которая может с большей вероятностью к нему относиться. Но А.В. Епимахов [2010], ссылаясь на ряд работ, указывает, что по данным этнографии, наличие и использование в пределах одного общества нескольких погребальных площадок отнюдь не редкость.

Исследователи, занимавшиеся системой расселения андроновского населения на территории Южного Урала, обращают внимание на то, что поселения расположены близко к водоемам зачастую на пространстве первой надпойменной террасы, занимая удобные площадки

## Характеристики поселений и могильников, представленных в выборке

№ п.п.	Площадь поселений, м <sup>2</sup>	Количество поселений	Количество впадин на поселении	Количество курганов в близлежащем могильнике
1	1500–10000	16	3–11	от 2 до 24
2	10000–20000	6	5–11	от 5 до 28
3	20000–30000	2	13	от 5 до 10
Всего		24	157	263

[Сальников, 1954; Зданович и др., 2003; Епимахов, 2010; Петров, Куприянова, 2016]. Особенности расположения толковались по-разному: спецификой хозяйства [Сальников, 1954] либо безопасным расположением поселений на случай паводков [Петров, Куприянова, 2016]. Топография погребальных памятников зачастую не сильно отличается от поселенческой, разве что могильники алакульской культуры находятся на большем удалении от воды и, следовательно, занимают более высокую позицию над урезом воды [Епимахов, 2016]. В Кизильском районе Челябинской области некрополи средней бронзы располагаются недалеко от поселений на расстоянии от нескольких десятков метров и до 1 км [Зданович и др., 2003].

Расстояние между поселениями и могильниками, попавшими в выборку, различно, но можно разделить его на четыре условные группы: 1) 0–300 м – 10 из 24 (42 %), 2) 300–500 м – 7 из 24 (29 %), 3) 500–1000 м – 6 из 24 (25 %) поселений, 4) 1000–1500 м – 1 (4 %) поселение (рис. 1, 2). 23 из 24 (96 %) поселений подтверждают тезис о расположении могильника на расстоянии 1 км, высказанный для синташтинской культуры в Кизильском районе [Зданович и др., 2003]. В 17 из 24 (71 %) случаях расстояние между поселением и могильником не превышает 500 м, что совпадает с данными по раннесредневековым культурам Западной Европы. У англосаксов V в. и франков на севере Франции расстояние между поселением и могильником обычно не превышает 500 м [Harrington, Welch, 2011; Peytremann, 2003]. Такая же ситуация и в ряде культур Восточной Европы. Например, в черняховской культуре расстояние между поселением и могильником не превышает 500 м, а могильники культуры карпатских курганов локализируются в 300–500 м от поселения [Баран и др., 1990]. Судя по всему, важным являлось именно разграничение площадок поселения и могильника, чтобы подчеркнуть различный характер данных сооружений. Если могильник отстает на слишком большое расстояние от поселения, то, скорее всего, это связано с отсутствием подходящих площадок для расположения погребального комплекса. Также не стоит отрицать наличия у андроновского населения представлений о гигиене и, возможно, отделение некрополя от акрополя было связано и с этой утилитарной функцией.

Кроме расстояния, могильник мог также отделяться от поселения и различными преградами. Из таких разделительных объектов можно выделить реку, возвышенности и менгиры. В 7 из 24 (29 %) случаев могильник и поселение разделены руслом реки. В данном случае река являлась разделительным знаком между поселением и кладбищем сродни древнегреческой реке Стикс. А.В. Епимахов [2010] говоря о синташтинской культуре, отмечает, что некрополи часто отделены водной преградой. В данной выборке большинство поселений и могильников расположены на одном берегу (17 из 24 (71 %)). Нет оснований утверждать, что существовала традиция привязки поселения или могильника к конкретному берегу, памятники в выборке находятся как на правом, так и на левом берегах реки.

Могильник мог отделяться холмами и различными возвышенностями. 7 из 24 (29 %) могильников отделены возвышенностью. С точки зрения Л.Ю. Петровой [1999], поселения эпо-

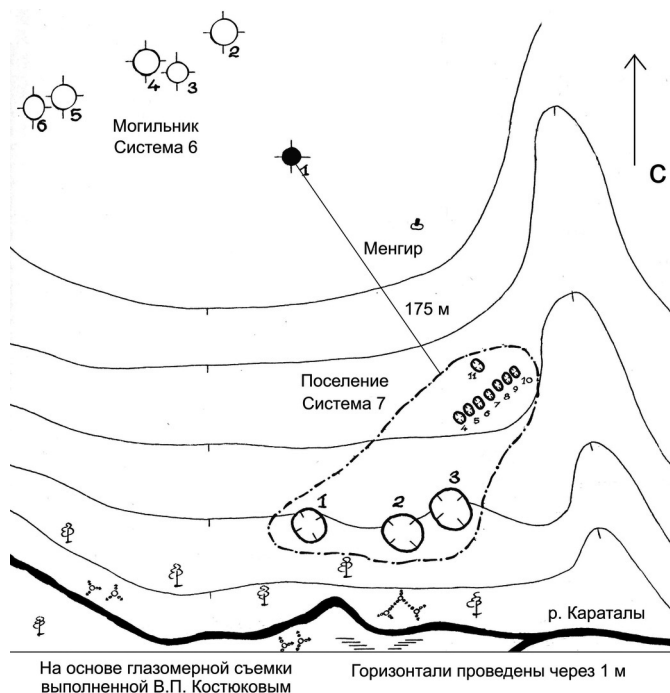


Рис. 1. Топографический план поселения Система-7 могильника Система-6.

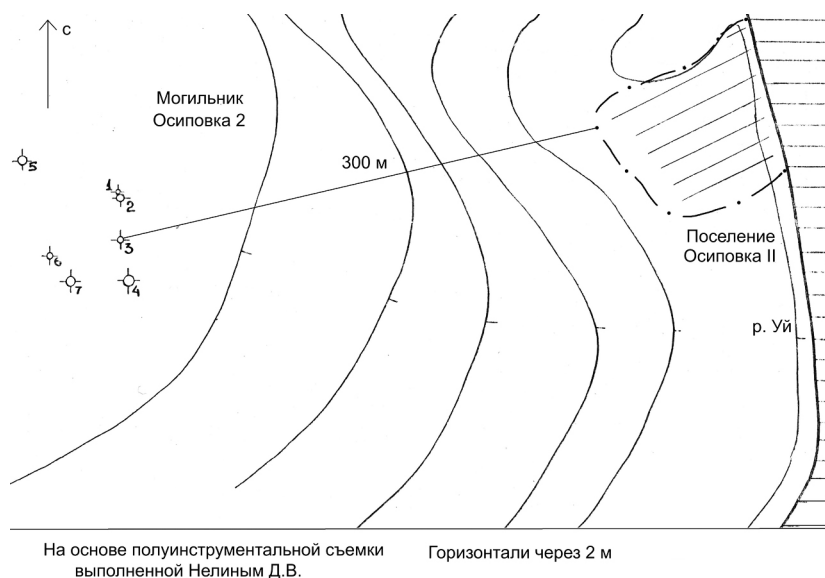


Рис. 2. Топографический план поселения Осиповка II и могильника Осиповка 2.

хи бронзы всегда старались расположить так, чтобы холмы находились севернее поселения; также она считает, что такое стремление обусловлено причинами религиозного характера. В этой связи можно вспомнить индоиранский миф о горе Меру – горе блаженных людей, располагающейся далеко на севере [Бонгард-Левин, Грантовский, 1983]. Это может объяснить частое расположение могильника на севере относительно поселения.

Особой категорией можно считать рукотворные преграды, например менгиры. В 4 из 24 (17 %) случаях менгиры разделяют поселения и могильник (см. рис. 1). Менгиры связаны с культовой стороной жизни древнего общества и были дополнительным разграничителем между поселением и могильником [Петров, Полякова, 2002].

В 6 из 24 (25 %) случаях преграда между поселением и могильником не фиксируется. Она либо отсутствовала вообще или же просто не сохранилась до наших дней.

Некрополь, безусловно, является частью культовой сферы общества, расположение которого, скорее всего, регламентировалось не только требованиями ландшафта и гигиены, но и религиозными представлениями и традициями, господствовавшими в древнем обществе. Есть основания считать, что ориентация могильника по сторонам света тоже была далеко не случайна. Могильники, попавшие в данную выборку, располагаются в меридиональном направлении. К северу, северо-востоку и северо-западу расположены 13 из 24 (54 %) могильника. К югу, юго-востоку и юго-западу расположены также 11 из 24 (46 %) поселений. А.В. Епимахов [2002] для синташтинской культуры утверждает, что в локализации могильников предпочтение отдается северу или югу и меридиональное направление носит обрядовый характер. Вполне возможно, что меридиональное направление связано не только с религиозными представлениями, но и с поиском подходящей площадки для расположения погребального сооружения.

Если говорить о системе расселения в позднем бронзовом веке, то можно отметить схожесть заселения Южного Урала и заселения русскими Воронежской области. Андроновские и русские поселения тянутся вдоль речных долин, а водоразделы оказываются не заселены. Таким образом, для позднего бронзового века Южного Урала характерен «чисто долинный» тип заселения, выделенный Семеновым-Тянь-Шанским для русских поселений в воронежской степи [Бломквист, 1956]. Это можно связать, в первую очередь, со схожими природными условиями и потребностями людей и скота: удобный доступ и близкое расположение к водоему, защищенность поселения от паводков. Заселение русскими Южного Урала происходило, скорее всего, по тому же типу, что и заселение Воронежской области, что порождает целый ряд проблем. Следовательно, многие русские поселения стоят на том же месте, что и поселения эпохи бронзы, а погребальные памятники пострадали из-за своего расположения на удобных для распашки местах [Зданович и др., 2003].

Таким образом, топография памятников позднего бронзового века продиктована, в первую очередь, требованиями ландшафта и утилитарными представлениями. Но не стоит также отрицать определенную роль мифологических представлений, отражение которых мы можем увидеть в менгирах и возможной ориентации могильника по сторонам света относительно поселения.

## Литература

Археология СССР с древнейших времен до средневековья в 20 томах // Эпоха бронзы лесной полосы СССР / Отв. ред. Ж.В. Андреева, И.И. Артеменко, О.Н. Бадер. М.: Наука, 1987. 471 с.

Бломквист Е.Э. Крестьянские постройки русских, украинцев и белорусов // Восточнославянский этнографический сборник. Очерки народной материальной культуры русских, украинцев и белорусов в XIX – начале XX в. М.: Издательство академии наук СССР, 1956. 805 с.

Баран В.Д., Максимов Е.В., Магомедов Б.В. и др. Славяне Юго-Восточной Европы в предгосударственный период / Отв. ред. В.Д. Баран и др. Киев: Наук. Думка. 1990. 488 с.

Бонгард-Левин Г.М., Грантовский Э.А. От Скифии до Индии. Древние арии: мифы и история. М.: Мысль, 1983. 206 с.

Епимахов А.В. Бронзовый век Южного Урала (экономические и социальные аспекты). Дисс... на соискание ученой степени доктора исторических наук. Екатеринбург, 2010. 456 с.

*Епимахов А.В.* Южное Зауралье в эпоху средней бронзы. Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2002. 169 с.

*Зданович Г.Б., Батанина И.М., Левит Н.В., Батанин С.А.* Археологический атлас Челябинской области // Степь-лесостепь Кизильский район. Труды музея-заповедника «Аркаим». Вып. 1. Челябинск: Южно-Уральское издательство, 2003. 240 с.

*Петров Ф.Н., Куприянова Е.В.* Поселения эпохи бронзы в Аркаимской долине: по результатам разведочных исследований 1997–2015 гг. / Науч. ред. И.П. Алаева. М.: Московский областной общественный фонд «Наследие», 2016. 148 с.

*Петров Ф.Н., Полякова Е.Л.* Археологические памятники массива горы Чека // Вестник Общества открытых исследований древности. Научный альманах. Вып. 2. Челябинск, 2002. С. 81–113.

*Петрова Л.Ю.* Поселения эпохи бронзы долины реки Караганка // XIV Уральское археологическое совещание (21–24 апреля 1999 г.): Тезисы докладов. Челябинск: Изд-во «Рифей», 1999. 204 с.

*Сальников К.В.* Андроновские поселения Зауралья // Советская археология XX. Академия наук СССР институт истории материальной культуры. М.: Изд-во академии наук СССР, 1954. 423 с.

*Harrington S., Welch M.* The archaeological evidence for state formation in southern England: a comparison of the early kingdoms of Kent, Sussex and Wessex // Transformations in North-Western Europe (AD 300–1000). Proceedings of the 60th Sachsen symposium 19. September 2009 Maastricht / Ed. by T.A.S.M. Panhuysen. Stuttgart: KonradTheiss. 2011. P. 149–158.

*Peytremann E.* Archeologie de l'habitat rural dans le Nord de la France du IVe au XIIe siècle. Vol. 1. Saint-Germain-en-Laye: AFAM. (Mémoires publiés par l'AFAM; 13), 2003. 453 p.

*Л.Н. Плеханова*

*ИФХиБПП РАН, г. Пуцуино, Dianthus1@rambler.ru*

## **Результаты палеопочвенных работ на центральной бровке Большого Синташтинского кургана**

В Зауралье палеопочвенные работы были ориентированы на восстановление климатических обстановок [Плеханова и др., 2005] и диагностику степени древнего антропогенного воздействия [Плеханова, 2010]. Поскольку при зарисовке профилей курганных насыпей и иных сооружений, как правило, каждый блок отдельно почвенными методами не фиксировался и не идентифицировался, существует вероятность некоторой потери исходных данных при фиксации полевых результатов.

Одной из древних степных культур, использовавших при сооружении объектов грунтовыми блоками, является синташтинская. Здесь зафиксированы случаи сооружения надмогильных ложносводчатых блочных куполов-голосов [Генинг и др., 1992]. Отрисовка блочного строения в параллели с взятием монолитов была осуществлена нами на Большом Синташтинском кургане. Раскопки кургана были проведены под руководством В.Ф. Генинга в 1971–1976 гг. Повторная зачистка центральной бровки кургана проведена в 2005–2006 гг. под руководством проф., д.и.н. Г.Б. Здановича с целью изучения объекта естественно-научными методами и идентификации ряда блочных участков сооружения; следующая зачистка этой бровки произведена в 2016 г., где три типа блоков рассмотрены с позиции геологического подхода [Юминов и др., 2017].

Группа могильников и укрепленное поселение на р. Синташта являются эпонимным памятником синташтинско-аркаимской археологической культуры, где был получен эталонный комплекс керамики. Особую ценность имеют остатки боевых колесниц, серия костяных пластинчатых псалив микенского типа, а также богатая коллекция изделий из бронзы, кости,

глины. Памятники, исследованные на р. Синташта, казались явлением исключительным для региона, но после открытия в 1987 г. Аркаима [Зданович и др., 2001], а затем и целой группы укрепленных поселений синташтинского типа, выделен особый пласт памятников, чаще всего понимаемый как археологическая синташтинская культура, позднее получившая широкую известность в качестве аркаимско-синташтинской, и тесно связанная с андроновской культурной общностью. Географические и мифологические сопоставления текстов «Ригведы» и «Авесты» позволяют предполагать, что «Страна Городов» связана с древними ариями, но есть мнение, что эти поселения следует понимать как «Страну Кард» [Анисимов, 2015].

Климат региона резкоконтинентальный, среднегодовое количество осадков 350 мм, характер осадков летом преимущественно ливневый, характерен резкий суточный ход температур. Комплекс ритуальных сооружений эпохи бронзы находится в 4 км на ЮВ от сельского поселения Рымникский Брединского района и в 19 км на СЗ от г. Бреды – районного центра Челябинской области. Он расположен на левом берегу низкой (первой) надпойменной террасы р. Синташта, бассейна р. Тобол. Современный рельеф имеет вид полого-волнистой равнины с большой долей распаханых земель.

Бровка кургана, зачищенная в 2005 г., имеет протяженность 87 м, тогда как диаметр древнего ритуального сооружения составляет 72 м [Генинг и др., 1992]. Высота насыпи на момент исследований составила 4.5 м. Курган окружен двумя рвами, сохранились фрагменты грунтового вала. «В законченном виде погребальный комплекс имел следующий вид (рис. 1). Круглая площадка диаметром 72 м была подсыпана на 0.5 м темным грунтом и окружена по краю небольшой стенкой из того же грунта (шириной в основании не более 1.0–1.5 м). Ров оголял подстилающий желтый грунт, и это создавало контраст всего сооружения на фоне зеленой степной растительности. В середине курганной площадки из темного грунта и вальков была сооружена квадратная платформа высотой 1.5 м и размерами 36 × 36 м, ориентированная, как и погребальная камера, на З-В-75°. Над этой платформой возвышался на 2.5–3.0 м купол толоса диаметром 18 м. На стенке, окружавшей курган, в южной стороне, пока строился погребальный комплекс, горел «священный огонь» [Генинг и др., 1992]. Отметим, что В.Ф. Генингом для обозначения блоков используется термин «вальки».

По зачисткам 2005–2006 гг. нами и другими исследователями [Хохлова и др., 2008] отмечаются две разновозрастные насыпи при сооружении комплекса: исходная в центре и досыпка – на периферии. В центральной части сохранность «наклонно уложенных почвенных блоков» отмечена как плохая, под второй насыпью отмечены резкие границы блоков и хорошая сохранность. Нами проанализирована погребенная почва под первой насыпью (разрез 1, суммарная мощность древних гумусовых горизонтов до 30 см). Для корреляции результатов работ разных исследований необходимо сопоставить гипсометрические уровни расположения описываемых блоков и расположение разрезов, поскольку зачистками 2005 и 2006 гг. вскрывались разные участки в силу снятия мощности бровки раскопом. При этом группой О.С. Хохловой описана черноземно-луговая старопашотная почва в качестве фоновой [Хохлова и др., 2008], фон взят справа от кургана в 5 м от внешнего рва. Нами описаны современные черноземно-солонцовые комплексы, фоновый разрез взят слева от кургана, за первым рвом, и справа от кургана, за вторым рвом; кроме того, сделано 5 полуразрезов фоновых почв. Данные работы дополняют друг друга. Отметим, что для погребенной почвы характерен целостный древний покров, без каких-либо следов подрезки или иного воздействия, поскольку легкий надсолонцовый горизонт А1А2 не потревожен. Под курганом в рамках изученного участка представлены комплексные черноземно-луговые с солонцами почвы низкой надпойменной террасы. В древней черноземно-луговой почве общая мощность гумусовых горизонтов (А + А/В) составляет около 30 см. Нами отобраны образцы из 4 блоков для химического анализа с целью погоризонтного сравнения контрастных горизонтов вмывания и вымывания на со-

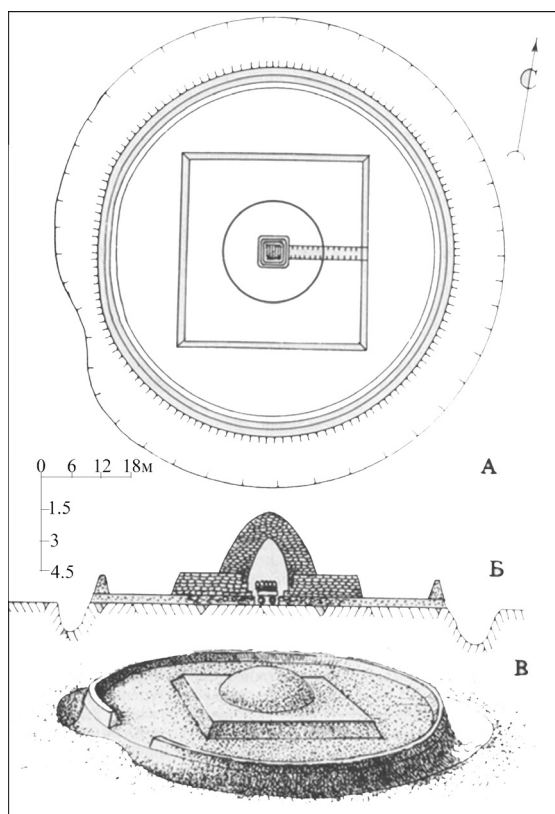


Рис. 1. «Памятник СБ. Реконструкция погребального комплекса. А – план; Б – разрез; В – общий вид (в натуральной пропорции размеров)» [Генинг и др., 1992]

лонцах и погребенной почвы, изученной нами под той же частью насыпи (табл. 1). Был исследован гранулометрический состав пирофосфатным методом, содержание общего углерода с пересчетом на гумус, рН водной вытяжки и сумма обменных оснований с определением поглощенных  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и обменных  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . Также проведены определения подвижных соединений Р (по Мачигину), карбонатов и гипса во всех образцах. По содержанию в образцах почв блоков физической глины отметим, что в белесом горизонте вымывания А1А2 – 37 %; в блоке 2 – 40 %; в блоке 3, в горизонте вмывания АВsl – 54 %, что аналитически подтверждает факт текстурной дифференциации профиля солонцов.

Локализация исследованных блоков относительно устройства погребального комплекса относится «под квадратной платформой  $36 \times 36$  м» (рис. 2). Сразу на древней почве находятся строительные блоки, целиком вырезанные из аналогичной погребенной почвы, хорошо сохранившейся под этой частью кургана.

Основными морфологическими признаками наличия солонцового процесса, кроме текстурной дифференциации профиля, считаются вертикальная ориентировка отдельностей призматической структуры и наличие органо-глинистых кутан в горизонте вмывания. Эти признаки отчетливы при морфологическом описании. В конце XX вв. было принято считать диагностическим признаком солонцового процесса наличие натрия в почвенном поглощающем комплексе в высоких долях, ближе к 30–40 %. Нами определены поглощенные катионы в вытяжке 1н уксуснокислого аммония  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , 1:10. При одновременном высоком содержании солей и карбонатов полученное значение катионов может происходить не только из об-



## Химический состав почв блоков Большого Синташтинского кургана

Горизонт, глубина отбора, см	рН водн	Гумус	CaCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> по Мачигину	Обменные катионы				ЕКО Тип химизма
						Ca <sup>++</sup>		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	
		см	%	мг/100 г. почвы	% от ЕКО				мг-экв/100 г	
Блок 1, 0+15	7.11	2.33	1.0	1.26	4.66	57	14	28	1	27.5
Блок 2, А1А2	6.70	2.22	1.0	1.26	8.39	70	14	15	0.8	26.63
Блок 2, АВsl	7.27	2.12	2.0	0.29	7.33	40	34	24	2	36.66
Блок 3, А1А2	5.75	1.55	1.0	0.84	7.33	62	23	14	0.7	31.18
Блок 4 (Син-5)	6.53	1.50	1.0	0.13	3.33	41	18	39	1.5	22.42

менных форм. Данный метод имеет ценность для сравнения полученных значений по многим опубликованным объектам. В настоящее время разработан подход, когда солонец может быть магниевым с малой долей натрия, и при этом иметь яркую выраженность морфологических характеристик. Полученные содержания натрия в образцах блоков колеблются от 24 до 39 %, что характеризует именно солонец.

Нами произведены описания различных замесовых блоков-кирпичей антропогенного происхождения (табл. 2). Выделяем мы один тип блоков естественного происхождения с дифференцированным солонцовым профилем, представленным горизонтами А1А2 и АВsl. Однако при зачистке 2016 г. было выделено 3 основных типа блоков-кирпичей, различающихся по минеральному составу, типу грунта, набору обломочного материала. Реализованы геологические подходы, измерена плотность частиц, границы текучести и раскатывания, число пластичности, но типизация блоков проведена по цвету как по основному показателю, и доказано, что грунтовые блоки являются продуктами инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Отметим, В.Ф. Генингом с соавторами описан другой участок насыпи, не тот, что удалось исследовать нам, поскольку «наш» участок скрывался в оставленной нетронутой бровке кургана до 2005 г., и прежними раскопами не мог быть затронут. Кроме того, наши блоки лежат непосредственно на погребенной почве, и при строительстве кургана эта часть основания подквадратной насыпи имела высоту до 1 м над поверхностью погребенной почвы. При археологической отрисовке блоков можно было бы предполагать, что горизонт АВsl мог быть принят за «гумус» вследствие его наиболее темной окраски либо за «глину» из-за вмывания в него элементов как характерной черты солонцового процесса, а горизонт А1А2 мог быть принят за «супесь» вследствие облегченного гранулометрического состава, если бы этот участок был исследован археологически. При сопоставлении (см. табл. 2) то, что нами названо «темно-серый» соответствует горизонту АВsl – нижней части блока естественного происхождения. Следует предполагать возможность, что «гумус» В.Ф. Генинга может оказаться такой частью естественного блока. Поэтому нельзя исключать наличие блоков естественного происхождения и в других частях конструкций кургана. Отметим, что по составу и технологии изготовления блоки, минералогически и геохимически изученные группой во главе с А.М. Юминовым



Рис. 2. Локализация обнаруженных блоков естественного происхождения в центральной бровке насыпи Большого Синташтинского кургана. Фото автора.

Таблица 2

**Типизации блоков-кирпичей различных лет раскопок  
Большого Синташтинского кургана**

«Памятник СБ. Профиль северной стенки раскопа 1976 г. (разрез III). Деталь, защищенная в 1985 г. [Генинг и др., 1992]	Морфологические описания по зачистке центральной бровки кургана в 2005 г., Плеханова Л.Н.	[Юминов и др., 2017]
<p>Блоки описаны на высоте 80–170 см от «материковой глины», и на высоте 60–150 см от погребенной почвы.</p> <p>Выделены 5 типов блоков-вальков: из «гумуса (гум.), супеси (С.), ожелезненного суглинка (су), глины (гл), суглинка (А)».</p>	<p>Блоки описаны в квадратах «з3» и «ж2» на высоте до 1 м от погребенной почвы.</p> <p>Типизации не проводилось, описаны 8 различных замесовых блоков, в т.ч. повторяющиеся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– серый замес</li> <li>– светло-коричневый</li> <li>– ржаво-коричневый</li> </ul> <p>Выделен 1 тип солонцовых блоков естественного происхождения, каждый из которых имеет две части:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– светло-серый, А1А2</li> <li>– темно-серый, АВs1</li> </ul>	<p>Отбор более 30 образцов по зачистке 2016 г.</p> <p>Выделены 3 основных типа замесовых блоков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– темно-серый, легкий суглинок</li> <li>– серовато-желтый, легкая супесь</li> <li>– розовато-серый, суглинок пылеватый</li> </ul>
Сопоставление:		
«Гумус»	– темно-серый, АВs1 – серый замес	– темно-серый замес
«Ожелезненный суглинок»	– ржаво-коричневый замес	

[2017], отнесены к сырцовым (саманным) кирпичам близкого современным кирпичам размера, и по некоторым физико-механическим параметрам превосходят современные сырцовые изделия. «Наши» блоки естественного происхождения имеют больший размер, чем современные кирпичи, и по объему ближе к 8 л. Свойства и состав материалов, использованных в замесах, необходимо уточнять с использованием современных разрабатываемых биологических подходов [Каширская и др., 2017а, б]

Можно заключить, что в насыпи Большого Синташтинского кургана стало возможным увидеть блоки, вырезанные из грунта, поскольку древними строителями был затронут участок с солонцами – почвами, где резко дифференцирован профиль, и имеются два верхних

горизонта – горизонт вымывания, облегченного гранулометрического состава, и горизонт, куда вымываются соединения из вышележащего, имеющий характерную столбчатость в структуре и темный гумусированный цвет. Солонцовые почвы являются интразональным элементом почвенного покрова, распространенным на низких надпойменных террасах разных природных зон. Солонцы осолоделые также являются полноправным участником комплексности низких террас. Площадные характеристики солонцов в комплексах с зональными почвами редко достигают половины площади почвенного покрова. В исторические периоды с теплым и влажным климатом солонцы исчезают, а в периоды особо сильной антропогенной нагрузки вкупе с аридизациями появляются вновь. В ряде случаев идет многократное осолонцевание по черноземным почвам, и на археологических поселениях с датированными слоями можно выявить 2–3 этапа солонцовых горизонтов различного времени [Плеханова, 2010].

При строительстве насыпи Большого Синташтинского кургана использовались не только блоки, изготовленные из замесов с использованием ила, но и вырезанные грунтовые блоки почвы низкой надпойменной террасы. Нами отмечены блоки нескольких типов, но у всех есть общая особенность – четкая нижняя граница, хорошие боковые границы, что позволяет предполагать, что блоки перемещались в плоскодонной таре, возможно, в корзинах, что позволило хорошо сохраниться нижней поверхности вырезанных из почвы блоков. Случаи с перевернутой укладкой блока встречаются единично. В исследованном нами участке насыпи укладка солонцовых блоков производилась преимущественно солонцовым горизонтом вниз, надсолонцовым – вверх, то есть так же, как построена почва. В исследованной части сооружения срезания древней почвы при строительстве насыпи произведено не было, поскольку горизонт А1А2 имеется в хорошей сохранности с мощностью до 9 см. Химический анализ состава погребенной почвы и образцы из блоков позволяют сделать вывод об их идентичности. Высокодифференцированные профили солонцовых почв позволяют идентифицировать такие блоки под той частью погребального комплекса, которую В.Ф. Генинг называет «квадратной платформой 36 × 36 м» [Генинг и др., 1992]. Вырезанные солонцовые блоки естественного происхождения уложены непосредственно на ровную поверхность погребенной солонцовой почвы.

*Автор выражает признательность д.и.н. проф. Г.Б. Здановичу и к.и.н. Т.С. Малютинной за предоставленную возможность изучения палеопочв и отбора образцов при повторном вскрытии центральной бровки Большого Синташтинского кургана.*

*Работа выполнена в рамках госзадания № АААА-А18-118013190175-5 «Развитие почв в условиях меняющегося климата и антропогенных воздействий».*

## Литература

Анисимов Н.П. Аркаим, территория карды, система расселения // В сборнике: Homo Eurasicus в системах социальных коммуникаций: VI Всерос. науч.-практ. конф. РГПУ им. А.И. Герцена. Колл моногр. Москва-Берлин: Директ-медиа, 2015. С. 67–99.

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

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., Удальцов С.Н., Чернышева Е.В., Борисов А.В. Механизмы и временной фактор функционирования ферментативной организации палеопочв // Биофизика. 2017а. Т. 62. Вып. 6. С. 1235–1244.

Каширская Н.Н., Чернышева Е.В., Плеханова Л.Н., Борисов А.В. «Биологический» и минеральный фосфор в культурном слое // В сборнике: Палеопочвы, палеоэкология, палеоэкономика. Редакционная коллегия: А.В. Борисов, Л.Н. Плеханова, С.Н. Удальцов. 2017б. С. 94–98.

*Плеханова Л.Н.* Древние нарушения в почвах // Природа. 2010. № 3. С. 37–43.

*Плеханова Л.Н., Демкин В.А., Манахов Д.В.* Палеопочвенные исследования курганов эпох бронзы и раннего железа (II тыс. до н.э. – I тыс. н.э.) в степном Зауралье // Вестник МГУ. Сер. 17: Почвоведение. 2005. № 4. С. 3–10.

*Хохлова О.С., Хохлов А.А., Гольева А.А., Зданович Г.Б., Малютина Т.С.* Естественнонаучные исследования Большого Синташтинского кургана в Челябинской области // Вестник ОГУ. 2008. № 10 (92). С. 150–156.

*Юминов А.М., Зданович Г.Б., Зданович Д.Г.* Минералогия и физические свойства грунтовых блоков Большого Синташтинского кургана (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия. 2017. № 4. С. 87–92.

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

**Ю.Б. Сериков**

*Филиал РГППУ в г. Нижний Тагил,  
u.b.serikov@mail.ru*

### **Первобытная техника и минеральное сырье в каменном веке Среднего Зауралья**

Памятники раннего палеолита на территории Среднего Зауралья чрезвычайно редки. В настоящее время известно 16 местонахождений, на которых собрано около 180 каменных изделий. Причем большая часть (104 экз.) происходит с одного памятника – Гальянской стоянки.

Все находки найдены на склоне горы Голый Камень (городская черта Нижнего Тагила). Изделия покрыты слоем патины толщиной 1–2 мм. По определению П.Э. Рикерта, они изготовлены из окремнелых туфов различной степени силификации. Эти туфы встречаются повсеместно выше по склону в выходах скал. Учитывая типы изделий и технологию расщепления, можно предполагать, что комплекс Гальянской стоянки не является единовременным в рамках нижнего палеолита. На склонах Голого Камня выявлено еще три местонахождения с патинированными изделиями: Голокаменная мастерская, Голый Камень III и Голый Камень-шихан. В качестве сырья использовался вулканомиктовый алевролит.

Четыре раннепалеолитических комплекса найдено на р. Туре в окрестностях г. Кушва (Кушвинский р-н Свердловской обл.). Они обнаружены на площади однослойных мезолитических поселений, но к мезолиту явно не относятся. На стоянке Гаревая II выявлено 36 предметов архаичного облика. Все изделия покрыты глубокой патиной, изготовлены из местных синеватых алевротуфов. Единичные находки патинированных изделий из серо-зеленоватого и светло-серого алевротуфа найдены на стоянках Уральские Зори III (2), V (1) и Болото (3).

Архаичные находки выявлены и на двух памятниках Горбуновского торфяника (8 км от г. Голый Камень). На Береговой стоянке III найдены три массивных бифаса. Изделия выполнены из зеленоватого тонкозернистого песчаника, внешне очень похожего на змеевик (серпентинит). Использование данного сырья на территории Среднего Зауралья отмечено впервые. На Береговой стоянке I обнаружен массивный патинированный отщеп из голокаменского вулканомиктового алевролита.

Несколько патинированных изделий найдено на скальных святилищах Шайтанского озера (Кировоградский р-н Свердловской обл.). На Шайтанском шихане выявлено два патинированных скребка, а на Южном шихане – небольшой бифас. Все орудия изготовлены из зеленоватого алевротуфа. Единичные патинированные изделия обнаружены на стоянке Полуденка I (рубило из темно-серого кремнистого туфа) и стоянке-мастерской Амбарка I (нуклеус из серо-зеленоватого алевротуфа).

Уникальное изделие – бифас длиной 26,5 см – происходит из г. Нижняя Салда (Свердловская обл.). Бифас покрыт глубокой патиной, обработан оббивкой, изготовлен из серо-зеленоватого алевротуфа [Сериков, 2015].

Ярко выраженной особенностью раннепалеолитических комплексов Среднего Зауралья является минеральное сырье. Все раннепалеолитические артефакты изготовлены из кремнистых туфов, алевротуфов и вулканомиктовых алевролитов. Эти породы при раскалывании дают менее острые края, чем яшма или кремнь. Но на территории Среднего Зауралья выходы яшмы и кремня не известны, поэтому эти минералы получали обычно из галечников рек и озер и могли служить сырьем только для мелких изделий. Из пород, дающих коренные выходы, можно получать заготовки крупных размеров. На Гальянской стоянке обнаружен торчащий из земли валун кремнистого туфа со следами обкалывания. Выходы кремнистого сланца известны, но они представлены мелкими плитками. Пришлому населению, еще плохо знакомому с окружающей местностью, гораздо проще было отыскать необходимое ему минеральное сырье, имеющееся на незалесенных склонах гор.

Малочисленны и памятники верхнего палеолита. Почти все верхнепалеолитические стоянки Среднего Зауралья находятся в пещерах. Находки каменных изделий в них единичны: грот на горе Медведь-Камень–1 отщеп (утерян), грот Безымянный – нуклеус (окремненный известняк) и ножевидная пластина (зеленая яшма), грот Зотинский I – 12 изделий (красно-зеленая яшма).

Большой интерес представляет комплекс из 683 каменных изделий с Гаринской стоянки. В нем представлены все основные типы каменных изделий: нуклеусы, пластины с ретушью и без нее, резцы, острия, скребки, отщепы. Для расщепления использовались гальки диаметром от 2 до 6 см. Галечное сырье имеет местное происхождение, о чем свидетельствует значительный процент изделий с галечной коркой – 56.5 %. В 300 м от стоянки находится куполообразное вздутие берега – Белый Яр, под которым отмечено наличие галечника рассеянного типа. Более крупный галечник находится в 2 км от стоянки у дер. Рычкова. В нем присутствуют все виды минерального сырья, которые имеются на памятнике. По-видимому, именно этот галечник являлся источником сырья для обитателей Гаринской стоянки, так как больше галечников на берегах реки на протяжении 70 км в разные стороны не выявлено.

Технология расщепления на Гаринской стоянке была ориентирована на получение ножевидных пластин с торцовых нуклеусов. Пластин шириной до 2 см в коллекции 95.65 %. Преобладают пластины шириной 0.9–1.7 см (73 %). Для орудий чаще всего использовались сечения (18.75 %), дистальные (21.9 %) и проксимальные (18.75 %) концы пластин. Орудий на отщепах в коллекции всего 18 экз. (14.6 %).

Любопытна сырьевая характеристика Гаринской стоянки. Половина всех изделий – 54 % – изготовлено из разного вида яшм (зеленой – 23.5 %; темно-серой – 23 %; сургучной и бурой – 5.5 %; красно-зеленой – 1.5 %; светло-серой – 0.5 %). Из разнообразных по цвету и структуре кремнистых сланцев выполнено 25 % изделий. Из черного кремня хорошего качества – 14.7 % изделий и 0.7 % – из коричневого. Единично представлены изделия из кварцита (2.7 %), роговика (1.4 %), халцедона (0.9 %) и молочного кварца (0.7 %).

Интересный аспект первобытной техники на Гаринской стоянке зафиксирован при изучении костей мамонта, на которых присутствовали следы обработки. Из 223 костей выявлено около 50 костей со следами абразивной обработки. В основном, это ребра, на плоских сторонах которых отмечено от 1 до 3 участков со следами шлифования. Причина использования костей стала понятна после проведенного эксперимента. В окрестностях стоянки известен только один галечник, который являлся источником минерального сырья. Но он содержит исключительно «изотропные» (в понимании археологов «изотропные» породы – это те, которые при раскалывании дают острые края) виды камня: кремнь, кремнистый сланец, кварц, кварцит, яшму. Породы с зернистой структурой, которые можно использовать в качестве абразивов, в окрестностях стоянки полностью отсутствуют. Именно по-

этому древний человек стал использовать для абразивной обработки кости мамонта. Причем кость, которую собирались использовать в качестве абразива, имела трещиноватую поверхность. Такие кости приносились с близлежащих «кладбищ мамонта». Мелкие трещинки на кости удерживали в себе зерна песка и превращали относительно гладкую поверхность кости в абразивную [Сериков, 2007].

Таким образом, основой материальной культуры верхнего палеолита являлась пластинчатая техника. Для получения ножевидных пластин применяли нуклеусы, изготовленные из галек. Пластины имеют еще не совсем правильное гранение. Обычная ширина пластин от 0.8 до 2.0 см, при преобладании пластин шириной 1.2–1.8 см. Пластины служили заготовками для ножей, резцов, резчиков, острий, скребков и вкладышей. По соотношению орудий из пластин и отщепов можно судить, что уже в верхнем палеолите ножевидная пластина становится основным видом заготовки для всевозможных орудий.

Мезолитическая эпоха в Среднем Зауралье изучена значительно полнее. На этой территории известно уже свыше 150 памятников. Раскопками выявлены долговременные поселки с жилищами-полуземлянками, сезонные поселки с наземными жилищами, кратковременные стоянки. Исследованы специализированные камнеобрабатывающие мастерские: по первичному расщеплению камня (Голокаменская), по изготовлению рубящих орудий (Амбарка и Запрудное). Коллекция находок к настоящему времени насчитывает свыше 75 тыс. каменных и костяных изделий.

Лучше изучена и первобытная техника мезолитической эпохи. На обширных материалах этого времени можно проследить различные аспекты взаимосвязи первобытной техники и сырья. Основой материальной культуры мезолитического населения Среднего Зауралья продолжала оставаться пластинчатая техника. Заготовками нуклеусов для скалывания пластин в большинстве случаев служили плитки кремнистых пород и лишь в единичных случаях – гальки и отщепы. В процессе исследования выяснилось, что все многообразие типов нуклеусов является отражением различных стадий обработки исходной заготовки – плитки кремнистого сланца.

На микролитоидность пластинчатых комплексов на территории Среднего Зауралья повлиял и фактор отсутствия заготовок крупных размеров. В районах, бедных сырьем, его дефицит ощущался весьма значительно и заметно влиял на размеры пластинок. Если в Среднем Зауралье ширину до 1 см имеют около 90 % пластин, а до 0.8 см – около 70 %, то в Западной Сибири, где источниками сырья являлись редкие и маломощные галечники, картина совсем другая. Это хорошо иллюстрируют материалы мезолитического поселения Большой Салым 4 (окрестности г. Нефтеюганска). Комплекс каменных изделий составляет 22 тыс. экз. Высота нуклеусов (550 экз.) не превышает 2.8 см. Ширину до 1 см имеют 97.5 % пластинок, до 0.8 см – 90 %. Пластины шириной 0.2–0.3 см (9.5 %), которые в Среднем Зауралье являлись отходами, здесь использовались в качестве орудий. Также показательна и сырьевая характеристика коллекции. На памятнике зафиксировано минеральное сырье более чем 40 видов. Причем использовались даже песчаник (22 %) и сланец (18 %), которые при расщеплении не дают острые края.

Дефицит «изотропного» сырья в эпоху мезолита вынуждал местное население расширять ассортимент пород камня, применявшихся для изготовления орудий. Основным видом сырья становятся кремнистые сланцы, различающиеся степенью окремнелости, плотностью, структурой, цветом. Использовались халцедоны и яшмы, в небольших количествах встречающиеся на всех мезолитических памятниках. Реже применялись гранодиориты, алевролиты и песчаники. И совсем редко встречаются изделия из разновидностей горного хрусталя, агата и сердолика. В районе Тагильского Зауралья широко использовали вулканомиктовые алевролиты, выходы которых имеются на склонах горы Голый Камень.

Уже в мезолите намечается специализация по сырью, т.е. определенные породы камня служили для изготовления определенных типов орудий. Из вулканомиктовых песчаников изготавливали шлифованные рубящие орудия. Гранодиорит использовали в качестве шлифовальных плит. Песчаник и известняк применяли для изготовления рыболовных грузил для сетей. Отбойниками обычно служили гальки кварцита.

Изучение материалов мезолитической эпохи на территории Среднего Зауралья показывает, что пластинчатая техника, основанная на широком применении вкладышевых орудий, достигает в этот период своего расцвета. Мелкая и узкая пластинка становится основной заготовкой для изготовления всевозможных орудий. Дефицит сырья способствовал освоению новых пород камня. Обрабатывали их как оббивкой и расщеплением на пластины, так и шлифовкой. Открытие абразивной техники способствовало вовлечению в производство новых пород камня и тем самым значительно расширяло сырьевую базу древнего человека [Сериков, 2000].

В эпоху неолита продолжает сохраняться техника расщепления камня на пластины, но размеры пластин становятся крупнее. На Кокшаровском холме и Юрьинском поселении (Свердловская обл.) преобладают пластины шириной 1.8–2.5 см. Крупные же нуклеусы в развитии неолита Среднего Зауралья встречаются очень редко. Видимо, происходила их полная утилизация. Часты находки поперечных сколов и сколотых ударных площадок нуклеусов диаметром 5–7 см. На них присутствуют негативы от скалывания крупных ножевидных пластин. Большая часть пластин изготовлена из светло-серого слабокремнелого сланца.

Вторичная обработка в развитом неолите представлена несколькими видами. Сохраняется краевая обработка изделий. Количество отретушированных пластин в процентном отношении заметно выше, чем в мезолите. Ретушь, как правило, крупнофасеточная, крутая, регулярная и непрерывная. Наносилась она как на один, так и на оба края пластины, часто по всей ее длине. Преобладает ретушь со стороны спинки. Краевой ретушью обработаны и наконечники стрел обычно листовидной формы. Заготовками для них были как пластины (чаще), так и отщепы. Боковые стороны наконечников не всегда обрабатывали ретушью по всей длине края, оставались и неотретушированные участки. Особой отделке подвергались кончик пера и насад. Обрабатывали их двусторонней ретушью, но встречаются экземпляры, обработанные крутой ретушью только с одной стороны. В развитом неолите широко представлены и наконечники, обработанные сплошной двусторонней ретушью. Обычно у них вытянутая листовидная форма, но иногда выделяется слабовыраженный треугольный черешок. Существовали и другие типы наконечников стрел, иногда индивидуальных форм. Двусторонней ретушью обрабатывались не только наконечники стрел, но и ножи, сверла, проколки, ретушеры. К позднему неолиту эта техника становится преобладающей на территории Среднего Зауралья.

Уже в развитом неолите практически исчезает техника резцового скола. В неолитическом жилище Полуденка I, где из-за пожара сохранился весь комплекс каменных изделий (255 экз.), представлено всего 4 орудия с резцовыми сколами. На других стоянках такие изделия также единичны. Резцовый скол начинают применять для затупления грани и оформления насада рукояток ножей.

В неолитическую эпоху, в основном, продолжали использовать те же породы камня, что и в эпоху мезолита. Но появляются и новые виды сырья. Впервые начинают изготавливать изделия из молочной кварца (скребки, ножи, наконечники стрел), плитчатого слоистого черного сланца и серого кварцита (ножи, наконечники стрел). Чаще, чем в эпоху мезолита, встречаются комбинированные орудия. Комбинации имеют более сложные сочетания, чем простое дублирование функций: скребок – нож, скребок – сверло, проколка – сверло, наконечник стрелы



– сверло, наконечник стрелы – боковой скребок, нож-резец – строгальный нож. Также больше становится и орудий со следами вторичного использования.

Широкое применение новой абразивной техники позволило неолитическому населению значительно расширить ассортимент изделий и видов сырья. Заметно увеличивается количество и разнообразие рубящих шлифованных орудий. Топоры и тесла остаются овальными в сечении. Не всегда они отшлифованы полностью, на них сохраняются следы предварительной оббивки. Кроме рубящих орудий, появляются шлифованные ножи (кожевенные и строгальные), наконечники стрел, пилы из вулканического песчаника. Реже использовали песчаник, сланец, змеевик. Начинают широко применять тальк (утюжки, ложила, подвески) и туф (точильные камни). Новым сырьем можно назвать и глину: фрагменты разбитых сосудов иногда применяли в качестве скребков и ложи. Впервые в каменном веке Среднего Зауралья появляется техника пикетажа (точной ретуши) и сверление камня при помощи полых костей.

Условную границу районов Среднего Зауралья с развитой и затухающей пластинчатой индустрией можно провести немного севернее широты Свердловск – Тюмень. Граница эта выражена нечетко, так как на памятниках контактной зоны влияние пластинчатой индустрии, а также количество южноуральского сырья снижается постепенно. В северных районах Среднего Зауралья ножевидных пластин становится совсем мало, но возрастает количество шлифованных орудий. Утилизация «изотропного» сырья здесь предельная. Орудия из камня сильно сработаны, имеют четкие линейные следы использования. Сломанные изделия перерабатывались в новые, часты комбинированные орудия.

Таким образом, на территории Среднего Зауралья уже в эпоху развитого неолита пластинчатая техника расщепления камня теряет свои ведущие позиции. Наряду с ней большое значение приобретает техника двусторонней ретуши и шлифования. Открытие новых источников сырья дало возможность получать крупные и широкие пластины и, как следствие, привело к отказу от традиционной вкладышевой техники. Практически исчезает и техника резцового скола. Расширяется ассортимент сырья и намечается связь определенных видов сырья с определенными типами изготавливаемых из него орудий. Появляются мастерские, специализированные по сырью и типам изготавливаемых орудий (Боровка III) [Сериков, 1989]. Проведенный анализ показывает достаточно жесткую зависимость первобытной техники обработки камня и сырья.

## Литература

- Сериков Ю.Б.* Производящие формы труда населения Среднего Зауралья в каменном веке // Становление и развитие производящего хозяйства на Урале. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 32–45.
- Сериков Ю.Б.* Палеолит и мезолит Среднего Зауралья. Нижний Тагил: НТГСПА, 2000. 430 с.
- Сериков Ю.Б.* Гаринская палеолитическая стоянка и некоторые проблемы уральского палеолитоведения. Нижний Тагил: НТГСПА, 2007. 138 с.
- Сериков Ю.Б.* Следы раннего палеолита на территории Среднего Зауралья // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2015. № 4 (31). С. 4–16.

## **Реконструкция технических приемов обработки камня и кости в каменном веке**

Изобретение лука в верхнем палеолите дало в руки древнего человека орудие убийства высокой эффективности. С появлением лука значительно улучшилась техника охоты. Однако в дальнейшем лук стал использоваться не только для охоты. Лук стал и своеобразным «двигателем» для простейших технических приспособлений каменного века.

Прежде всего, лук использовался для добывания огня при помощи сверления. Лучковый станок для добывания огня состоит из зажигательной планки (плоской сухой дощечки из сосны, по краю которой прорезаны треугольные выемки), зажигательной палочки (желательно не круглого, а многогранного сечения – для лучшего сцепления с тетивой лучка), подпятника (плитка камня или кость с выемкой посередине), лучка (в нашем случае из можжевельника) и тетивы (из сыромятного ремешка) (рис., 1). Необходимо также приготовить трут (лучше тонкие стружки сухого дерева).

Экспериментатор должен учитывать целый ряд тонкостей, которые усваиваются только с большим практическим опытом:

- ямка, в которую вставляется сверло, должна находиться на строго определенном расстоянии от треугольной прорези;
- треугольная прорезь должна иметь определенный угол разреза;
- при слишком слабом нажатии на подпятник сверление не будет результативным, а при слишком сильном – сверло будет пробуксовывать;
- натягивать тетиву на зажигательную палочку следует строго по прямой линии, иначе при движении лучка она будет вырывать сверло из углубления;

Опытный экспериментатор при регулярных тренировках может добыть огонь таким способом за 1 мин. С.А. Семенов в своих публикациях указывает, что огонь в его экспериментах получали через 8 сек (рекордный результат) [Семенов, 1968].

Лучковый станок для добывания огня можно использовать и для сверления. Для этого деревянный стержень нужно оснастить каменным сверлом. Каменные сверла, использовавшиеся в лучковом приборе, хорошо известны уже в мезолитических комплексах Среднего Зауралья. Также в мезолитическую эпоху применялся и дисковый сверлильный станок. Действие этого станка основано на преобразовании вертикальных толчков в круговращательные движения. Его устройство несколько сложнее обычного лучкового прибора. Он состоит из деревянного стержня круглого сечения со встроенным в нижней части каменным сверлом. Сверло можно крепить в расщеп стержня, но лучше сделать специальную прорезь для крепления. Для более жесткого крепления сверло следует поместить в кусочек кожи, вставить в прорезь и обмотать узким сыромятным ремешком. На стержень надевается «лучок». Он претерпел сильные изменения и представляет собой плоскую планку с просверленным посередине отверстием. В это отверстие и вставляется стержень со сверлом. К концам планки привязана тетива в виде узкого сыромятного ремешка. Привязана она очень свободно, без какого-либо натяжения. Средняя часть тетивы привязана к верхней части стержня. Натяжение тетивы подбирается таким образом, чтобы планка находилась примерно посередине стержня. Кроме планки, на стержень надевается деревянный диск диаметром 15–20 см. Это своеобразный маховик – инерциод, который помогает сохранять полученное при толчке планки круговращательное движение. Находиться он должен ниже планки, примерно на треть длины

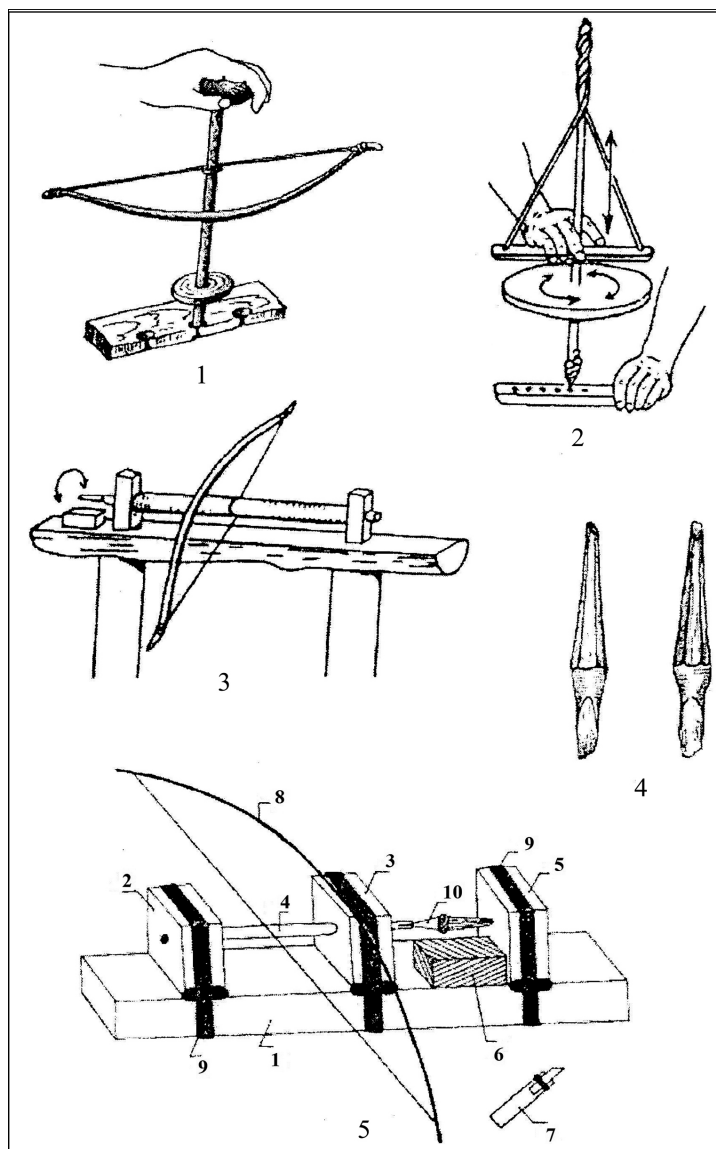


Рис. Технические приспособления каменного века:

1 – лучковый прибор для добывания огня; 2 – дисковый сверлильный прибор; 3 – горизонтальный станок с лучковым приводом для цилиндрического сверления; 4 – костяные биконические наконечники стрел со следами токарной обработки; 5 – токарный станок с лучковым приводом (1 – станина; 2, 3 – опоры передней «бабки»; 4 – рабочий стержень; 5 – опора задней «бабки»; 6 – подставка под резец; 7 – резец в рукояти; 8 – лучок с тетивой; 9 – ременные вязки; 10 – биконический наконечник).

стержня (считая от каменного сверла) (рис., 2). Готовя прибор к действию, следует проследить, чтобы диск не мешал движению планки. При нажатии на планку вниз тетива закручивается вокруг стержня со сверлом и приводит его во вращение. При освобождении планки от нажатия тетива раскручивается в противоположную сторону. Поскольку маховик сохраняет инерцию вращения, тетива, пройдя нейтральную точку провисания, опять закручивается вокруг стержня. При следующем нажатии на планку процесс вращения сверла повторяется.

В этом и состоит сущность дискового сверления. Обычно оно применялось для сверления тонких изделий. Его преимуществом являлось то, что прибор позволял работать одной рукой.

Еще более сложным техническим приспособлением является станок для сверления длинных цилиндрических отверстий. По мнению С.А. Семенова, такое сверление рациональней всего было выполнять на простейшем горизонтальном станке. Такой станок должен иметь массивную станину, на которую устанавливаются две опорные плашки. Причем передняя плашка имеет сквозное отверстие, а задняя – глухое. В отверстия плашек крепится рабочий стержень с каменным сверлом на конце. На стержень натягивается тетива лучка (рис., 3). При вращении рабочего стержня его жесткое крепление позволяло сохранять центровку сверла и давало возможность сверлить длинные цилиндрические отверстия. Поскольку само сверло не совершало поступательных движений, сверление производилось путем «надевания» на сверло просверливаемого предмета. В качестве примера цилиндрического сверления С.А. Семенов приводит зеленокаменные цилиндрические пронизки с поселения Песчаный близ Владивостока [Семенов, 1968].

Предметы с отверстиями большого диаметра (1.5 см и более) на Среднем Урале встречаются очень редко. Всего найдено несколько десятков изделий, среди которых можно выделить фигурные молоты, булавы и диски. Эксперимент по получению отверстия большого диаметра проводился С.А. Семеновым. Техникou одностороннего сверления полou костью удалось просверлить диорит на глубину 1 см за 10 ч работы. В итоге он пришел к выводу, что полou костью в неолите-энеолите могли проделывать отверстия в твердых минералах, но производительность бурового способа была невелика [Семенов, 1968].

Для более детального изучения техники изготовления отверстий крупного диаметра автором был проведен ряд экспериментов по сверлению талька, талькохлорита и мрамора. Сверлами служили кости теленка и свиньи. В ходе работы планировалось установить трудозатраты по изготовлению отверстий полou костью, а также выявить различные аспекты техники сверления.

Кусок талька (твердость 1 по шкале Мооса) довольно легко удалось просверлить на глубину 2.6 см. Отверстие получилось коническим, причем разница диаметра от начала сверления до конечной точки составила 8 мм. Плитку мрамора (твердость 3.5–5) толщиной 1.75 см удалось просверлить за 3 ч 29 мин. Сверление производилось двумя сверлами диаметром 2.5 см. Отверстие получилось биконическим, диаметр на одной стороне плитки составил 2.8 см, на противоположной – 2.9 см. Диаметр в месте соединения сверлин равнялся 2.3 см. В результате двустороннего сверления образовалась высверлина длиной 1.7 см и диаметром 1.3 см.

Экспериментальным путем удалось выяснить, что производительность сверления заметно увеличивается, если на режущей кромке сверла сделать несколько (в наших опытах от 8 до 20) надрезов глубиной 2–4 мм. Они существенно увеличивают скорость углубления сверла в обрабатываемый материал. Происходит это за счет увеличения количества абразива, соприкасающегося с обрабатываемым материалом. Однако при этом сверло начинает быстро изнашиваться, и надрезы необходимо было постоянно подновлять. Результаты экспериментов показали, что древний человек мог проделывать отверстия в мягких и твердых минералах с минимальной затратой труда, т.к. на создание простейшего механизма и на сверление изделия уходит всего несколько часов [Канаука, 2018].

Исследуя костяные биконические наконечники стрел эпохи неолита из пещерного святилища на Камне Дыроватом, автору удалось реконструировать техническое приспособление, ранее экспериментаторам не известное – горизонтальный токарный станок с лучковым приводом.

Особый интерес представляют биконические наконечники, имеющие правильную форму тел вращения, циркульный и спиральный орнамент (рис., 4). Следы обработки в виде

очень тонких, часто расположенных и строго параллельных друг другу линий опоясывают биконическую головку наконечника и часть стержня. Такие линейные следы могли появиться только в результате токарной обработки изделия.

Упрощая известные реконструкции средневековых токарных станков, удалось определить минимальное количество деталей, необходимых для работы токарного станка. Таких деталей оказалось девять. Основа приспособления – станина, к ней крепятся три опорные плашки. Две из них с рабочим стержнем составляют переднюю «бабку», а третья исполняет роль задней «бабки». Все детали между собой скрепляются ремennыми вязками. Действует станок с помощью лучка, которым вращается рабочий стержень. Работа производится каменным резцом, закрепленным в деревянной рукояти (рис., 4).

При освоении токарного станка путем эксперимента выяснилось, что на нем можно точить дерево, рог, кость. Особенности процесса точения были определены экспериментально в процессе проведения опытов по изучению возможностей токарного станка. В работе участвуют, как минимум, два человека. Основные функции выполняют работающий лучком и токарь. Движения лучка при точении должны быть резкими, что дает возможность более эффективно выполнять работу за счет увеличения скорости вращения заготовки. Для точения используется движение заготовки в сторону работающего, т.е. заготовка должна вращаться на токаря. Сначала обрабатывается вся поверхность заготовки с целью придания ей формы тела вращения. Затем вытачиваются оба конуса наконечника и его стержень. После этого наносится циркульный или спиральный орнамент. Это самая сложная и ответственная операция, так как при точении требуется соблюсти равное расстояние между витками орнамента. Действующая модель токарного станка была продемонстрирована участникам Первых Семеновских чтений в Санкт-Петербурге в 2000 г. [Данилов, Сериков, 1999].

Трасологический анализ биконических наконечников, а также эксперименты по их изготовлению показали, что кость, из которой вытачивали наконечники, предварительно была сильно размягчена. Путем распаривания кости такой степени размягчения достичь было невозможно. Грани острия и уплощенный насад наконечников вырезались вручную. Следы срезов на них очень ровные и длинные. Таких срезов при работе каменным ножом не достичь даже на распаренной кости. Также невозможно нанести на сухую или распаренную заготовку наконечника спиральный орнамент, так как при точении требуется соблюсти равное расстояние между витками орнамента. Распаривание размягчает поверхность кости в лучшем случае на 0.5 мм, тогда как глубина врезания резца в кость при нанесении спирали доходила до 1 мм. Следует подчеркнуть, что спираль выполнена очень четко, одинаково по глубине и без малейших следов съезжания резца, что непременно произошло бы при недостаточном размягчении кости.

Опыты по химическому размягчению кости проводились неоднократно многими археологами. Успех пришел к польскому археологу К. Журовскому, который размягчал кость и рог сначала в щавелевой кислоте, а затем в кислом молоке [Малинова, Малина, 1988].

Чтобы выяснить, каким способом и при помощи какого сырья древний человек мог достичь сильного размягчения кости, была проведена серия экспериментов. При этом ставилась цель использовать только такие вещества, которые были доступны круглый год. Ведь в лесной зоне Урала щавель и ягоды (животноводства еще не было) можно получить только летом и осенью, а необходимость обработки кости существовала во все сезоны.

Нужного результата удалось достичь при вымачивании кости и рога в растворе щёлочка (раствор воды и золы) в течение двух месяцев. Лучше всего обработке поддавался рог, длина срезов на роговых пластинах стала равняться длине самих пластин. Заготовка стала легко гнуться, а образовавшаяся длинная стружка стала настолько мягкой, что её можно было завязать узлом. После высыхания рог приобретал прежнюю твёрдость. В итоге из роговой

пластины был выстроган двухшипный наконечник стрелы длиной 10 см, который в точности повторял форму наконечников из Камня Дыроватого [Сериков, Тупиков, 2015].

В процессе исследования Гаринской палеолитической стоянки (р. Сосьва, Свердловская обл.), кроме 673 каменных изделий, найдено 153 кости со следами обработки. Свыше 40 костей имеют следы абразивной обработки, характер и назначение которой долгое время оставались непонятными. Такая же обработка зафиксирована и на плечевой кости молодого мамонта. Даже невооруженным глазом хорошо просматриваются толстые углубленные царапины длиной 1.2–1.3 см и глубиной до 0.5 мм. Такие линейные следы могли образоваться при обработке кости крупнозернистым абразивом. Но с какой целью? Учитывая, что камни с абразивной поверхностью в окрестностях стоянки полностью отсутствуют, появилось предположение, что кость могла использоваться в качестве абразива.

Для выяснения этого вопроса был проведен эксперимент. Для него была взята плечевая кость молодого мамонта такого же размера. При помощи песка, который подсыпался на кость мамонта, из кости коровы было изготовлено и заточено острие длиной 10.2 см и шириной 2.7 см. За 2 ч 20 мин. работы на кости мамонта была получена такая же сработанность, как и на археологическом образце. Также выяснилось, что работать на выступающей (ребристой) поверхности кости гораздо удобнее, чем на уплощенной. На плоской поверхности можно шлифовать только длинные изделия. При обработке коротких предметов держащая изделие рука сразу же упирается в кость, и рабочий момент получается очень коротким. Тогда как приподнятая (выступающая) поверхность дает возможность сделать рабочее движение длинным. По-видимому, именно эта особенность способствовала частому использованию в качестве абразивов ребер мамонта.

После эксперимента стало понятно, почему на заметном количестве костей присутствуют следы абразивной обработки. При полном отсутствии в окрестностях стоянки «неизотропных» пород (в понимании археологов «изотропные» породы – те, которые при раскалывании дают острые края) палеолитический человек стал использовать для абразивной обработки кости мамонта. Причем кость, которую собирались использовать в качестве абразива, должна быть не свежей, а старой, с растрескавшейся поверхностью. Именно мелкие трещинки на кости удерживали в себе зерна песка и превращали относительно гладкую поверхность кости в абразивную. Такие кости собирались на близлежащих «кладбищах мамонта» [Сериков, 2015].

Таким образом, экспериментальные работы по изучению технических приемов по обработке камня и кости позволяют дополнить наши знания об уровне развития первобытной техники каменного века. В частности, необходимо пересмотреть время появления некоторых технических приспособлений. Если такое сложное приспособление как токарный станок с лучковым приводом было известно уже в эпоху мезолита, то более простые приборы (лучковый, дисковый, для цилиндрического сверления) должны были появиться гораздо раньше. Однако, вполне вероятно, что на разных территориях время появления того или иного технического приспособления тоже было разным [Сериков, 2006]. Проведенные эксперименты подтвердили мнение И.В. Калининой, что «в ходе эксперимента накапливаются знания, которые теоретическим путем получить невозможно» [1998].

## Литература

Данилов Д.Б., Сериков Ю.Б. Реконструкция токарного станка каменного века // Современные экспериментально-археологические и технико-технологические разработки в археологии. Первые Семеновские чтения. Тез. докл. междунар. науч. конф., посвященной 100-летию С.А. Семенова. Санкт-Петербург, 1999. С. 151–153.

Калинина И.В. Функционально-технологический подход // Теория и методология архайки: Ч. I. Своя и чужие культуры; Ч. II. Сознание. Искусство. Образ. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. С. 21–27.

Канаука Н.В. Эксперименты по изготовлению отверстий большого диаметра // Урало-Поволжская археологическая конференция студентов и молодых ученых. Самара: Самарский ГУ, 2018. С. 43–46.

Малинова Р., Малина Я. Прыжок в прошлое. Эксперимент раскрывает тайны древних эпох. М.: Мысль, 1988. 271 с.

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

Сериков Ю.Б. Реконструкция технических приспособлений каменного века // Первобытная и средневековая история и культура Европейского Севера: проблемы изучения и научной реконструкции: международная научно-практическая конференция: сборник научных статей и докладов. Изд-во «СОЛ-ТИ», 2006. С. 297–303.

Сериков Ю.Б. Применение абразивной техники на Гаринской палеолитической стоянке (Северный Урал) // Следы в истории. К 75-летию В.Е. Щелинского. СПб.: ИИМК РАН, 2015. С. 122–132.

Сериков Ю.Б., Тушиков И.Н. К вопросу о химическом размягчении кости в древности // Тверской археологический сборник. Вып. 10. Т. I: Материалы V Тверской археологической конференции и 16-го и 17-го заседаний научно-методического семинара «Тверская земля и сопредельные территории в древности». Тверь: Изд-во «Триада», 2015. С. 304–312.

**Е.С. Меньшикова**

Филиал РГППУ в г. Нижний Тагил,  
menshikova.eliza@mail.ru

## **Использование костей мамонта в хозяйстве палеолитического населения Среднего Зауралья**

(научный руководитель Ю.Б. Сериков)

Кости животных относят к природным формам. Под природными формами понимаются предметы природного происхождения, которые древний человек использовал в естественном состоянии без подработки или же с минимальной подработкой [Сериков, 2006]. В древности кость являлась важным сырьем в хозяйстве человека. Ее использовали для изготовления орудий труда, охотничьего снаряжения, предметов быта и искусства. Бивни мамонта употреблялись как землекопные орудия; широкие кости (лопатки, позвонки, кости стопы мамонта) служили подставками, наковальнями, рабочими столиками.

Крупнейшая коллекция костей со следами обработки обнаружена на Гаринской палеолитической стоянке (Свердловская обл.). В качестве орудий использовались кости животных с минимальной подработкой. Для различных подставок использовались крупные эпифизы бедренных костей. На эпифизе диаметром 16.5 см, на выпуклой стороне, присутствуют 6 ямок глубиной до 1.8 см. По всей видимости, они служили упором при обработке некрупных кремниевых нуклеусов. Также применялись и плоские кости мамонтов в качестве рабочих столиков для рубки и резки. Еще на стоянке присутствуют ребра, как с единичными порезами, так и с целыми их группами. Появление порезов можно связывать с использованием широких и плоских ребер в качестве своеобразных подставок.

Кроме того, кости мамонтов служили ударными инструментами (2 экз.). На стоянке найдены сломанные лучевые кости мамонта длиной 34.5 и 35.5 см. На утолщенных частях кости присутствуют хорошо выраженные вмятины от сильных ударов. У одной, более массивной, кости овальные вмятины имеют размер по одной стороне 6.4 × 5 см, по другой – 6.3 × 3.2 см. Данные «молотки» могли использоваться для забивания деревянных кольев или клиньев для расщепления дерева или бивней мамонта.

Следует обратить внимание на орудие, выполненное из обломка бивня диаметром 4.1 см и длиной 19.7 см. Концевой участок бивня имеет естественную сточенность, а противоположная часть обработана сколом. Данный скол позволил получить симметричное в профиле лезвие рубящего орудия.

Крайне интересным является использование ребер в качестве землекопных орудий. На Гаринской палеолитической стоянке найдено два ребра, одно из которых выполнено на обломке средней части ребра длиной 20.1 см. На одном из его концов шириной 2.8 см имеются негативы двух сколов, которые служили для оформления рабочего лезвия, на котором имеются линейные следы, идущие поперек рабочей кромки. Второй обломок ребра длиной около 50 см, место его слома обработано мелкими сколами. На нем присутствуют следы слабого залощения [Сериков, 2016]. Аналогичное орудие из бивня мамонта найдено в Медвежьей пещере на Северном Урале. Это концевая часть бивня мамонта длиной около 35 см. Судя по следам ударов, выбоинам и царапинам, этот кусок бивня служил мотыгой [Гуслицер, 1965].

Самой интересной находкой является обломок бивня молодого мамонта длиной 19.7 см и диаметром 4.1 см. В результате скола образовалось лезвие рубящего орудия. На боковой плоскости орудия четко просматриваются следы абразивной обработки. Линейные следы не все параллельны друг другу, есть перекрещивающиеся. Это свидетельствует о том, что работа производилась в разных направлениях. Данная обработка производилась поверх патинированного слоя бивня. Это означает, что данное изделие использовали дважды – сначала как рубящее орудие, затем как абразив [Сериков, 2006].

Использование костей в качестве абразивов отмечалось и другими исследователями. На верхнепалеолитической стоянке Елисеевичи С.А. Семеновым обнаружены следы растирания материалов на тазовых костях молодого мамонта [1968].

На Гаринской стоянке свыше 40 костей имеют следы абразивной обработки. Чаще всего в рабочих операциях использовались ребра мамонта. Именно на них выявлены, в основном, следы пришлифовки (39 экз.). Большая часть пришлифовок возникла от кратковременного использования ребер в качестве «напильников». Линейные следы идут небольшими участками, расположены обычно под небольшим углом к продольной оси ребер. Сработанность на ребрах выглядит в виде длинных параллельных царапин до 1.5 мм. Ребрами заглаживались острые кромки карнизов ударных площадок кремниевых нуклеусов.

Древние кости служили абразивами и для других видов работ. В некоторых случаях ребра могли использоваться как шлифовальные плитки. Представляет интерес ребро, которое долгое время использовалось в качестве абразива. На одном ребре пришлифованный участок имеет длину до 9.5 см и ширину до 1.6 см. Линейные следы идут перпендикулярно или слегка под углом к продольной оси ребра.

Ребра со следами абразивной обработки обнаружены и на других палеолитических местонахождениях Гаринского района: Рычкова, Линты и Болтышево. В Линтах зафиксированы обломок ребра мамонта и лучевая кость носорога. На внутренней стороне ребра на протяжении 24 см четко выражены следы абразивной обработки. Анализ сработанности показывает, что ребро использовалось в качестве своеобразного двуручного напильника. Наибольшее количество костей со следами абразивной обработки зафиксировано в Болтышево (8 экз.).

На некоторых ребрах можно обнаружить сразу несколько участков со следами абразивной обработки. На одном из боковых краев ребра выявлено два сработанных участка. На менее сработанном участке линейные следы покрывают всю боковую грань ребра. На сильно сработанном участке линейные следы располагаются перпендикулярно продольной оси ребра. Он имеет в плане линзовидную форму. Это свидетельствует о том, что ребро брали в руки и использовали в качестве абразива для обработки округлой поверхности. Это могла быть кость либо дерево [Сериков, 2006].



Широкое применение на Гаринской стоянке в качестве абразивов костей древних животных свидетельствует о сырьевом кризисе. В условиях полного отсутствия абразивных пород камня древний человек стал использовать кость. Для абразива могла использоваться древняя кость с растрескавшейся поверхностью. Именно мелкие трещинки на кости удерживали в себе зерна песка и превращали относительно гладкую поверхность кости в абразивную. Кость использовалась в виде своеобразного наждака [ Сериков, 2007].

Также кости мамонтов являлись элементами конструкций. Например, на обломке бедренной кости мамонта длиной 70.5 см на дистальном конце проделано глухое отверстие диаметром 5–5.5 см и длиной до 13 см. Еще одно отверстие имеется на берцовой кости мамонта длиной 41.5 см. Также с дистального конца, но на боковой поверхности кости, сделано глухое отверстие округлой формы диаметром 5.3 см и глубиной 3.8 см. Подобные отверстия имеются также на костях других животных. Интересно, что на Урале таких конструкций не было известно, но они присутствуют на палеолитическом поселении Межиричи (Украина), где кости мамонтов с аналогичными отверстиями входили в состав жилищных конструкций. Ю.Б. Сериков [2016] предполагает, что на Гаринской палеолитической стоянке могли существовать жилищные конструкции из крупных костей мамонта.

Помимо вышесказанного, древний человек использовал кость для обогрева. На стоянке были найдены обожженные кости мамонтов. Можно предположить, что эти кости обжигал современный человек. Однако, несколько костей в обожжённом виде были найдены в мерзлотных клиньях. Следовательно, эти кости обгорели еще в древности.

Таким образом, древний человек широко использовал кости мамонтов в хозяйственной жизни. Это связано с тем, что в окрестностях Гаринской стоянки был сырьевой кризис – отсутствие абразивных пород камня. Использование столь разнообразных костей свидетельствует об успешной адаптации древнего населения к местным особенностям.

## Литература

- Гуслицер Б.И. Пещеры Печорского Урала. М.– Л.: Наука, 1965. 133 с.  
Семенов С.А. Развитие техники в каменном веке. Л.: Наука, 1968. 367 с.  
Сериков Ю.Б. Гаринская палеолитическая стоянка и некоторые вопросы Уральского палеолитоведения. Нижний Тагил: НТГСПА, 2007. 137 с.  
Сериков Ю.Б. Использование природных форм в культовой практике древнего населения Урала // Тверской археологический сборник. 2006. Вып. 6. С. 414–425.  
Сериков Ю.Б. Использование костей животных палеолитическим населением р. Сосьвы // *Esse quam videri: к 80-летию Г.И. Медведева*. Иркутск, 2016. С. 211–224.

**Т.С. Давыдова**

Филиал РГППУ в г. Нижний Тагил,  
tatianadavydova95@yandex.ru

## Каменные изделия с гравировками на территории Урала

(научный руководитель Ю.Б. Сериков)

С древнейших времен человек предпринимал попытки отражать окружающую его действительность путем наделения предмета определенным смысловым содержанием. Средством для этого мог служить материал, цвет, природная или придаваемая человеком изделию форма. Взаимодействие с этими предметами, так или иначе, накладывало на них определенный сакральный смысл.

Одним из способов связи предметного и сакрального в объекте можно рассматривать гравировку. Функциональное назначение ее заключалось отчасти в способе создания образа-символа животного, геометрического знака или орнамента, несущего смысловую нагрузку.

Целью данной работы является рассмотрение различных видов гравированных изделий, их сырьевой базы, форм нанесения гравировки, а также сюжетно-композиционные направления гравированных изображений.

Спектр изделий с гравировками достаточно широк. Применение этого метода работы с объектом человек освоил достаточно давно. Она могла применяться как элемент украшения, орнаментации, подчеркивания формы изделия и создания изображения. Предметный комплекс изделий с гравированными изображениями в рамках рассматриваемой территории представляет собой гравировки в скульптурах, на плитках и гальках-чурингах, фигурных молотах, в орнаментации штампов, декорировании «утюжков», подвесок, изображениях на каменных дисках, пряслицах и др. Однако описанное разнообразие сосредоточено в небольшом количестве мест.

Особенно интересным материалом для изучения гравированных изображений стоит рассмотреть «утюжки». Находки такого типа уникальны, большая их серия обнаружена в комплексе культового памятника Шайтанское озеро I (Свердловская обл.). Один из экземпляров имеет трапециевидную форму с усеченными концами размерами  $11 \times 7 \times 5.3$  см. Вся поверхность изделия зашлифована, по центру проходит желобок диаметром 1 см. По граням нанесено различное количество насечек. Еще один «утюжок» изготовлен из талька. Его длина составляет 9.6 см, ширина – 7.4 см и высота – 3.4 см. Диаметр желобка – 1.2 см. Лицевая сторона «утюжка» орнаментирована прямыми линиями, параллельными друг другу. По одну сторону желобка их 8, по другую – 11. Боковые поверхности орнаментированы встречными косыми линиями, четыре из которых соединены и образуют два острых угла.

Самым оригинальным изделием является четвертый «утюжок». Он также изготовлен в виде пирожка с отсеченными углами. Верхняя его плоскость более выпукла, чем нижняя. Торцевые поверхности ровные, угол одной из них обломан. Боковые плоскости сильно раздуты. Длина утюжка – 12.5 см, ширина – 7.7 см, высота – 3.5 см. В отличие от первых двух, он имеет два желобка диаметром 1 и 1.2 см, соответственно. По отношению к продольной оси изделия желобки расположены не перпендикулярно, а слегка под углом. На нижней поверхности «утюжка» имеется неглубокая выемка длиной 7.5 см и шириной до 2.1 см. «Утюжок» изготовлен из светло-серого глинистого сланца. Нижняя и боковые поверхности «утюжка» богато орнаментированы резными линиями, расположенными под углом к продольной оси изделия. Торцевые плоскости не орнаментированы. Верхняя поверхность «утюжка» также покрыта резными линиями, но здесь они представляют уже некую композицию: они скомпонованы в группы, расположенные под разными углами по отношению друг к другу. Данная композиция встречается на неолитических и энеолитических керамических сосудах и некоторыми авторами трактуется как образ мировой горы [Сериков, 2002в].

Представляет интерес рассмотрение фигурных молотов как одного из видов скульптуры с гравировкой. В целом, они относятся к широкому хронологическому диапазону от неолита до ранней бронзы. Примечателен молот с раннеэнеолитической стоянки Евстюниха I (черта г. Нижний Тагил). Он выполнен из талька в виде головы лося длиной 8 см, шириной 4.6 см и высотой 4.2 см. Разрез пасти показан глубокой резной линией, а выпуклые глаза подчеркнуты кольцевой гравированной канавкой.

Второй фигурный молот из мягкой хлоритизированной породы найден на Кокшаровском холме – культовом памятнике эпохи неолита (Свердловская обл.). Длина молота составляет 9.9 см, ширина – 8.8 см, толщина – 3.7 см. Ряд показанных с помощью гравировки черт позволяют видеть в данной скульптуре голову бобра [Сериков, 2002а].

Фигурный молот в виде головы белки найден в окрестностях г. Нижняя Тура (Свердловская обл.). Он изготовлен из талька, имеет диаметр основания 5.2 см, высоту – 10.7 см. Изделие обильно декорировано. Глаза точечно обозначены. От сверлины к носу идет прямая резная линия, заканчивающаяся коротким перпендикулярным к ней отрезком. По ребру на обратной стороне скульптуры нанесены короткие, но глубокие насечки – от 18 до 20 шт. В тыльной части расположена серия из 18–20 насечек [Панина, 2004].

Фигурный молот в виде головы лося обнаружен у дер. Фершампенуаз (Челябинская обл.). Скульптура имеет длину 15 см, высоту – 9 см, ширину – 4.5 см. Глубокой резьбой показана линия пасти, глаза обведены резными овалами. По задней стороне шеи животного фиксируется вертикальный ряд из коротких насечек [Ченченкова, 2004].

Фигурный молот из серпентина в виде головы лошади хранится в Оренбургском областном краеведческом музее. Найден он при случайных обстоятельствах около железнодорожной станции Новоорск (Оренбургская обл.) и представляет собой изящную и сложномоделированную скульптуру длиной около 12 см и высотой 7.3 см. Клиновидная шея животного имеет пятиугольное сечение. По всем граням шеи располагаются вертикальные ряды из коротких горизонтальных насечек. Количество их разное. На грани на задней поверхности шеи – 9 насечек, по боковым граням с внешней стороны – по 11, по граням с внутренней стороны – по 5. Кроме того, две резные линии очерчивают морду лошади по бокам по всему ее периметру [Ченченкова, 2004].

Уникальное изделие с гравировками обнаружено в окрестностях г. Нижний Тагил у пос. Антоновский [Сериков, 2002б]. Изделие в виде крупного диска имеет овальную форму, диаметр длинной оси составляет 14 см, короткой – 11.8 см. Толщина диска достигает 1.5 см. Он изготовлен из мягкой породы типа хлоритизированного сланца. Все поверхности отшлифованы. В центре изделия находится круглое отверстие диаметром 3.5–3.7 см. Боковые грани изделия по двум плоскостям обработаны насечками разной длины и количества. На ребре изделия, как и на противоположной стороне, присутствует орнамент в виде зигзагообразной линии. Кроме того, присутствует более сложный орнамент в виде углов, парных и длинных насечек. На лицевой стороне изделия изображены два антропоморфных существа. Изображения составляют геометрические фигуры и насечки [Сериков, 2002а].

Стоит уделить внимание еще одному изделию – это каменный диск с неолитического комплекса поселения Шувакиш I (окрестности г. Екатеринбург). Данный диск имеет округлую форму диаметром 6–6.4 см и толщиной до 1.4 см. В центре диска проделано отверстие диаметром 1.5 см. На шлифованной части изделия можно обнаружить гравировку в виде трех ромбовидных фигур [Сериков, 2011].

Помимо этого, примечательны два крупных каменных диска, украшенных гравированным орнаментом. Один из них найден на поселении эпохи бронзы Палатки II (окраина г. Екатеринбург), имеет овальную форму и размеры 12 × 9.5 × 1.8 см. В центре диска просверлено отверстие. С обеих сторон диск покрыт сложным геометрическим орнаментом с перпендикулярными парными линиями, короткими насечками и штрихами, образующими косые кресты и треугольники. По мнению С.Н. Паниной [1999], диск мог выполнять функции древнего промыслового календаря.

Другой интересной группой изделий с гравировками можно считать подвески. Так, подвески с памятника Шайтанское озеро I выполнены из пиррофиллитового сланца. На одной подвеске изображен крест, другие подвески орнаментированы с помощью коротких насечек и параллельных линий. Размеры изделий варьируют от 1.5 до 2.6 см. Кроме того, известна подвеска с мезолитической стоянки Парч I (Республика Коми). Подвеска изготовлена из глинистого алевролита, имеет трапециевидную форму, ее высота составляет 7.7 см. На обоих концах и в центре изделия прорезаны 4 круговые «канавки».

Исключительна подвеска в виде плоской скульптуры, найденная на энеолитической стоянке Муллино III (Башкортостан). Ее высота составляет 4 см, ширина – 3.6 см. Изделие представляет собой вырезанное из камня лицо человека, у которого выделены лоб, нос, подбородок. Кроме того, пропилом показан разрез рта. В верхней части подвески просверлено отверстие для подвешивания. Все лицо скульптуры пересекают в виде косоугольного креста тонкие парные гравированные линии. Также прямыми горизонтальными и вертикальными линиями украшены лоб, нос и верхняя губа [Сериков, 2011].

Из других орудий с гравировкой можно упомянуть гребенчатые штампы для нанесения орнамента на сосуды. Изделия такого типа с гравировкой достаточно редки. Один штамп был найден на I-ой Береговой стоянке (Свердловская обл.). Штамп представляет собой плитку сланца длиной 3.8 см. Обе плоскости покрыты тонкой гравировкой в виде длинных, идущих по диагонали и пересекающихся линий, которые образуют ромбы разного размера. Второй штамп происходит с культового энеолитического центра Шайтанское озеро I. На отшлифованной стороне присутствуют гравированные параллельные друг другу линии, нанесенные под небольшим углом к рабочей части орудия.

Уникальна скульптура из талькохлорита с поселения Палатки II, найденная на дне энеолитического жилища (окраина г. Екатеринбург). Она изготовлена в виде стилизованного изображения человека. Скульптура представляет собой брусок прямоугольных очертаний размером  $27 \times 6.5 \times 2.8$  см. В верхней части бруска на его торцевой части вырезано лицо человека с массивным клювовидным носом. Гравировка также дополнена изображениями косоугольного креста, формирующего собой ромбы [Панина, 2004].

Миниатюрная скульптура найдена в жилище эпохи бронзы на поселении Усть-Кедва II (Республика Коми). Изделие высотой 4.2 см использовалось в качестве подвески и было изготовлено из песчаника в виде объемного лица человека. Глаза и рот показаны узкими и короткими прорезанными «канавками». Для подвешивания использовалась круговая «канавка» в верхней части скульптуры.

Следует уделить внимание и такому типу изделия как гальки-чуринги. Среди них интересен экземпляр с Кокшаровско-Юрьинской II торфяниковой стоянки, на котором выгравированы линии. Следует отметить, что самая крупная серия чуринг (65 экз.) зафиксирована в мезолитическом и раннеэнеолитическом слоях стоянки Замостье-2 (Московской обл.) [Сериков, 2011].

Известны и фигурные гравировки, выполненные на гальках. На раннеэнеолитической стоянке Горная Талица (нижнее течение р. Чусовой, Пермский край) найдена галька зеленоватого сланца, на поверхности которой выгравировано изображение головы лося. На обратной стороне гальки прочерчен короткий зигзаг, а под ним еще более короткая прямая линия. Галька имеет длину 12.5 см и ширину около 4 см, оба торцевых конца ее использовались в качестве отбойника [Сериков, 2011].

Гравированная фигура, в состав которой входит ромб, вырезана на тальковой гальке с острова Вишневы (Аргазинское водохранилище, Аргаяшский р-н Челябинской обл.). Удлиненная овальная галька округлого сечения имеет длину 6.5 см, ширину – 1.7 см и толщину – 1.6 см. На гальке пятью линиями вырезано изображение, которое некоторые исследователи рассматривают как антропоморфное. Определенным образом пересечение косых крестов формирует ромб, что является основанием фигуры.

Встречаются фигурные гравировки и на каменных плитках. Интересна гравировка на плитке из комплекса святилища на Лайском мысу (окрестности г. Нижний Тагил). На плитке прямыми линиями выгравированы две схематичные фигуры. Одна из них напоминает птицу в полете: короткими линиями показано туловище птицы, слегка изогнутая длинная шея и расставленные крылья. Причем крылья изображены сдвоенными линиями. Вторая фигура –

более загадочна. Она, бесспорно, изображает какое-то животное: процарапанными прямыми линиями показаны туловище, четыре ноги, голова с рогами и раздвоенный хвост [Сериков, 2002а].

Характеризуя сырье, служащее материалом для изготовления рассмотренных предметов, можно выделить такие виды минералов как разнообразные сланцы, тальк, талькохлорит, алевролит, серпентин, песчаник и некоторые другие.

Таким образом, рассмотрев формы использования гравировки древним человеком, следует отметить, что минеральное сырье для нанесения символов, знаков, изображений было достаточно разнообразно. Но, в основном, использовались мягкие породы. Человек, нанося гравировку, вводил предмет в разряд культовых изделий, наделяя его сакральным смыслом и определенным значением. Выбор сырья и его использование в определенной степени зависели от возможности его применения в необходимом для человека функциональном и знаковом контексте.

### Литература

*Панина С.Н.* Итоги полевых исследований Свердловского областного краеведческого музея (1977–1997) // III Берсовские чтения. Мат. науч.-практ. конф. Екатеринбург: Банк культурной информации, 1999. С. 20–29.

*Панина С.Н.* Культовые предметы в собрании археологических коллекций Свердловского областного краеведческого музея // Культовые памятники горнолесного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. С. 255–256.

*Сериков Ю.Б.* Произведения первобытного искусства с восточного склона Урала // Вопросы археологии Урала. Вып. 24. Екатеринбург, 2002а. С. 127–150.

*Сериков Ю.Б.* Каменное навершие с гравировками с восточного склона Среднего Урала // Вестник Сибирской Ассоциации Исследователей Первобытного искусства. Вып. 5. Кемерово, 2002б. С. 153–160.

*Сериков Ю.Б.* Энеолитическое погребение с Шайтанского озера // Ученые записки НТГПИ. Общественные науки. Т. 2. Ч. 2. Нижний Тагил, 2002в. С. 144–147.

*Сериков Ю.Б.* Гравировки по камню – редкий вид изобразительного искусства // Урало-Поволжье в древности и средневековье. Мат. Междунар. науч. конф. V Халиковские чтения «Урало-Поволжье в древности и средневековье». Вып. 11. Казань: ООО «Фолиант», 2011. С. 203–221.

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

***Н.В. Назмутдинова***

*Филиал РГППУ в г. Нижний Тагил,  
n\_nazmutdinova@mail.ru*

### Украшения пояса в погребениях каменного века Урала

*(научный руководитель Ю.Б. Сериков)*

Погребения являются ценным археологическим источником. В них можно обнаружить важную информацию для изучения не только материальной, но и духовной культуры первобытного человека. К сожалению, погребения каменного века на территории Урала являются большой редкостью. К настоящему времени их число не превышает двух десятков (включая разрушенные).

Цель данной работы заключается в определении комплекса украшений пояса в погребениях каменного века Урала. В последние годы возрос интерес к проблеме реконструкции костюма погребенных людей. Материалы захоронений позволяют говорить о том, что одежда каменного века включала в себя головной убор, наплечную одежду и обувь. Высокий семио-

тический статус элементов погребального костюма обычно подчеркивался деталями погребального обряда и собственной уникальностью. Чем богаче был представлен погребальный инвентарь, тем выше социальный статус занимал погребенный.

Важную роль в костюме погребенного играл пояс. В мифологии многих народов пояс символизирует силу, защиту. Пояс как граница между внешним миром человека и внутренним, принимал по своей форме круг. В нем человек находится в защищенном пространстве. Пояс служит отражением социального статуса владельца. Некоторые сибирские племена считают хозяином пояса духа [Смоляк, 1991]. Также пояс служил символической границей между верхним и нижним миром. Пояс служил посредником между «своими» и «чужими». Очень часто пояс использовался во время похоронного обряда в качестве оберега. Еще одно семантическое значение пояса было связано с идеей жизненной силы (физической, производительной и пр.) [Байбурин, 1992, Сериков, 2005].

Этнографические материалы свидетельствуют, о том, что пояса часто украшали зубами и челюстями животных, а также различными подвесками. Эти данные полностью соответствуют погребальному инвентарю погребений каменного века. Например, в Оленеостровском могильнике пояс погребенного (№ 100) украшали 6 ветвей нижних челюстей бобра [Гурина, 1956]. Аналогичные находки встречаются в погребении на стоянке Кубенино (оз. Лача, Архангельская обл.). Пояс погребенного (погребение № 3) был украшен 29 бляшками из резцов бобра. Снизу к поясу были подвешены просверленные нижние челюсти выдры (9 экз.) и куницы (2 экз.), которые, по мнению М.Е. Фосс [1940], крепились на ремне.

Костюм погребенной женщины в гроте на Камне Дождевом (р. Чусовая, Средний Урал) был обильно украшен просверленными зубами животных (76 экз.). Причем 73 зуба являлись нижними клыками выдры [Сериков, 2004]. В погребении мужчины на Камне Дождевом найдены резцы бобра – четыре верхних и шесть нижних, – которые были нашиты на пояс погребенного [Сериков, 2004]. Авторы раскопок захоронения в Нижнетыткескенской пещере считают, что именно к поясу подвешивались найденные в нем кости и зубы животных [Кирюшин, 1995].

Вопрос о семантике зубов животных остается до сих пор открытым. С одной стороны, зубы олицетворяли силу. Также клыки объединяли в себе символику жизни и смерти, защиты и агрессии. У хантов священными животными считались бобр и выдра, также эти животные являлись представителями нижнего мира. Именно поэтому зубы этих животных часто встречаются в погребениях.

К поясу часто подвешивались зооморфные и антропоморфные скульптурные изображения. Например, на стоянке Кубенино (погребение № 3), рядом с тазовыми костями, была найдена антропоморфная фигурка, выполненная из рога и не имеющая ног и рук. В погребении № 2 была также обнаружена костяная антропоморфная фигурка. Она была фрагментирована и лежала лицом вниз [Фосс, 1940]. В погребении № 130 Оленеостровского могильника на правом бедре находилась человеческая фигурка, вырезанная из рога. У фигурки отсутствовала голова. Подобные фигурки могли изображать духов-предков. В погребении № 23 Оленеостровского могильника в районе бедра лежали семь резцов лося и скульптурное изображение змеи, а рядом с правой рукой лежала костяная статуэтка, изображающая человеческую фигурку с двумя лицами.

Исследователь Е.Д. Прокофьева [1971], исследуя костюм энецкого шамана, отметила, что к нижней части пояса была пришита бахрома, крепились отдельные полоски меха и ремешки. Также к поясу могли быть пришиты подвески.

В могильнике Бузан-3 (Тюменская обл.) в погребении № 11 вытянутые в линию подвески могли украшать пояс погребенного. Нашиты они были в одну или две линии. На бедра спускались треугольные кусочки кожи, к которым были нашиты подвески [Матвеев и др., 2015].

Подвески встречаются во многих погребениях Южного Урала и Среднего Зауралья. В Бурановской пещере (р. Юрюзань) погребальный инвентарь состоял из 35 разных по величине, но крупных, до 7 см высотой, медальоновидных шлифованных подвесок из разновидностей серпентинита – офита. Большая часть подвесок (25 экз.) расположены в районе таза, а остальные спускаются к стопам ног. Автор раскопок считает, что подвески были нашиты на пояс, который спускался к стопам, тем самым напоминая хвост [Бибиков, 1950].

Погребальный инвентарь Старичного Гребня (р. Юрюзань) состоял из пояса с подвесками из офита (15 экз.), оформленного по тому же принципу, что и в Бурановской пещере. Подвески также были нашиты на пояс и спускались к стопам ног [Бибиков, 1950].

Подвески также встречаются в погребении на культовом памятнике Усть-Вагильский холм (Свердловская обл.). Костюм погребенного был украшен 37 подвесками из пиррофиллитового сланца (шифера). Помимо этого на уровне пояса были обнаружены остатки резцов бобра [Панина, 2014].

На Аятском озере (Свердловская обл.) было обнаружено погребение, в погребальном инвентаре которого присутствовали подвески из пиррофиллитового сланца. Три из них находились в районе пояса [Берс, 1976].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что поясные украшения встречаются во многих погребениях. Чаще всего к поясу крепились кости, зубы животных, подвески и скульптурки. Разница между предметами заключалась в том, какой именно смысл должен был нести каждый из них. Являлся ли пояс символом защиты или же проводником в подземный мир? Ответ на эти вопросы помогает дать семиотика поясных украшений. Несомненным является факт того, что пояс служил показателем статуса человека и встречается в погребениях социально значимых членов первобытной общины. Но, несмотря на все это, вопросы по данной теме до сих пор остаются открытыми и требуют дальнейшего изучения.

## Литература

- Байбурин А. К.* Пояс (к семиотике вещей) // Из культурного наследия народов Восточной Европы. 1992. Т. 45. С. 5–14.
- Берс Е.М.* Поздненеолитическое погребение на р. Аять в Среднем Зауралье // Советская археология. 1976. № 4. С. 190–200.
- Бибииков С.Н.* Неолитические и энеолитические остатки культуры в пещерах Южного Урала // Советская археология. 1950. Т. 13. С. 95–139.
- Гурина Н.Н.* Оленеостровский могильник // МИА СССР. 1956. Вып. 47. 430 с.
- Киришин Ю.Ф., Кунгуров А.Л., Степанова Н.Ф.* Археология Нижнетыткескенской пещеры I. Барнаул: Изд. Алтайского государственного университета, 1995. 150 с.
- Матвеев А.В., Матвеева Н.П., Сериков Ю.Б., Скочина С.Н.* Культурные памятники эпохи энеолита. Тюмень: Изд. Тюменского государственного университета, 2015. 156 с.
- Панина С.Н.* Фрагмент сакрального пространства эпохи энеолита у подошвы Усть-Вагильского холма в лесном Зауралье // Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани. Т. I. Казань: Отечество, 2014. С. 330–333.
- Прокофьева Е.Д.* Шаманские костюмы народов Сибири // Религиозные представления и обряды народов Сибири в XIX – начале XX века. 1971. Т. 27. С. 125–154.
- Сериков Ю.Б.* Культурные пещеры р. Чусовой // Культурные памятники горнолесного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. С. 38–62.
- Сериков Ю.Б.* К вопросу о семантике некоторых атрибутов шаманов каменного века // Структурно-семиотические исследования в археологии. Донецк: Донецкий национальный ун-т, 2005. Т. 2. С. 73–84.
- Смоляк А.В.* Шаман: личность, функции, мировоззрение: (Народы Нижнего Амура). М.: Наука, 1991. 280 с.
- Фосс М.Е.* Стоянка Кубенино // Советская археология. 1940. Т. 5. С. 31–64.

## **Каменные орудия из отвала древнего рудника Новотемирский (Южное Зауралье)**

В полевых сезонах 2017–2018 гг. совместной экспедицией ЮУрГГПУ и Института минералогии УрО РАН был исследован рудник Новотемирский. Памятник расположен в 1 км от одноименного поселка в Чесменском районе Челябинской области, на левом берегу реки Темир-Зингейка. Рудник представляет собой карьер – горную выработку открытого типа овальной формы размером 30 × 40 м глубиной 2–2.5 м, с трех сторон окруженную отвалами отработанной породы. На участке к юго-востоку от карьера в ходе археологических раскопок также были обнаружены вертикальные горные выработки (шурфы), еще в древности забутованные отработанной породой. Находки фрагментов керамических сосудов в культурном слое, морфология и геологическое строение памятника позволили предположить функционирование рудника на протяжении длительного периода – в бронзовом и раннем железном веке [Юминов и др., 2015; Алаева и др., 2017].

Южный отвал, в котором были обнаружены орудия, является самым небольшим насыпным сооружением. Его длина составляет около 10 м, поперечник в самой широкой части достигает 8 м, а максимальная высота насыпных грунтов на уровне погребенной почвы – 1.5 м. В юго-восточной части отвала было обнаружено современное рукотворное углубление размером 1 × 1.5 м, глубиной до 1.5 м, оставленное любителями сбора минералов (хитниками). Углубление было заложено в слое суглинка коричневого оттенка, сильно насыщенном обломочным материалом: преимущественно фрагментами серпентинитов, в том числе с прожилками малахита и хризоколлы, родинитов, магнетитов и лимонитов. Размер обломков, в среднем, составляет 5–7 см, в исключительных случаях достигая 30 см. В ходе зачистки бортов углубления на глубине около 50 см от современной поверхности были обнаружены каменные изделия неясного назначения, изготовленные из песчаника. Была выдвинута гипотеза о принадлежности последних к древним орудиям для горного дела.

Первое орудие (рис. 1) имеет подпрямоугольную форму, боковые стороны орудия сужены, длина – 21 см, вес – 4.25 кг. В средней части орудия располагается незначительно выраженный желоб, изготовленный при помощи техники пикетажа, с характерной стертостью от использования на краях. Рабочая поверхность находится в торцевой части, имеет выбоины. Можно предположить, что функциональное назначение орудия заключалось в раскалывании и дроблении крупных кусков вмещающей породы. Второе орудие имеет округлую форму, его диаметр равен 13 см, вес – 1.5 кг, оно сделано из аналогичной породы, что и первое орудие. Рабочая поверхность находится в боковой части орудия. Вероятно, изделие также выполняло ударные функции.

Из обломка первого орудия изготовлен прозрачный шлиф для изучения в проходящем свете. Петрографический анализ проведен к.г.-м.н. Л.Я. Кабановой на оптическом микроскопе Olympus BX 51 (Институт минералогии УрО РАН). Орудие изготовлено из песчаника с опаловым цементом. Обломочный материал составляет 80 % от объема образца и представлен, в основном, кварцем, с редкими зернами полевого шпата, а также с единичными выделениями рутила и мусковита. Зерна кварца хорошо окатаны, местами сильно корродированы цементом. Сортировка зерен кварца средняя. Зачастую зерна трещиноватые, по трещинам развивается опал. Цемент опаловый, составляет 20 % от объема образца, окрашен оксидами и гидроксидами железа. Встречаются редкие, частично измененные зерна полевого шпата.



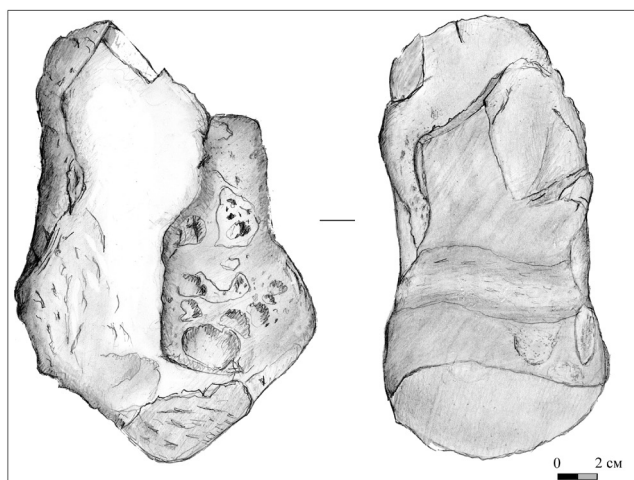


Рис. 1. Каменное орудие из насыпи южного отвала древнего рудника Новотемирский.

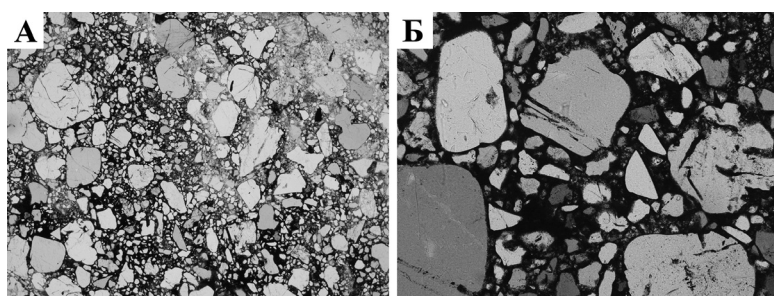


Рис. 2. Фрагмент орудия с древнего рудника Новотемирский, сложенного песчаником.

А – зерна кварца в опаловом цементе, окрашенном оксидами и гидроксидами железа. Проходящий свет, николи  $\parallel$ . Ширина снимка 6 мм. Б – хорошо окатанные зерна кварца, корродированные цементом. Проходящий свет, николи  $\perp$ . Ширина снимка 1.2 мм.

В цементе находятся единичные изометричные зерна рутила и пластинчатые агрегаты мусковита (рис. 2).

Можно предположить использование данных изделий в качестве горнодобывающих орудий. Во-первых, изделиям придана подпрямоугольная форма с суженными сторонами и желобом посередине, обеспечивающая удобный захват и фиксацию. Во-вторых, минеральный состав породы и ее текстурно-структурные особенности, выраженные в содержании зерен кварца в опаловом цементе, обеспечивают высокую твердость и прочность изделий. Это делает возможным успешное многократное использование крупного обломка песчаника в качестве ручного ударного орудия. Подобные орудия ранее были найдены при геоархеологических работах на древних рудниках Южных Мугоджар [Ткачев и др., 2013]. В-третьих, можно предположить приносной характер песчаника, из которого изготовлены орудия. Древний рудник Новотемирский приурочен к ультрамафитам Куликовского массива, сложенного апогарицбургитовыми и аполерцолитовыми серпентинитами с отдельными блоками долеритов и габброидов [Государственная..., 2004]. Песчаники развиты на некотором отдалении, они входят в состав сухтелинской и березинской толщ, расположенных, соответственно, к северу и востоку от рудника. Точное определение местоположения выходов подобных песчаников требует детальных геологических работ.

Вероятно, данные орудия применялись для раскалывания и дробления крупных фрагментов породы при добыче и обогащении меди на руднике. Исторический период эксплуатации подобных орудий может быть установлен путем датирования южного отвала рудника Новотемирский, а также поиском и сравнением с аналогичными изделиями из других памятников Южного Зауралья.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-39-00056 «Древний рудник Новотемирский: развитие горного дела от бронзового к раннему железному веку в Южном Зауралье».*

## Литература

*Алаева И.П., Медведева П.С., Анкушев М.Н.* Шахта раннего железного века на древнем руднике Новотемирский // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Сарматы и их окружение: мат. VII Всерос. (с междунар. участием) науч. конф. / ред. кол.: В.И. Богдановский (предс.) и др.; отв. ред. А.Д. Таиров. Челябинск, 2017. С. 7–13.

Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000, серия Южно-Уральская, лист N-41-XIX. (объяснительная записка). Составители: Ал.В. Тевелев, И.А. Кошелева, Е.Ф. Бурштейн, Арк.В. Тевелев, И.Е. Кузнецов, В.С. Попов. 2004. 152 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 // Труды филиала Института археологии им. А.Х. Маргулана в г. Астана. Том II. Астана: Издательская группа ФИА им. А.Х. Маргулана в г. Астана, 2013. С. 264–288.

*Юминов А.М., Анкушев М.Н., Рассомахин М.А.* Древний медный рудник Новотемирский (Южный Урал) // Геoархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015. С. 78–81.

**М.А. Кузнецова**

*МБУ ДО ПГО «ЦРТ им. Н.Е. Бобровой», СОШ № 17, г. Полевской, Свердловская обл.  
rao-arh@ya.ru*

## **Зооморфное изображение из талька с Иткульского I городища**

*(научный руководитель О.В. Непомнящая)*

Среди артефактов с Иткульского I городища зооморфные изделия раннего железного века есть такие, которые, не являясь серийными, были обделены вниманием исследователей. В работе рассматривается зооморфное изображение из талька. Задачами настоящего исследования явились: реконструкция изображения и определение его функционального назначения. Рассматриваемый артефакт ранее нигде не был опубликован.

В процессе работы автор ознакомилась с работами предшественников по данной теме [Смирнов, 1961; Бельтикова, 1986; Королькова, 2006; Переводчикова, 2013]. Исследователи, обращавшиеся к теме металлопластики иткульской культуры, рассматривали изображения с точки зрения иконографии, делали попытку классификации и интерпретации образов. Как оказалось, среди образов иткульской культуры преобладают орнитоморфные изображения. Антропоморфные изображения являются менее распространенными, а зооморфные – встречаются только в единичных случаях.

Зооморфное изображение с Иткульского I городища изготовлено из талька, оно имеет размеры 2.5 × 3.5 см. Опираясь на анализ зооморфных изображений, можно предположить,

что голова животного имеет удлиненные пропорции. Глаз имеет в центре выпуклую горошину, вокруг которой рельефная окружность. Ухо оформлено овальной рельефной линией, рот открыт, по контуру губ прослеживается рельефный валик, во рту фиксируются соединенные между собой верхняя и нижняя челюсти. Пасть у животного обломлена, сторона противоположная ей заглажена. В центре зооморфного изображения наблюдается овальное отверстие.

Находки изделий с изображениями животных обнаружены не только в Уральском регионе. Похожие образы, выполненные в зверином стиле, присутствуют на гривнах скифо-сарматского мира, в навершиях парадных секир ананьинской культуры, в амулетах в виде головы животного савромато-сарматского мира. Однако, данные изделия, как правило, изготавливались из металла, кости, рога, или кабаньих клыков. Предметы с изображениями, вырезанными из талька, ранее не встречались.

Нами были выдвинуты основные версии функционального назначения данного артефакта:

- использование в качестве матрицы для изготовления наверший гривен, топоров и т.д.;
- амулет в виде головы животного;
- нашивка на одежду;
- накладка на предмет или рукоятка изделия;
- использование в качестве матрицы.

Для уточнения назначения данного предмета, мы обратились с просьбой провести трасологический анализ к к.и.н. А.В. Шамапаеву (Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург). В результате исследования под бинокулярным стереоскопическим микроскопом было выяснено, что рисунок на зооморфном изображении был выполнен опытным мастером с помощью острого ножа. Орнамент нанесен вручную без механических вмешательств. Отверстие сделано не сверлением, а вероятно, кончиком ножа, на это указывают уходящие вглубь отверстия следы. Тальк – материал сложный для трасологического исследования, т.к. имеет естественный жирный блеск, тем не менее, было установлено, что края изделия были специально отшлифованы со стороны морды животного. Обломанный край после поломки, вероятно, подвергся последующей шлифовке.

В результате исследования мы пришли к следующим выводам.

Наиболее вероятно использование зооморфного изображения в качестве амулета, т.к. отверстие имеет характерные потертости, возникшие, вероятно, от соприкосновения с веревкой. На бережное отношение к данному артефакту указывает умышленно отшлифованный край со стороны морды животного после поломки изделия. Не исключено возможное использование данного образца в качестве накладки – ребро, которое имеется на тыльной стороне, хорошо вписывается на угол предмета, например коробочки.

Версии об использовании зооморфного изображения в качестве нашивки на одежду противоречит наличие ребра на тыльной стороне. Использование данного артефакта в качестве рукоятки маловероятно, потому что тальк является очень хрупким материалом и, к тому же, имеет скользкую «жирную» поверхность.

Версия об использовании этого предмета в качестве матрицы не состоятельна, т.к. на нем не зафиксированы следы повреждения рисунка от соприкосновения с влажной глиной.

Таким образом, анализ данного артефакта и его реконструкция позволяют нам говорить, что данное изображение характерно для скифо-сибирского звериного стиля, с племенами которых у иткульского населения были тесные контакты. Установить однозначно, как использовался предмет, на данный момент невозможно. Вероятно, это накладка на какой-то предмет с углом, но аналогий на данном этапе не обнаружено. Однозначно можно говорить, что данный предмет использовался не только целым, но и вторично, после поломки, на это указывает бережно затертый край изделия со стороны морды животного.

## Литература

Бельтикова Г.В. Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы урало-сибирской археологии. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1986. С. 63–79.

Королькова Е.Ф. Звериный стиль Евразии. Искусство племен Нижнего Поволжья и Южного Приуралья в скифскую эпоху (VII–IV вв. до н.э.) // Проблемы стили и этнокультурной принадлежности. С-Пб, 2006. 272 с.

Переводчикова Е.В. Произведения скифского звериного стиля из курганов у села Кичигино как индикатор историко-культурных изменений на южном Урале в середине I тысячелетия до нашей эры // Этнические взаимодействия на южном Урале. Челябинск, 2013. С. 106–109.

Смирнов К.Ф. Вооружение савроматов. М, 1961. 163 с.

*А.С. Медведева*

*МБУ ДО ПГО «ЦРТ им. Н.Е. Бобровой», СОШ № 13, г. Полевской, Свердловская обл.,  
pao-arh@ya.ru*

### **К вопросу о добавлении талька в керамическую посуду населения восточного склона Уральских гор**

*(научный руководитель О.В. Непомнящая)*

Термин «керамика» произошел от греческого слова «keramos» – глина. Под керамикой понимаются вылепленные из специально приготовленной смеси (глина с различными минеральными и органическими добавками) и обожженные на огне изделия. Автором была изучена литература по данной теме [Бобринский, 1978; Цетлин, 2012; Бердников, Лохов, 2014].

Весь процесс изготовления глиняной посуды можно разделить на 3 последовательные стадии: подготовительную, созидательную и закрепительную. Подготовительная стадия состоит из отбора и добычи исходного сырья и подготовки формовочной массы (глиняного теста).

В глиняное тесто добавлялись различные минеральные, органические и растительные примеси, необходимые для улучшения его качества (пластичность, деформация изделия, параметры сушки и т.д.). Использование талька позволяет сократить время на сушку изделия и положительно влияет на процессы растрескивания.

Искусственное добавление талька в керамические массы на территории Урала и Зауралья получила очень широкое распространение. Оно характерно для керамического производства неолита, энеолита, бронзового и раннего железного веков. Присутствие талька фиксируется в образцах козловской, полуденской, басьяновской, кошкинской, бобырыкинской, липчинской, аятской, петрогромской, иткульской и др. археологических культур. Проблему наличия талька в сарматской керамике рассматривала Л.А. Краева [2010], которая пришла к выводу, что в ней преобладают пластинчатые включения определенного размера.

Для изучения тальковой примеси в керамических изделиях иткульской культуры автором было измельчено 10 фрагментов (обломков) керамики, из которых была отобрана вся тальковая составляющая. По результатам проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

- большая часть талька представлена пылевидной размерностью, максимальный размер частичек не превышает 0.5 см;
- в основном преобладают агрегаты пластинчатой и чешуйчатой формы;
- содержание талька составляет не менее 30 %.

Добавление талька в формовочную массу оправдано, и это хорошо понимали жители Зауралья. Эксперимент показал, что иткульские гончары пользовались этой добавкой часто, на это указывает наличие талька во всех образцах фрагментов керамики.

## Литература

- Бобринский А.А.* Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения. М.: «Наука», 1978. 275 с.
- Бердников И.М., Лохов Д.Н.* Керамика в археологии: описание, анализ, методы исследования. Учебное пособие. Иркутск, 2014. 163 с.
- Краева Л.А.* К вопросу о примеси талька в сарматской керамике в южном Приуралье // Древнее гончарство. Итоги и перспективы изучения. М.: Изд-во: ИА РАН, 2010. С. 58–66
- Цетлин Ю.Б.* Древняя керамика. Теория и методы историко-культурного подхода. М., 2012. 384 с.

**К.В. Гавриш**

«Формика», г. Челябинск, mark60@mail.ru

### Следы ремонта глиняными заплатами на керамике бронзового века Южного Зауралья

(научный руководитель С.В. Марков)

Хорошо известен способ ремонта южноуральскими гончарами бронзового века треснувшей керамики с помощью бронзовых скрепок. Но существовала и другая методика ремонта, например, с помощью установки глиняных заплат. Сосуды, отремонтированные подобным образом, были выявлены на многих археологических памятниках региона: в могильниках Исиной I, Чекатай, Степное 2, Степное 7 [Гудков, 2000; Зданович, 2002]. Однако, анализ опубликованной литературы [Генинг и др., 1992; Глушков, 1996; Древняя..., 2000; Виноградов, 2003; Епимахов, 2005; Древнее..., 2013] показал, что древняя технология ремонта керамики глиняными заплатами на сегодняшний день является малоизученной.

Автором были изучены коллекции керамической посуды, хранящиеся в лабораториях археологических исследований Челябинского педагогического университета, Челябинского и Курганского государственных университетов. Обнаруженные следы ремонта тщательно документировались. Особое внимание обращалось на форму, цвет, прочность скрепления и состав заплаты. Также была проведена серия экспериментов по реконструкции методики ремонта керамики глиняными заплатами.

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы.

Следы ремонта глиняными заплатками фиксируются на сосудах синташтинской, петровской и алакульской культур и не являются уникальными для посуды бронзового века нашего края. В некоторых случаях на одном сосуде совмещался ремонт бронзовыми скрепками и глиняными заплатками.

Факторами, указывающими на следы ремонта, являются изменение рельефа поверхности сосуда, наличие не заглаженных стыков и участков прерывания или более небрежного нанесения орнамента на сосуд.

Глиняными заплатами ремонтировались только сосуды, треснувшие в процессе сушки. Выпавшие или отслоившиеся кусочки керамики замещались глиняными заплатками. Ремонт, как правило, производился остатками глиняного теста, из которого накануне изготавливалась керамика. В тесто заплатки для уменьшения усадки также добавлялись песок, шамот и тальк.

Появившиеся трещины неоднократно смачивались и затирались. Ремонт посуды мог произвести менее опытный гончар – часто заглаживание заплатки выполнялось небрежно, а восстановленный орнамент на заплатке накальвался менее тщательно.

Следы нагара на некоторых отремонтированных сосудах свидетельствуют о том, что после ремонта горшки могли использоваться по прямому назначению. Поставленные эксперименты показали, что общие трудозатраты на ремонт поврежденного сосуда были значительно ниже, чем это требовалось на изготовление нового.

## Литература

*Виноградов Н.Б.* Могильник бронзового века Кривое озеро в Южном Зауралье. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2003. 362 с.

*Геннинг В.Ф., Зданович Г.Б., Геннинг В.В.* Синташта: археологические памятники арийских племен Урало-Казахстанских степей: в 2-х ч. Ч. 1/В. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. 408 с.

*Глушков И.Г.* Керамика как исторический источник. Новосибирск, 1996. 336 с.

*Гудков А.И.* О традиции ремонта глиняной посуды // Археологический источник и моделирование древних технологий. Челябинск, 2000. С. 170–186.

Древняя история Южного Зауралья. Т. 1. Каменный век. Эпоха бронзы. Челябинск: ЮУрГУ, 2000. 531 с.

Древнее Устье: укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье: коллект. моногр. / отв. ред. Н.Б. Виноградов; науч. ред. А.В. Епимахов. Челябинск: Абрис, 2013. 482 с.

*Епимахов А.В.* Ранние комплексные общества севера Центральной Евразии (по материалам могильника Каменный Амбар 5). Кн. 1. Челябинск: ОАО «Челябинский дом печати», 2005. 192 с.

*Зданович Д.Г.* Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). Кн. 1. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2002. 232 с.

**М.П. Логиновских**

*Клуб юных археологов «Формика», г. Челябинск,*

## Литейные формы бронзовых наконечников стрел раннего железного века

*(научный руководитель С.В. Марков)*

Летом 2015 г. в экспериментальном школьном лагере на оз. Увильды коллектив клуба юных археологов работал на металлургической площадке. Нами была изготовлена литейная форма для трехлопастного наконечника стрелы. В ходе работы мы столкнулись с проблемой слабой изученности технологии процесса изготовления литейных форм для бронзовых наконечников стрел раннего железного века. В то же время на территории Урала достаточно много исследовано памятников иткульской археологической культуры, где получены археологические материалы, свидетельствующие о развитии металлургического производстве [Бельтикова, 1986; Бельтикова, 1993; Древняя..., 2000; Дегтярева, Кузьминых, 2017]. Эти материалы можно использовать для реконструкции процесса изготовления литейных форм. Цель работы заключалась в попытке реконструирования технологии изготовления литейных форм бронзовых наконечников стрел иткульской культуры раннего железного века.

Для достижения цели нами была проведена следующая работа: 1) изучены публикации Г.В. Бельтиковой – ведущего исследователя иткульской металлургии, а также информация

по находкам литейных форм наконечников стрел; 2) изучены экспозиции музеев с предметами иткульской культуры; 3) изучен анализ бронзовых наконечников стрел раннего железного века в ГИМЮУ; 4) участие в работе площадки реконструкции древней металлургии в лагере экспериментальной археологии на оз. Увильды; 5) проведена частичная реконструкция древней технологии выплавки металла в полевых условиях (археологическая экспедиция на памятнике Синташта-2); 6) реконструкция процесса изготовления глиняной литейной формы в камеральных условиях.

Для выполнения последней задачи было изготовлено глиняное тесто с добавками талька. Известно, что присутствие талька уменьшает усадку и деформацию глиняных форм при сушке и придает керамической массе дополнительные огнеупорные свойства [Рыбкин, 1981]. Из сырой глины был изготовлен цилиндр, который впоследствии был разрезан на три заготовки створок. Сушка заготовок происходила на воздухе в течение недели. Несмотря на добавки отощителя, во время сушки заготовки деформировались, но не трескались. Для плотного прилегания створок друг к другу их поверхности были обработаны абразивом. После того как створки были притерты, на внутреннюю поверхность наносились контуры рабочей полости, литника и отверстия для литейного стержня. При нанесении рисунка нужно соблюдать максимальную точность – рисунки на соприкасающихся поверхностях створок должны точно совпадать. Затем по контуру были вырезаны элементы литейной формы, на внешней поверхности для скрепления створок наносились «канавки». Затем створки можно обжигать. После обжига их можно использовать для изготовления бронзовых наконечников стрел.

Таким образом, в ходе работы были изучены особенности изготовления литейных форм для втульчатых стрел раннего железного века; выявлены основные этапы процесса изготовления форм: создание заготовки, обработка поверхности заготовки, вытачивание литниковой воронки, вытачивание негатива стрелы, изготовление сердечника (если стрела втульчатая), нанесение канавок для скрепления створок, обжиг литейной формы. Изготовлены глиняные литейные формы для выплавки трехстворчатых наконечников стрел раннего железного века.

Дальнейший ход исследований по теме будет проходить в полевых условиях летом 2018 г., где планируется сотрудничество с центром исторических проектов «Археос» (руководитель И.А. Семьян) при проведении экспериментов и реконструкции. Литейные формы будут обожжены на костре, в них будут отлиты медные наконечники трехлопастных стрел.

## Литература

*Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. ВАУ. № 18. Свердловск, 1986. С. 63–79.

*Бельтикова Г.В.* Литейные формы Иткульского очага металлургии (VII–III вв. до н.э.) // Знания и навыки уральского населения в древности и средневековье. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. С. 38–75.

Древняя история Южного Зауралья. Т. 2. Ранний железный век и средневековье / Отв. ред. Н.О. Иванова. Челябинск, 2000. 498 с.

*Дегтярева А.Д., Кузьминых С.В.* Производство металла в иткульской археологической культуре на Урале // Аналитические исследования лаборатории естественно-научных методов, Вып.4, М.: ИА РАН, 2017. С. 13–30.

*Рыбкин В.А.* Ручное изготовление литейных форм. Учебник для технических училищ. М.: Высш. школа, 1981. 192 с.

**Материал, используемый для изготовления украшений древними жителями  
Тункинской котловины (Республика Бурятия)**  
*(научные руководители С.В. Снопков, А.С. Асеева)*

Одним из наиболее известных ландшафтных памятников Тункинской котловины (Республика Бурятия) являются древние дюны, расположенные по берегам р. Иркут, Тунка и Ахалик. Издавна в песчаных раздувах люди находили каменные, бронзовые и железные инструменты прошлых эпох. Орудия древних людей оказываются на поверхности в результате интенсивной эоловой деятельности, уничтожающей археологические памятники [Белоусов и др., 2000].

Во время экспедиций детского центра «Лазурит» (пос. Култук, Иркутская обл.) в районе с. Тунка были обнаружены многочисленные артефакты деятельности древних людей, в том числе, элементы украшений. Целью данной работы было изучение украшений жителей каменного века Тункинской котловины.

Согласно современным научным представлениям, внутригорная Тункинская впадина представляет собой область накопления плейстоценовых отложений, характеризующихся преобладанием песков и супесей общей мощностью 400–500 м. Сухой и холодный климат в верхнем плейстоцене вызвал интенсивные эоловые процессы, в результате чего произошло формирование дюнного рельефа. В начале голоцена (7–4 тыс. лет назад) происходит изменение климата. Более теплый и влажный климат приводит к закреплению песчаных дюн, образованию почвенного слоя и расселению людей на этой территории. Последующие изменения климата приводили к неоднократному раздуву песчаных холмов и их закреплению. В настоящее время интенсивное эоловое разрушение песчаных холмов и образование глубоких рытвин-раздувов продолжается. Процесс образования впадин выдувания наиболее интенсивно происходит по центральной части древних дюн. Впадина выдувания обычно имеет форму ложбины, открытой против ветра. Выдуваемый песок скапливается вокруг края выемки [Белоусов и др., 2000].

Интенсивная эоловая деятельность приводит к тому, что легкий материал выносится ветром, а тяжелые предметы (в том числе, археологический материал) скапливаются на дне впадины. Вследствие того, что многие дюнные стоянки являются многослойными, во впадинах выдувания концентрируются разновозрастные артефакты, в том числе элементы украшений.

По мнению ученых, искусство возникло еще в палеолите (10–40 тыс. лет назад). Первые проявления искусства представлены пещерной живописью, небольшими скульптурами из кости и камня, гравировкой на кости и камне. Если в палеолите искусство малоразвито, то позднее – в неолите – оно становится значительным культурным явлением. Появляется многообразный по стилю и форме орнамент на керамических сосудах, многочисленные скульптуры – фигурки людей и животных, наскальные изображения. Неолитические петроглифы обнаружены по всему земному шару в местах, где обитал человек. В неолите появляются сложные (с барельефами) гравировки по кости. Кроме того, во многих неолитических памятниках (особенно захоронениях) присутствуют элементы украшений: различные бусы, нашивки на одежду и др. Украшения, впервые появившиеся в неолите, продолжают использоваться людьми и позднее – в бронзовом и железном веках. Поэтому многие украшения, обнаруженные в раздувах, могут относиться к бронзовому и даже раннему железному веку.

В качестве материала для изготовления бус и других украшений часто использовались кости животных и птиц. По данным археологических раскопок в Прибайкалье, древние люди



использовали бусы из зубов и клыков животных, таких как марал, кабан, медведь и др. Часто встречаются бусины в виде дисков, выточенные из раковин речных двустворчатых моллюсков. Другим широко распространенным материалом для изготовления украшений служил камень. В Прибайкалье встречаются бусины, диски, кольца, изготовленные из кальцита, нефрита, амазонита, халцедона, сердолика, горного хрусталя и других минералов и горных пород [Горюнова, Свинин, 1995]. При проведении поисковых археологических работ в Тункинской котловине среди многочисленных артефактов каменного и бронзового веков были обнаружены следующие элементы украшений: 5 раковин каури, бусины из сердолика, агальматолита (пирофиллит), перламутра, халцедона, бирюзы и кости [Угольников, Уголькова, 2001].

Во время детской экспедиции на дне впадин выдувания во многих местах были обнаружены многочисленные артефакты, относящиеся к неолиту и бронзовому веку. Неолитические артефакты представлены обломками керамических сосудов, кремниевыми и микрокварцитовыми призматическими пластинами, скребками, ножами, проколками, наконечниками и др. В том числе, было обнаружено несколько изделий, являющихся элементами украшений древних жителей Тункинской котловины:

1) Перламутровая бусина в виде диска диаметром 11 мм с отверстием по центру, выточенная из раковины речных двустворчатых моллюсков.

2) Бусина из пирофиллита в виде цилиндра с отверстием по его оси диаметром 5 мм и длиной 10 мм. В Приольхонье такие бусины встречаются в памятниках неолита и бронзового века.

3) Половина бусины из красновато-бурого песчаника в форме эллипсоидного диска с осями 14 и 18 мм и отверстием в центре.

4) Обработанный фрагмент горного хрусталя округлой (или близкой к треугольной формы) размерами 13 × 13 × 7 мм. По всей видимости, задуманная форма не удалась, и мастер бросил недоделанное изделие. По форме сложно определить назначение изделия. Возможно, это неудавшаяся бусина либо наконечник стрелы.

5) Две раковины каури. Раковины океанского моллюска каури с древности широко использовались в виде украшений и обменного материала (первобытных денег) на территории Азии. В Сибирь раковины попадали с Тихого океана.

6) Необработанные фрагменты лазурита, нефрита, серпентина, сердолика, лунного камня говорят о том, что древние жители Тункинской долины могли изготавливать украшения из цветных камней. Если нефрит и сердолик могли использоваться для изготовления наконечников, скребков, ножей, проколов и топоров, то лазурит, серпентин и лунный камень для таких изделий не годятся из-за своих свойств.

7) В одном из раздувов на удалении от скопления археологического материала были обнаружены компактно расположенные по два клыка кабана и кабарги, которые, возможно, были элементами подвески – амулета.

Таким образом, во время детских краеведческих экспедиций в песчаных раздувах Тункинской котловины среди артефактов хозяйственной деятельности были обнаружены элементы украшений древних людей. Также, как и в других местах Прибайкалья, в качестве украшений использовались изделия из костей, зубов и клыков животных. Широко распространенным явлением было использование в виде украшений перламутровых бусин, изготовленных из раковин речных двустворчатых моллюсков. Для изготовления украшений также использовались различные минералы и горные породы, такие как сердолик, халцедон, горный хрусталь, нефрит, пирофиллит, песчаник и др. Интересным фактом являются находки лазурита, неизвестного для жителей других районов Прибайкалья. Другой интересной находкой являются раковины каури. Присутствие раковин каури свидетельствует о том, что уже несколько тысяч лет назад у жителей Прибайкалья были налажены торговые (обменные) связи с жителями побережья Тихого океана.

## Литература

Белоусов В.М., Будэ И.Ю., Радзиминович Я.Б. Физико-географическая характеристика и проблемы экологии юго-западной ветви Байкальской рифтовой зоны. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2000. 160 с.

Горюнова О.И., Свинин В.В. Археология. Ольхонский район. Ч. 2. Материковый участок: от мыса Елохин до мыса Улан. Иркутск: «Арком», 1995. 213 с.

Угольков Ю.Н., Уголькова В.С. Древности Тункинской котловины. Кемерово: ООО «Сириус», 2001. 226 с.

*С.М. Михайлова*

*МБОУ СОШ № 7, пос. Култук, Иркутская обл., snopkov\_serg@gmail.ru*

### **Каменные наконечники стрел из Тункинской долины (Республика Бурятия)**

*(научные руководители С.В. Снопков, А.С. Асеева)*

Одним из наиболее известных археологических памятников Тункинской котловины (Республика Бурятия) являются стоянки древних людей, расположенные на песчаных дюнах долин рек Иркут, Тунка и Ахалик. В песчаных раздувах древних дюн издавна находят каменные, бронзовые и железные артефакты прошлых эпох. Орудия древних людей оказываются на поверхности в результате интенсивной эоловой деятельности, уничтожающей археологические памятники [Угольков, Уголькова, 2001].

В течение нескольких лет экспедициями Детского центра «Лазурит» (п. Култук, Иркутская обл.) проводились обследования песчаных раздувов, в результате чего были обнаружены различные артефакты, в том числе каменные наконечники стрел. Целью данной работы было изучение формы и материала каменных наконечников стрел.

Первое упоминание о дюнных стоянках Тункинской котловины содержится в книге иркутского чиновника М.М. Геденштрома «Отрывки о Сибири», изданной в 1830 г. [Угольков, Уголькова, 2001]. Среди предметов, обнаруженных близ Тункинской крепости, оказались «стрелы из дымчатого топаза или кварца и стрелы из глинистого сланца». Летом 1867 г. котловину посетил молодой натуралист из Иркутска И.С. Поляков, который был изумлен обилием каменных орудий на песчаных раздувах [1869]. В 1875 г. И.Д. Черский во время геологической экспедиции для изучения Еловского отрога обнаружил каменные наконечники стрел вблизи с. Тунка [1875]. Сведения об археологических находках вблизи Тункинской крепости приводятся в «Археологии России», выпущенной председателем Московского археологического общества графом А.С. Уваровым в 1881 г. О песчаных раздувах Тункинской котловины писали многие исследователи: М.П. Пуцилло, П.А. Ровинский, Н.И. Витковский, М.П. Овчинников, В.И. Подгорбунский, Б.Э. Петри и др. В 1983 г. в долине р. Иркут работали сотрудники лаборатории археологии и этнографии ИГУ. В конце 1980-х гг. дюнные стоянки на левом берегу р. Иркут изучались археологами Ю.Н. и В.С. Угольковыми. Ими собрана большая коллекция каменных изделий, в том числе более 150 наконечников для стрел [Угольков, Уголькова, 2001].

В Прибайкалье лук и стрелы появляются 10–8 тыс. лет назад. Наконечники стрел изготавливались из камня путем откалывания от призматических или клиновидных нуклеусов тонких плоских ножевидных пластин при помощи посредника и ударника. Затем с помощью отжимника, сделанного из костяного стержня, скалывались мелкие чешуйки, придавая пластине нужную форму и заостряя грани. С противоположного острия конца производили уточнение пластины – насад. Подготовленное древко стрелы расщеплялось, в расщеп встав-

лялся наконечник, который закреплялся клеящим веществом, а затем край древка затягивали, обматывая жилой животного или волосяной нитью. Такая технология изготовления каменных наконечников с небольшими вариациями сохранялась на протяжении 10 тыс. лет до появления бронзовых и железных наконечников [Харинский, 2004].

При описании наконечников принято выделять основные конструктивные элементы: перо, состоящее из тела и жала, и насад. Острые грани наконечника называются краями, а грань посередине плоскости наконечника – ребром. Тыльная зауженная грань носит название база, а заостренные края базы называются шипами.

Во время детской краеведческой экспедиции в песчаных раздувах древних дюн были обнаружены обломки керамических сосудов, кремниевые и микрокварцитовые призматические пластины, скребки, ножи, проколки, 15 целых наконечников и 12 их фрагментов.

Для анализа конструктивных особенностей наконечников, кроме найденных во время экспедиции, были использованы рисунки наконечников, сделанные И.Д. Черским, И.С. Поляковым, Ю.Н. Угольковым и В.С. Угольковой. Всего было проанализировано 214 наконечников.

Наконечники значительно различались по форме и размерам (например, длина изменяется от 12 до 35 мм). Для классификации наконечников были использованы два конструктивных элемента – перо и насад. Найденные в песчаных раздувах наконечники имеют 4 различные формы пера и 8 разновидностей насада. Всего по особенностям формы пера и насада выделились 16 типов наконечников. Встречаемость наконечников различных типов сильно различается. Наиболее часто встречаемые наконечники имеют треугольную форму с прямыми краями и прямой базой, а также форму с выгнутыми краями, вогнутой базой насада и шипами одного размера. Наконечников этих форм было обнаружено по 32 шт.

Реже (по 16–24 шт.) встречаются наконечники треугольной формы с прямыми краями, вогнутой базой и шипами одного размера; с выгнутыми краями и прямой базой насада; с выгнутыми краями и округлой, выгнутой базой насада.

Еще реже (по 6–12 шт.) встречаются наконечники треугольной формы с прямыми краями и базой, расположенной под углом к оси наконечника; треугольной формы с прямыми краями, вогнутой базой и шипами разного размера; треугольной формы с прямыми краями, с широкой вогнутой базой и шипами одного размера; с выгнутыми краями и базой насада, расположенной под углом к оси наконечника; с выгнутыми краями, вогнутой базой насада и шипами разного размера; с выгнутыми краями, вогнутой базой насада и глубокой выемкой вовнутрь наконечника; с выгнутыми краями и узкой прямой базой насада; с округлыми краями и прямой узкой базой; с округлыми краями, вогнутой базой насада и шипами одного размера; с округлыми краями, вогнутой базой насада и шипами разного размера.

Наиболее редкими являются наконечники с выступами по краю, с широкой вогнутой базой и шипами одного размера. Их известно всего 2 шт. (один найден И.Д. Черским в 1875 г., другой – в ходе детской экспедиции 2004 г.).

Такое разнообразие форм, размеров и равномерное распространение по территории свидетельствует, скорее всего, о различном предназначении, а не почерке мастера. Так, например, наконечники малого размера без шипов были предназначены для охоты на птицу. Средние наконечники с шипами и без шипов – для охоты на небольших животных. Крупные наконечники с большими шипами и выступами использовали при охоте на крупных животных – стрела не всегда могла убить животное сразу, а вызывало сильное кровотечение, от которого животное ослабевало и погибало.

Каменный материал, из которого изготавливались наконечники стрел, преимущественно (19 из 27 шт.) представлен микрокварцитами и кремнями разного цвета. В меньшем количестве встречаются наконечники из халцедона (6 шт.). Два найденных наконечника изготовлены из прозрачного горного хрусталя.

Таким образом, в результате детской краеведческой экспедиции было обнаружено 27 каменных наконечников стрел, которые изготовлены из микрокварцита, кремня, халцедона и горного хрусталя. На основе анализа формы наконечников (найденных и описанных в литературе) было выявлено 4 различных вида перьев и 8 видов насадов – всего 16 типов наконечников. Редкой находкой является наконечник с выступами на боковых гранях. Подобный наконечник был найден только в 1875 г. геологом И.Д. Черским.

## Литература

Поляков И.С. Отчет о поездке в Восточный Саян. Отчет ВСОИРГО за 1868 г. СПб: 1869. С. 45–46.  
Угольков Ю.Н., Уголькова В.С. Древности Тункинской котловины. Кемерово: ООО «Сириус», 2001. 208 с.

Харинский А.В. Археология Сибири. Учебное пособие. Иркутск: ИргТУ, 2004. 217 с.

Черский И.Д. Еловский отрог // Известия ВСОИРГО. 1875. Т. VI, № 4, С. 67–69.

**В.С. Шинов**  
«Росатом», г. Озерск,  
bodhiego7777@mail.ru

## Каменная плита с вырубленными пазами на горе Юрма (Южный Урал)

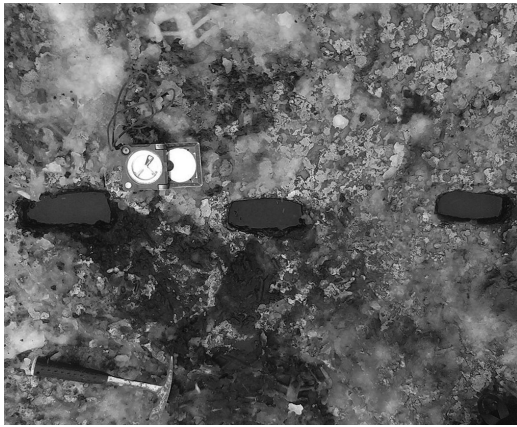
(научный руководитель А.М. Юминов)

Цель данной работы – донести информацию до специалистов о недавно обнаруженном необычном объекте, который расположен на территории Кусинского района Челябинской области около вершины г. Юрма (1002 м) – северной оконечности Южно-Уральских гор. В 8 км к западу от вершины находится дер. Александровка, в 20 км к востоку – г. Карабаш. Географические координаты объекта –  $55^{\circ} 30' 36.5''$  с.ш.;  $60^{\circ} 01' 08.3''$  в.д.

Летом 2014 г. при посещении отдаленного скального выхода на г. Юрма среди курумника (группа каменных глыб крупного размера на склоне гор, медленно сползающая вниз из-за морозного выветривания в условиях высокогорного климата) автором была обнаружена необычная каменная глыба плитообразной формы. Размер глыбы варьирует в пределах (м): ширина – 1.3–1.7, длина – 3.5–4.1, высота – 0.8–1. Поверхность плиты сглажена, местами заветрена, в отдельных местах на камне фиксируются вростения лишайника. Верх у глыбы относительно плоский и, несмотря на крутой склон ( $40$ – $50^{\circ}$ ), расположен практически горизонтально. Угол наклона не превышает  $2$ – $3^{\circ}$  и ориентирован на северо-запад вниз по склону.

Порода сложена кварцевыми зернами, и была определена как кварцит. Кварц составляет более 95 % объема породы. Кроме того, в незначительном количестве в породе присутствуют мелкие вросстки мусковита, ильменита, гематита, лейкоксена, рутила и апатита. Порода окрашена неравномерно. Преобладающий цвет светло-серый, иногда с медово-желтым оттенком. Местами в породе встречаются бесформенные красновато-коричневые пятна поперечником  $0.00n$ – $0.n$ , образованные в результате разложения микровключений железосодержащих минералов. Переход цветовой гаммы постепенный.

Порода в тонких сколах просвечивает. Блеск матовый, реже жирный, а на отдельных участках перламутровый, обусловленный присутствием чешуйчатых агрегатов выветрелой слюды (мусковита), размером от  $0.08$  до  $0.2$  мм. Излом неровный. При наличии кливажных трещин в породе наблюдается ступенчатая отдельность. Материал плотный, твердый, хорошо полируется, с кислотами не взаимодействует. Стальной иглой не царапается. Относительная



*Рис. 1.* Цепочка пазов, выдолбленных в кварцитовой плите. Склон г. Юрма.



*Рис. 2.* Поверхность канала отверстия пазы.



*Рис. 3.* Скальное обнажение «Чертово окно» на г. Юрма

твердость приближается к 7. Текстура основной массы однородная, но на определенных участках отмечена пятнисто-полосчатая текстура. Микроструктура камня лепидограно-бластовая, часто параллельная. Агрегаты кварца тонко- и микрзернистые. Пространство между зернами заполнено дисперсными частицами оксидов и гидроксидов железа, реже тонкочешуйчатым мусковитом.

В верхней части плиты, практически на одной линии, выдолблены три одинаковых паза в форме вытянутых четырехугольников с округленными углами. Сечение трапециевидное. Расстояние между пазами около 250 мм, длинная ось ориентирована в юго-западном направлении (рис. 1). Размеры пазов составляют 100 × 80 мм (рис. 2), глубина – до 100 мм. Пазы имеют плавное сужение книзу. Поверхность канала отверстия грубая, ямчато-бугорчатая, шероховатая со следами неровностей первичной обработки.

На первый взгляд, вырубленные пазы рукотворны и связаны с деятельностью людей. Плита плотная и имеет однородное сложение. Прожилки и трещины отсутствуют. Это исключает вероятность естественного образования пазов, и подтверждает вероятность их техногенного происхождения.

После обнаружения находки неоднократно предпринимались попытки объяснить происхождение найденного артефакта. С целью найти еще что-либо подобное или косвенно имеющее отношение к данному артефакту, был проведен тщательный осмотр курумника и лесного массива вокруг плиты. Дополнительно ничего найдено не было, но место находки плиты примечательно тем, что оно располагается в непосредственной близости от скального выхода «Чертово окно» (рис. 3). Необычная форма скалы, вероятно, могла привлечь внимание и древнего человека, что подтверждает возможность его деятельности здесь.

Вопрос, для чего могли служить древнему человеку подобные пазы на монолите, остается открытым. Сделать подобное трудно, даже для человека, оснащенного современными орудиями производства. Возможно, выбитые углубления – это специальные пазы для вставки клиньев и раскалывания камня. Во время раскопок на острове Веры оз. Тургояк в Челябинской области были обнаружены монолиты, расколотые подобным способом [Григорьев, 2016]. Другая версия – данная плита является остатком древней технологической площадки, где пазы служили отливными формами при выплавке, например, железа. Однако, наиболее вероятным предположением является то, что данное место в древности могло быть использовано для проведения ритуальных обрядов, а сама плита была сакральным жертвенником, в пазах которого накапливалась кровь принесенной жертвы.

Несомненно, представленный объект заслуживает дальнейшего изучения и, в первую очередь, специалистами-археологами. Возможно, более тщательное исследование поможет расширить представление о древней культуре и способах обработки камня на территории Южного Урала.

## Литература

Григорьев С.А. Использование каменного сырья на поселении Остров Веры (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия–2016. Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 72–77.

## ЧАСТЬ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВНИХ РУДНИКОВ, РУД И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

*С.А. Григорьев*

*ЮУФ ИИиА УрО РАН, г. Челябинск, stgrig@mail.ru*

### Динамика изменения типов используемой руды и лигатур в металлургии эпохи бронзы Европы

#### Введение

В археологии давно известны закономерности развития металлургических технологий. Общая тенденция этого развития выглядит следующим образом [Strahm, Hauptmann, 2009]:

- 1) сбор с поверхности и обработка ковкой, а позже литьем самородной меди;
- 2) плавка окисленных медных руд;
- 3) плавка сульфидных руд (причем в рамках этой стадии первоначально плавил вторичные сульфиды и их смесь с окисленными минералами, а потом происходит переход на плавку первичных медно-железных сульфидов);
- 4) плавка железной руды.

Существует отчетливое понимание того, что этот ряд связан с двумя факторами [Tylecote, 1976]:

1) Последовательность залегания минералов меди на месторождениях, где окисленные руды лежат сверху, ниже идет зона вторичного сульфидного обогащения, а под ней основной массив первичных медно-железных сульфидных руд. Существует множество отклонений от этого правила, но в данном случае мы обсуждаем основные тенденции.

2) Развитие технологии. Так совпало, что строго в соответствии с этой геологической последовательностью при обработке нижележащих минералов требуются все более высокие температуры и новые приемы в подготовке руды, развитии горного дела и т.д.

При этом существует безусловное понимание того, что все это связано разными каналами с социальными процессами, так как совпадает с ростом потребления металла обществом. Особенность здесь такова, что при плавке большинства окисленных руд довольно трудно отделять шлак от металла. В результате образуются спекшиеся конгломераты с множеством включений восстановленной меди, которые было необходимо извлекать механически, и достаточно скрупулезно, а потом вновь переплавлять. Все это лимитировало объемы плавок этих руд [Strahm, Hauptmann, 2009]. Кроме того, окисленная зона беднее сульфидной, и объем руды в ней заметно меньше.

Существует иной процесс – развитие технологий легирования – от чистой меди к использованию мышьяковой меди и далее к оловянной бронзе. Это достаточно универсальная картина, которая зачастую рассматривается как независимый процесс технологического развития.

И существует безусловная социально-экономическая составляющая всей этой системы. Это роль металла в обществе, его место в формировании социальной иерархии, в создании сети обменов и т.д. Важным фактором здесь также является геология, а именно, неравномерное распределение месторождений различных полезных ископаемых.

## **Руда, сплавы и социально-экономические процессы**

Собственно, все вместе это составляет довольно сложную систему, хотя основные ее черты понимаются всеми достаточно хорошо. На прошлой Школе мы обсуждали связь рудной базы и типа легирования [Григорьев, 2017]. Общая закономерность здесь такова: на первых этапах, при использовании самородной меди или относительно свободных от рудовмещающей породы карбонатов меди, доминировала чистая медь. Затем, с началом использования менее чистых руд, в плавку стали попадать и некоторые иные минералы. Во многих районах мира медная минерализация сопровождается мышьяковой минерализацией, и в случае попадания таких минералов в плавку удавалось получить мышьяковую медь, которая после кузнечной обработки обладает более высокой твердостью, чем чистая медь. Правда, это требовало несколько иных технологий литейных и кузнечных операций.

Следующий переход к оловянным сплавам менее понятен, т.к. олово при невысоких концентрациях имеет незначительные преимущества перед мышьяком [Kienlin, 2008], которые с лихвой ликвидируются его относительной редкостью. Но на материалах Северной Евразии достаточно отчетливо видна зависимость между использованием легкоплавких руд и мышьяком, и применением тугоплавких руд и оловом [Grigoriev, 2017]. Это объясняется тем, что мышьяк при высокотемпературной плавке в окислительных условиях формирует оксид, который улетучивается из металла. Существует еще одна зависимость – между ростом металлопотребления и типом руды. Если говорить более огрубленно, то тугоплавкие руды, такие как медно-железные сульфиды или руды в кварцевых породах, относительно шире распространены. То есть, этот переход на использование новых типов руд был стимулирован социально-экономическими запросами, и он же вызывал изменение типов легирования. С этим были связаны также изменения технологий металлообработки и, в конечном счете, морфология металлических изделий. Но появившись, оловянное легирование способствует формированию широкой сети коммуникаций и обмена, т.к. необходимо было обеспечить его транспортировку на значительные расстояния, и всем участвовавшим в этом процессе агентам было необходимо обеспечивать производство каких-то продуктов для обмена на металл.

Все вместе это формирует очень сложный комплекс различных связей, которые определяли своеобразие металлургического производства в разных регионах. И поскольку в основе этой системы лежит геология месторождений и химические процессы, то следует ожидать, что вся эта картина достаточно универсальна, и должна себя проявлять повсеместно. В принципе, так и есть, и в большинстве районов мы видим эту последовательность использования чистой меди, мышьяковой и оловянной бронзы. И темой этого обсуждения является то, каким образом эта система работала в европейском пространстве.

### **Европейская периодизация эпохи раннего металла**

Необходимо сказать несколько слов о периодизации эпохи раннего металла в Европе. Существует определенное терминологическое разнообразие в употреблении названия для первой эпохи – неолита. Если в юго-восточной Европе это название было принято всегда, то в остальной части Европы период культур с ранним металлом обозначался термином «поздний неолит», а впоследствии в обиход вошел и термин «медный век». При этом в ряде публикаций, не посвященных собственно металлургической тематике, эти культуры могут и сегодня фигурировать как неолитические, но мы будем придерживаться единого термина «неолит».



Существует серия периодизационных систем, которые сильно различаются и направлены на выявление региональной специфики, но основной является периодизация П. Райнеке для Южной Германии, актуальная для большей части Центральной Европы, и к которой, как правило, привязывают прочие региональные схемы. Эта периодизация делит бронзовый век на три периода: РБВ (Bz A), СБВ (Bz B, C) и ПБВ (Bz D, и Na A, B). Наиболее интересный для нас РБВ делится на две части А1 и А2. При сопоставлении этой шкалы с евразийской следует иметь в виду, что под РБВ понимается период 2200–1500 гг., соответствующий в Евразии СБВ II и началу ПБВ; СБВ, в целом, соответствует срубно-алакульскому периоду, а ПБВ – периоду финальной бронзы.

В настоящее время для Европы и ряда иных регионов создана, так называемая, Штутгартская база данных по древнему металлу, включающая в себя 35491 анализ [Krause, 2003]. Если оставить в ней только европейские даты энеолита и бронзового века, это составит 29707 (поздняя часть этого времени на некоторых территориях рассматривается как ранний железный век). Это достаточно большой объем информации, позволяющий делать статистически достоверные выводы.

В первую очередь, обращает на себя внимание рост потребления металла. Оценить этот рост достоверно сложно. Например, в этой базе данных присутствует 4104 анализа энеолитического времени и 20262 – времени РБВ, т.е. наблюдается рост почти в 5 раз. Но надо отметить, что, в первую очередь, анализировался древний металл. Для энеолита доля проанализированного металла составляет 90 %, а для РБВ – 70–80 % [Krause, 2003]. Кроме того, увеличивается размер изделий, следовательно, реальный рост был в 10–15 раз. Необходимо также учитывать, что период энеолита длился более 2 тыс. лет, а РБВ – не более 700 лет, что увеличивает этот прирост в металлопотреблении еще в 2 раза. И в еще большей степени все это касается всех последующих периодов. В частности, о резком росте потребления металла на рубеже 3–2 тыс. до н.э. сообщается в работе М. Примаса [Primas, 1997].

Существуют проблемы и с оценкой типов сплавов. Для сплавов с оловом взят конвенциональный порог 1 %. В качестве порога мышьяковых и сурьмяных сплавов здесь принят рассчитанный для синташтинской культуры 0.3 % [Григорьев, 2013]. Но необходимо иметь в виду условность этого порога. Медно-мышьяковые сплавы могли получать различным путем – легированием мышьяковых минералов, плавкой блеклых руд, например, смеси этих руд с обычными рудами (не обязательно намеренной). Кроме того, мышьяк испаряется при повторных переплавках и при плавке руды. Поэтому этот порог условный и не универсальный для каждой ситуации. Он выбран лишь для первичной оценки. Условность присутствует и при хронологической группировке, т.к. объединение всех европейских материалов в какой-то один горизонт отражает разные исторические процессы. Например, ранние оловянные сплавы на юге Балкан отражают связи с Ближним Востоком, а в Центральной Европе – какие-то случайные эпизоды плавки соответствующей руды. Металлургия Пиренейского полуострова в силу геологических и исторических причин была подвержена своим закономерностям, на которые иногда накладывались импульсы и процессы технологических изменений, происходивших в северных ареалах Европы. Поэтому ниже приводится достаточно размытая картина наиболее общих тенденций (табл. 1).

### **Европейская металлургия в энеолите**

Наиболее ранние следы использования медных минералов датируются в Европе средним неолитом. В Сербии на руднике Рудна Глава выявлены разработки этого времени. Однако это было связано с добычей малахита для производства украшений [Bogić, 2009]. Но уже в энеолите появляется использование самородной меди и плавка относительно чи-

## Типы сплавов в различные периоды эпохи раннего металла Европы

	Cu	Cu+As	Cu+Sb	Cu+As +Sb	Cu+Sn +As	Cu+Sn +Sb	Cu+Sn+ As+Sb	Cu+Sn	Всего
Энеолит	2265	1473	127	91	73	1	17	57	4104
%	55.19	35.89	3.09	2.22	1.78	0.02	0.41	1.39	100
РБВ	1877	2060	1144	6407	2401	412	2844	3022	20262
%	9.26	10.17	5.65	31.62	11.85	2.50	14.04	14.91	100
СБВ	62	14	5	11	792	67	234	648	1833
%	3.38	0.76	0.27	0.60	43.21	3.66	12.77	35.35	100
ПБВ	87	25	13	47	280	193	817	619	2081
%	4.18	1.20	0.62	2.26	13.46	9.27	39.26	29.75	100
1 тыс. до н.э.	551	13	9	4	235	35	87	493	1427
%	38.61	0.91	0.63	0.28	16.47	2.45	6.10	34.55	100

стого малахита, которая, практически не дает шлака, поэтому следы этого производства единичны. Вскоре металлургия начинает распространяться из Юго-Восточной Европы в Центральную Европу, где первоначально тоже используется сравнительно чистая медь.

И существовал, вероятно, второй путь – с Ближнего Востока через Средиземноморье. Когда этот поток влияний достигает Иберии и Италии, там появляется плавка руд с примесью мышьяка. Эти руды широко распространены на Иберийском полуострове, и их обилие обусловило последующую технологическую консервацию этого региона. Но эта же традиция появляется и в ряде иных мест.

В этот период (см. табл. 1) проявлено явное доминирование чистой меди и медно-мышьяковых сплавов. Небольшая серия сплавов с оловом представлена, в первую очередь, балканскими материалами и единичными изделиями других территорий.

В других районах, например, в Северной Италии и Южной Франции, уже в позднем энеолите начинается использование блеклых руд, которые при плавке давали металл с повышенным содержанием As, Sb и Ag. И это стало устойчивой традицией также в Центральной и Северной Европе в течение РБВ [Krause, 2003].

### Европейская металлургия в РБВ

Для стадии A1 большей части Европы характерен, так называемый, Fahlerzmetal, т.е. металл, выплавленный из блеклых руд. Для некоторых районов, например, Иберии или Эгиде, более характерна мышьяковая медь. Для Эгиде, на фоне отсутствия подобной минерализации, это не вполне понятно. Допускаются поставки легирующего сырья [Branigan, 1974]. Но для Иберии подобные месторождения с обилием мышьяковых примесей характерны [Bartelheim, 2007].

На Британские острова металлургическое производство проникает достаточно поздно, около середины 3 тыс. до н.э., вместе с континентальной культурой кубков. При этом для Британии добыча медных руд этого периода не установлена. Химические анализы металла показали, что все сырье сюда привозилось из Ирландии, где оно добывалось на рудниках Росс Айленд, и, как и на континенте, это были блеклые руды [O'Brien, 2004]. Этап преимущественного использования карбонатов меди здесь, как и во Франции, отсутствовал. Это

является надежным показателем того, что металлургия была привнесена сюда мигрирующими коллективами, а не формировалась путем независимого развития.

Благодаря развитию этих процессов, в РБВ ситуация меняется: падает доля чистой меди и сплавов с мышьяком, но растут доли сплавов с мышьяком и сурьмой и сплавов с оловом (см. табл. 1). Оловом, при этом, могут быть легированы и мышьяково-сурьмяные сплавы. Общее количество оловянных сплавов достигает 43.3 %, но значительная часть этого металла приходится на младшую фазу РБВ (А2). Интересно то, что производство оловянных бронз появляется в рамках, возможно, начала фазы А2 в Рудных Горах, и в 2200–2000 гг. до н.э. в Британии, что соответствует более ранней фазе А1. Примечательно и то, что в могильнике Зинген, на границе Германии и Швейцарии, отнесенном к этой фазе, обнаружены три кинжала, легированные оловом, и имеющие атлантические параллели, что позволило сделать вывод об их импорте из Бретани или Британии [Krause, 1989].

Эта общая картина отражает разные процессы: активное использование блеклых руд, ближневосточное влияние через втягивание в торговую сеть Восточного Средиземноморья, зарождение оловянного легирования на Британских островах, а в младшей фазе периода – влияние евразийских традиций оловянных сплавов. И, начиная с СБВ, проявлено уже абсолютное доминирование разных типов оловянных сплавов.

Этому выбору блеклых руд соответствовали и иные технологии. Находки шлака РБВ, как в энеолите, крайне редки, что указывает на то, что руда максимально освобождалась от рудовмещающей породы, плавка велась без использования флюсов. Температуры были невысокими, а объемы невелики [O'Brien, 2004]. Этому соответствовали и технологии металлообработки. В большинстве районов доминируют не слишком массивные изделия, хотя общее их количество достаточно велико. Ярким примером является унетичкая культура Центральной Европы с набором прекрасных украшений из фольги и проволоки, что типично и для культур в прилегающих регионах. Существуют клады массивных слитков в виде шейных гривен и слитков, указывающих на широкую циркуляцию металла и наличие торговых связей между производящими и потребляющими регионами.

Значительные изменения начинаются в младшей фазе РБВ (А2), когда происходит повсеместный переход на олово. В рамках калиброванных радиоуглеродных дат, начало периода относится приблизительно к XIX–XVIII вв. до н.э.

Это довольно интересная и комплексная проблема. Характер этих процессов на европейском пространстве лишь внешне напоминает их в Северной Евразии. На первый взгляд, эти изменения обусловлены проникновением восточных производственных традиций. Выделение П. Райнеке фазы А2 основано на появлении новых типов металла, характеризующихся серией кладов, в первую очередь, кладом Лангквайд в Баварии. Особенностью этого клада является сочетание изделий, выполненных в традиционной унетичкой традиции и присутствием копья, восходящего к сейминско-турбинским прототипам. Появляются и специфические топоры типа Лангквайд, которые обильно легированы оловом.

Но из табл. 1 видно, что в европейском пространстве оловянное легирование появляется до появления изделий, наследующих сейминско-турбинские традиции, но только с их появлением оловянные бронзы становятся ведущим сплавом, причем, с высоким содержанием олова.

Есть еще одна отчетливая тенденция в течение всей эпохи бронзы: неуклонное снижение содержания мышьяка в меди (табл. 2), что делало эту лигатуру малоэффективной по сравнению с оловянными бронзами.

В чем причина этого снижения? На шлаковых материалах Северной Евразии отчетливо видно, что при переходе к ПБВ (что близко концу РБВ и началу СБВ Европы) идет переход на более богатые и широко распространенные руды из кислых пород или на сульфиды

**Среднее содержание мышьяка в меди с повышенным его содержанием (более 0.3 %)**

Энеолит	РБВ-1	РБВ-2	СБВ	ПБВ	1 тыс. до н.э.
1.58 %	1.24 %	1.08 %	0.71 %	0.65 %	0.55 %

[Григорьев, 2017]. А их плавка вызывает испарение мышьяка, чем и можно объяснить снижение его содержания в металле. К сожалению, для Европы нет возможности проследить этот процесс на статистическом уровне, т.к. шлак на поселениях практически отсутствует. Но на уровне тенденции это прослежено.

**Трансформации в позднем РБВ, СБВ и ПБВ**

Повсеместно происходит переход на медно-железные сульфиды и сокращается добыча блеклых руд, что совпадает с переходом на оловянное легирование [O'Brien, 2004; 2013; Sperber, 2004; Pernicka, Lutz, 2015]. Иногда можно встретить мнение о том, что это вызвано именно оловом, т.к. легирование им требовало чистого от примесей металла [Stöllner et al., 2016], но в действительности, металлографические исследования вещей этого периода показывают, что дополнительные легирующие компоненты не вредят оловянному легированию [Kienlin, 2008]. Можно предположить, что интенсивное использование металла в пределах первой фазы РБВ привело к исчерпанию более ограниченных, по сравнению с первичными рудами, запасов блеклых руд. Но после прекращения добычи на руднике Росс Айленд в Ирландии начинает эксплуатироваться рудник с медно-железными сульфидами на Маунт Габриэль. Добыча на Росс Айленд была возобновлена в XIX в н.э., и там было добыто 5000 т руды [O'Brien, 2004]. В альпийском регионе мы видим полное прекращение добычи в период А2, и в эпоху СБВ она не возобновлялась. Но в ПБВ (что у нас соответствует эпохе финальной бронзы) здесь происходит возврат к использованию блеклых руд, наряду с использованием первичных сульфидов [Sperber, 2004]. Это означает, что, во всяком случае, в некоторых районах прекращение добычи было обусловлено не исчерпанием руды, а какими-то иными процессами.

Безусловной аксиомой является то, что с каждой эпохой потребление металла заметно растёт. При всей легкости плавки блеклых руд, это производство без шлака. Соответственно, металл не полностью отделяется, и необходимо дробление и сортировка выплавленной массы, как и в случае с плавкой окисленной руды. Это не позволяло осуществлять массовое производство. Таким образом, к дефициту руды (а в каких-то районах он, безусловно, был) добавились технологические ограничения.

Очевидным является и то, что это совпадает с существенными социальными изменениями. До периода А2 общество было эгалитарным, а производство неспециализированным, хотя это и не исключало торговлю металлом от Альп вплоть до Южной Скандинавии. С этого времени появляются социально значимые погребения, а в Центральной Европе – укрепленные поселения, которые были центрами для серии неукрепленных поселений.

Также заметно растёт потребление металла. Этот спрос начинает удовлетворяться за счет именно первичных сульфидных руд, и для СБВ и ПБВ Альпийского региона мы знаем уже несколько плавильных площадок с батареями стоящих вплотную друг к другу печей, что указывает на заметный рост объемов производства [Goldenberg, 2004; Presslingen, Eibner, 2004; Cierny u.a., 2004]. Это уже производство, основанное на отделении шлака от металла, позволяющее нарастить объемы выплавки.

И важным фактором явилось наличие торговли оловом, которая позволяла создавать сплавы с содержанием 10 % и более, качество которых намного превосходило возможности мышьяковых сплавов. То есть, в данном случае проявлено обратное воздействие лигатуры на выбор типов руды и на социальные процессы, т.к. формирующиеся элиты начинают контролировать торговлю [Kristiansen, Larsson, 2005; Bartelheim, 2007].

Не исключено, что эти социальные изменения были стимулированы движением с востока, хотя в основе их лежали, безусловно, местные процессы. Причем, большинство специалистов сходятся во мнении, что стимулом к развитию в этом регионе была не металлургия, а сельскохозяйственное производство, но с периода А2 металлургия начала оказывать заметное влияние на социально-экономические процессы, хотя в полной мере это касается уже периода ПБВ [Bartelheim, 2007].

То есть, в принципе, та схема, которую мы обсуждали на примере Северной Евразии, работает и здесь, но открывает перспективы к некоторой детализации. Здесь также рост потребности в металле стимулировался социально-экономическим развитием общества. Это вызывало переход на плавки все более богатых и распространенных руд и технологические инновации в их плавке. И именно торговля оловом позволила добиться огромных масштабов производства на тех месторождениях (например, на Кипре или в Альпах), которые ранее представляли меньший интерес, т.к. не были способны произвести легированный металл. Наблюдается очень точная корреляция между ростом потребления металла и оловянными лигатурами [O'Brien, 2011].

Но создание сети оловянной торговли и продажи металла, выплавленного из более богатой руды, делали неконкурентоспособным старые технологические схемы. Ярким примером этого является Кипр, который начал производить огромное количество металла из сульфидной руды около XVIII в. до н.э., а необходимость в олове удовлетворялась поставками из каких-то восточных источников через сеть ближневосточных торговцев. В результате массовых поставок этого металла на Ближний Восток, в Египет и даже Центральное Средиземноморье (один слиток обнаружен даже на территории Германии), в ряде старых производящих центров региона производство затухает, не выдержав конкуренции [Weisgeber, 2004]. Оно возобновится потом, в эпоху финальной бронзы, в связи с резким изменением политической ситуации на Ближнем Востоке.

И в Европе господство медно-железных сульфидов и оловянных лигатур продолжается приблизительно до этого времени. Но затем часть рынка начинают занимать вновь блеклые руды, которые слабо использовались несколько сотен лет (см. табл. 1, ПБВ). Причины этого не вполне ясны. Очевидно, что с началом эпохи культуры погребальных урн происходит очередной скачок в потреблении металла. Вероятно, поэтому металлурги альпийской зоны стали подключать любые доступные источники руды [Stöllner et al., 2016]. То есть, парадоксальным образом повторяется ситуация, которую мы обсуждали для Северной Евразии, где в Южной Сибири, с началом карасукско-ирменского времени происходит отказ от оловянного легирования и возврат к мышьяковому легированию [Grigoriev, 2017]. Однако там это было связано с иными процессами (миграцией населения с иной технологической схемой) и с переходом на иные типы руды. Если посмотреть на таблицу среднего содержания олова в оловянных бронзах (табл. 3), то заметен его постоянный рост. Но в этот период проис-

Таблица 3

**Среднее содержание олова в бронзах (более 1 %)**

Энеолит	РБВ-1	РБВ-2	СБВ	ПБВ	1 тыс. до н.э.
6.1 %	6.6 %	7.6 %	9.7 %	7.2 %	8.7 %

ходит спад, который начинает затем медленно восстанавливаться. Некоторые авторы объясняют это проблемами с оловянными лигатурами [Sperber, 2004]. Помимо общего скачка в потреблении металла, на Ближнем Востоке в это время наблюдается ослабление системы ближневосточной торговли, вызванное разрушительными политическими событиями. И это сказывалось отчасти даже на периферийных ареалах, хотя в значительной степени этот процесс был стимулирован, все же, ростом потребления.

### Заключение

Все вышесказанное показывает, что на развитие металлургии оказывали постоянное влияние не только логика технологического развития, особенности залегания руд в месторождениях и химические процессы плавки, но и социально-экономические, политические и культурно-генетические процессы. То есть, это была достаточно сложная взаимосвязанная система, элементы которой постоянно взаимодействовали и оказывали влияние друг на друга.

### Литература

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

*Григорьев С.А.* Технологии плавки руды и причины смены типов легирования в древней металлургии Евразии // Геoarхеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 150–154.

*Bartelheim M.* Die Rolle der Metallurgie in vorgeschichtlichen Gesellschaften. Sozioökonomische und kulturhistorische Aspekte der Ressourcennutzung. Ein Vergleich zwischen Andalusien, Zypern und Nordalpenraum. Rahden/Westf.: Marie Leidorf Verlag, 2007. 471 p.

*Borić D.* Absolute dating of metallurgical innovations in the Vinča culture of the Balkans // (Kienlin T., Roberts B.W., eds.) Metals and societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway. Bonn: R. Habelt, 2009. P. 191–245.

*Branigan K.* Aegean Metalwork of the Early and Middle Bronze Age. Oxford: Clarendon Press, 1974. 216 p.

*Cierny J., Marzatico F., Perini R., Weisgeber G.* Der Spätbronzezeitliche Kupferverhüttungsplatz Acqua Fredda am Passo Redebus (Trentino) // Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt. Beiheft 17. Bochum: Deutsche Bergbaumuseum 122, 2004. S. 155–164.

*Goldenberg G.* Ein Verhüttungsplatz der mittleren Bronzezeit bei Jochberg (Nordtirol) // Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt. Beiheft 17. Bochum: Deutsche Bergbaumuseum 122, 2004. S. 165–176.

*Grigoriev S.A.* Social processes in Ancient Eurasia and development of types of alloys in metallurgical production // Archaeoastronomy and Ancient Technologies. 2017. Vol. 5, № 2. P. 17–44.

*Kienlin T.L.* Frühes Metall im nordalpinen Raum. Eine Untersuchung zu technologischen und kognitiven Aspekten früher Metallurgie anhand der Gefüge frühbronzezeitlicher Beilen. T. I. Bonn. Rudolf Habelt Verlag, 2008. 447 s.

*Krause R.* Early tin and copper metallurgy in South-western Germany at the beginning of the Early Bronze Age // Old World Archaeometallurgy. Anschnitt. Beiheft 7, N 44. Bochum: Bergbaumuseum, 1989. S. 25–32.

*Krause R.* Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee. Rahden/Westf.: Marie Leidorf Verlag, 2003. 338 s.

*Kristiansen K., Larsson T.B.* The rise of Bronze Age society. Cambridge: University Press, 2005. 464 p.

*O'Brien W.* Ross Island. Mining, Metal and Society in Early Ireland. Galway: National University of Ireland, 2004. 768 p.

*O'Brien W.* Prehistoric copper mining and metallurgical expertise in Ireland // Povoamento e Exploracao dos Recursos Mineiros. Braga, 2011. P. 337–357.

*O'Brien W.* Bronze Age copper mining in Europe // Oxford Handbook of the Bronze Age. – Oxford: Oxford University Press, 2013. P. 433–449.

*Pernicka E., Lutz J.* Fahlerz- und Kupferkiesnutzung in der Bronze- und Eisenzeit // Bergauf Bergab – 10.000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. DBM 207, Bochum, 2015. S. 107–111.

*Presslingen H., Eibner C.* Montanarchäologie im Paltental (Steiermark). Bergbau, Verhüttung, Verarbeitung und Siedlungstätigkeit in der Bronzezeit // Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt. Beiheft 17. Bochum: Deutsche Bergbaumuseum 122, 2004. S. 63–74.

*Primas M.* Bronze Age economy and ideology: central Europe in focus // Journal of European archaeology. 1997. Vol. 5. P. 1–37.

*Sperber L.* Zur Bedeutung des nördlichen Alpenraumes für die spätbronzezeitliche Kupferversorgung in Mitteleuropa mit besonderer Berücksichtigung Nordtirols // Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt. Beiheft 17. Bochum: Deutsche Bergbaumuseum 122, 2004. S. 303–345.

*Stöllner T., von Rüden C., Hanning E., Lutz J., Kluwe S.* The enmeshment of Eastern Alpine mining communities in the Bronze Age. From economic networks to communities of practice // From bright ores to shiny metals. Anschnitt. Beiheft 29. Bochum: Bergbaumuseum, 2016. S. 75–107.

*Strahm Ch., Hauptmann A.* The metallurgical developmental phases in the Old World // (Kienlin T., Roberts B.W., eds.) Metals and societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway. Bonn: R. Habelt, 2009. P. 116–128.

*Tylecote R.F.* A history of metallurgy. London: The Metal Society, 1976. 182 p.

*Weisgeber G.* Schmelzanlagen früher Kupfergewinnung – ein Blick über die Alpen // Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt. Beiheft 17. Bochum: Deutsche Bergbaumuseum 122, 2004. S. 15–36.

***А.В. Фомичев***

*ОГТИ (филиал ОГУ), г. Орск, homabrut1987@gmail.com*

### **Организация горного дела у населения алакульской культуры Южного Зауралья и Мугоджар**

Добыча медного сырья в системе металлопроизводства населения позднего бронзового века Южного Зауралья и Мугоджар выступает одним из актуальных вопросов в изучении темы. Сложность и трудоемкость процессов требовала выработки системы знаний по определению наиболее перспективных меденосных участков и методов их дальнейшей разработки. Подобными знаниями обладали представители алакульского населения Южного Зауралья и Мугоджар, осваивавшие многочисленные месторождения региона. В последнее время эти вопросы все чаще затрагиваются в научных исследованиях, касающихся характеристики меднорудной базы и организации добычи меди в древности [Зайков и др., 2005; Юминов и др., 2013; Ткачев, 2017].

Известные к настоящему времени рудники Южного Урала и Мугоджар размещаются на месторождениях различных типов: 1) в гипербазитах и тальк-карбонатных породах; 2) в пироксенитах; 3) в базальтах и яшмах; 4) в гранитоидах и контактовых зонах [Зайков и др., 2005].

Наиболее распространенным способом разработки медных месторождений в бронзовом веке была добыча с помощью карьеров. Это было связано с тем, что, в первую очередь, велась добыча окисленных руд (малахит, азурит), слагающих верхние горизонты месторождений. Первоначально закладывались разведочные карьеры в виде небольших ям-закопушек (рудник Ушкаттинский, карьеры № 2–4, Чудской, карьер № 1). В случае обнаружения богатой жилы выработка расширялась. В зависимости от залегания и мощности жилы определялись ее дальнейшая форма и размер. Среди основных типов карьеров вы-

деляются линейные и изометричные. Древние карьеры на рудниках в гипербазитах (Дергамышский, Ивановский, Воровская яма, Ишкининский, Чудской, Шаншар, Придорожный) имели овальную, грушевидную, веретенообразную форму и достигали 80 м в диаметре. К данной группе рудников тяготеет Ушкаттинский рудник, приуроченный к выходам пироксенитов, где объектом добычи выступали маломощные корки малахита и азурита, что, вероятно, обусловило вытянутую форму (до 120 м) карьера № 1, максимально охватывающего зону медной минерализации. На рудниках в базальтовых и кремнисто-базальтовых комплексах (Женишке, Шиликтинский, группа рудников Куркудук, Актогай, Пшенсай, Аралча, Южный Жамантау) объектом для добычи в древности могла выступать только зона окисления (представленная малахитом и азуритом), выходящая на поверхность. В зависимости от мощности зоны окисления варьировались размеры (50–20 × 15–5 м) и форма (овальная, подковообразная, четырехугольная) карьеров. Особую группу древних горных выработок представляют рудники, приуроченные к контактовым зонам гранитоидов, где оруденение связано с кварцевыми жилами. Крупные карьеры линейной (рудники Шуулдак), корытообразной и округлой (рудник Кенгияк) форм, охватывали небольшие по размерам, но многочисленные пункты медной минерализации. К данному типу месторождений тяготеет Еленовское месторождение в зоне окисления прожилково-вкрапленных сульфидных руд в турмалиносодержащих породах, где была зафиксирована выработка овальной формы [Зайков и др., 2005; Юминов и др., 2013]. Следует отметить, что, возможно, применялся и подземный способ добычи, так как на Ишкининском руднике были зафиксированы вертикальные выработки глубиной до 20 м [Зайков и др., 2011].

Основными приемами разработки древних карьеров выступали раскалывание и рыхление рудовмещающей массы при помощи кайл и молотов. Орудия этих типов часто встречаются на древних выработках. Для их изготовления использовали подручный материал, которому при помощи оббивки придавалась необходимая форма: клиновидные или молотовидные очертания и желобки или выступы для крепления рукояти. В настоящее время каменные орудия горного дела обнаружены на рудниках Мугоджар; в Южном Зауралье они широко встречаются в коллекциях каменных изделий с поселений.

Пустая порода перемещалась в отвалы, отсыпавшиеся вдоль бортов карьеров. Обломки руды с медной минерализацией – на производственные обогатительные площадки, размещавшиеся в пределах рудников (Ишкининский, Южный Жамантау, Шуулдак, Новониколаевский и др.). Производственные обогатительные площадки представляют собой скопление мелкодробленой щебенки (размером 30 × 60 м), с корками и примазками окисленных минералов меди. Здесь производился отбор наиболее богатых медью минералов, отбраковка и сухое обогащение. Первичное обогащение производилось при помощи пестобразных орудий, молотков и рудодробильных камней. В ряде случаев применялся метод флотации: на Еленовском руднике площадка размещалась на берегу озера-старицы, на руднике Сарлыбай – на склоне прибрежного холма [Фомичев, 2010; Ткачев, 2017].

Сложным вопросом в изучении горного дела выступает определение лиц, ведущих добычу, и наличия у них определенной степени специализации.

В Южном Зауралье древние рудники расположены в окружении многочисленных поселений алакульской культуры. Зафиксированы следы пребывания населения позднего бронзового века и на самих горных выработках (Воровская яма, Новониколаевский) [Зайков и др., 2000; Юминов, Носкевич, 2014]. На территории Мугоджар памятники археологии часто группируются вокруг мест добычи руды, образуя археологические микрорайоны (Ишкининский, Еленовский, Ушкаттинский, Сарлыбайский). По мнению В.В. Ткачева [2009], они выступали в качестве первичных структурных единиц организации процессов горного дела и металлургии – горно-металлургических комплексов. Древние рудники являлись пер-



вичными хозяйственными единицами, к которым тяготели поселения и некрополи. В южной части Мугоджар особенно четко прослежена разреженность памятников, здесь места пребывания населения позднего бронзового века зафиксированы либо местонахождениями керамики, либо поселениями с незначительным культурным слоем. Население, оставившее эти памятники, вполне могло заниматься разработкой древних рудников.

Выделение особых групп горняков среди алакульского населения на данный момент преждевременно, т.к. ни на одном из поселений, даже расположенных в округе рудников, не выявлены черты горнорудной специализации. Каменные орудия горного дела, аналогичные найденным на территории горных выработок, представлены единичными экземплярами. Исключение составляют песты, которые относятся к универсальному типу, и могли применяться для других операций. Общий облик поселений отражает основную специфику хозяйственно-культурного типа скотоводов.

Можно предположить, что добычу руды могли вести члены общины, свободные от повседневных работ. Сама добыча руды могла носить сезонный характер, преимущественно в теплое время года, особенно это касается южных районов Мугоджар. В качестве примера стоит указать на поселение Сарлыбай III, расположенное в окрестностях двух рудников Сарлыбай I, II. Здесь в ходе раскопок изучена постройка, в пределах которой не были выявлены теплотехнические сооружения, что указывает на ее эксплуатацию в теплое время года [Ткачев, 2017]. Организацию работ могли осуществлять лица, непосредственно связанные с металлургическим производством, обеспечивающим им определенный высокий статус в общинах. В дальнейшем руда поступала в их распоряжение для удовлетворения потребности населения в металлических изделиях либо использовалась в обменных операциях.

В этнографическом материале описываются аналогичные случаи. У ряда племен Африки добыча руды являлась сезонным делом, организацией которого занимался «главный металлург». Для этого в общинах выделялись разнополюе и разновозрастные группы: как правило, мужчины вели разработку карьеров, а женщины и дети собирали окисленные руды на поверхности [История..., 1988].

Таким образом, в результате проведенных работ установлено:

1. В позднем бронзовом веке на Южном Урале и в Мугоджарах велась разработка различных типов месторождений меди. Добыча велась преимущественно открытым способом, при помощи карьеров. В зависимости от простираения рудного тела и мощности зоны окисления варьировались форма и размеры карьеров.

2. При добыче руды применялись орудия труда, изготовленные из камня (кайлы-мотыги, молоты), при помощи которых велось дробление и рыхление рудовмещающей породы. В пределах рудников на специализированных площадках осуществлялось сухое обогащение руды, а также население позднего бронзового века применяло обогащение методом флотации.

3. Добычу руды могли вести не специализированные группы горняков, а члены общины под руководством лиц, занятых в металлургическом производстве.

## Литература

Зайков В.В., Зданович Г.Б., Юминов А.М. Воровская яма – новый рудник бронзового века на Южном Урале // Археологический источник и моделирование древних технологий. Труды музея-заповедника Аркаим. Челябинск: Спецприрод.-ландшафт. и ист.-археол. центр «Аркаим»; Ин-т истории и археологии УрО РАН, 2000. С. 112–130.

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. 2005. № 4. С. 101–115.

*Зайков В.В., Юминов А.М., Зайкова Е.В., Таиров А.Д.* Основы геоархеологии: учебное пособие. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2011. 263 с.

История первобытного общества. Эпоха классового образования / Под ред. Ю.В. Бромлей. М.: Наука, 1988. 568 с.

*Ткачев В.В.* Горно-металлургические комплексы в системе археометаллургической таксономии // Вестник Челябинского гос. ун-та. История. 2009. Вып. 38. № 41 (179). С. 5–7.

*Ткачев В.В.* Формирование культурного ландшафта Уральско-Мугоджарского региона в позднем бронзовом веке: освоение медно-рудных ресурсов и стратегия адаптации к условиям горно-степной экосистемы // Stratum plus: археология и антропология. 2017. № 2. С. 205–230.

*Фомичев А.В.* Поселения эпохи поздней бронзы в бассейне р. Киимбай // Археологические памятники Оренбуржья: сборник научных трудов. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2010. Вып. 10. С. 140–146.

*Юминов А.М., Зайков В.В., Коробков В.Ф., Ткачев В.В.* Добыча медных руд в бронзовом веке в Мугоджарах // Археология, этнография и антропология Евразии. 2013. № 3. С. 87–96.

*Юминов А.М., Носкевич В.В.* Геолого-минералогические и геофизические исследования древнего медного рудника Новониколаевский (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 108–112.

***В.В. Ткачев***

*Институт степи УрО РАН, г. Оренбург,  
vit-tkachev@yandex.ru*

### **К вопросу об источниках олова для металлургии бронзы на западной периферии алакульской культуры позднего бронзового века (II тыс. до н.э.)**

Наступление позднего бронзового века (ПБВ) в степях Северной Евразии ознаменовалось формированием крупнейшего историко-металлургического образования – Западно-азиатской (Евразийской) металлургической провинции (ЕАМП) [Сernych, 2013]. Важнейшей технологической инновацией в этот период стало широкое использование оловянных лигатур в бронзолитейном производстве, что отчетливо продемонстрировали спектрально-аналитические исследования металлических изделий из срубно-алакульской зоны металлопроизводства. В южных отрогах Уральских гор в срубно-алакульском пограничье сформировались три горно-металлургических центра (ГМЦ): Приуральский, Зауральский и Уральско-Мугоджарский, базировавшиеся на эксплуатации многочисленных месторождений и рудопроявлений меди, имеющих различную геологическую позицию. Их функционирование было связано с металлопроизводственной деятельностью носителей срубной и алакульской культур. Последняя представлена в регионе двумя локальными вариантами: западноалакульской и кожумбердынской культурными группами.

Отличительной особенностью минерально-сырьевой базы металлопроизводственных центров, локализующихся в пределах Уральской горно-металлургической области (ГМО), являлось отсутствие сколько-нибудь значительных рудопроявлений олова, что актуализирует проблему определения источников данного легирующего компонента. Этот вопрос до настоящего времени не становился объектом специального исследования.

К числу территорий, способных гипотетически выступить в качестве исходных районов, откуда в ПБВ осуществлялся импорт олова для цветной металлургии Южного Урала, могли выступать горнорудные центры Алтайской, Казахстанской и Среднеазиатской ГМО. Учитывая высокую миграционную активность срубного и алакульского населения, а также различную направленность векторов культурных взаимодействий, нельзя исключить ни одну из версий.

Уже с момента открытия следов древних горных работ на касситеритовых месторождениях Калба-Нарымской зоны Рудного Алтая этот район рассматривался в качестве наиболее предпочтительного исходного пункта поступления легирующего сырья для металлопроизводственных очагов ЕАМП [Черных, Кузьминых, 1989]. Новейшие исследования на территории Казахстанского Алтая усилили эту версию новыми аргументами [Берденов, 2008; Stöllner u. a., 2013]. Действительно, для сейминско-турбинских популяций, появившихся в Восточной Европе на рубеже эпох средней и поздней бронзы, этот источник олова хорошо согласуется с надежно реконструируемым западным вектором миграций населения из Алтайско-Западно-Сибирского региона. Но распространение волго-уральского комплекса в Урало-Казахстанском регионе, маркируемого памятниками синташтинского, а чуть позже раннеалакульского (петровского) облика, имело противоположное направление с запада на восток. С учетом практически полного отсутствия свидетельств реверсивных перемещений населения указанную гипотезу применительно к алакульским древностям Южного Урала приходится оценивать весьма скептически. Хотя, нужно отметить, что знакомство алакульских кузнецов с оловянными бронзами и новейшей технологией тонкостенного литья, позволявшей получать вместо изделий с коваными насадами более совершенные и прочные орудия с литой втулкой, произошло, видимо, в результате контактов с носителями сейминско-турбинских металлургических традиций.

Еще одним возможным направлением поиска источников олова для металлургии бронзы на западном фланге алакульской культуры может выступить Казахстанская ГМО. Бронзолитейное производство населения ПБВ Сары-Арки и сопредельных регионов в значительной мере опиралось на собственную минерально-сырьевую базу. Так, в Центральном Казахстане задокументировано порядка 60 оловорудных проявлений и более 20 россыпей. Значительная их часть концентрируется в Жезказган-Улытауском ГМЦ. Горные выработки, приуроченные к касситеритовому проявлению Южный Болаттау, зафиксированы в Северо-Бетпақдалинском ГМЦ [Берденов, 2008]. По мере накопления источников, этот перечень, по всей видимости, будет дополнен серией новых пунктов в пределах Кокшетауского ГМЦ в Северном Казахстане, где открыты Донецкое и Сырымбетское месторождения, причем в последнем по современным оценкам сосредоточено 66.3 % запасов олова Казахстана.

Обсуждаемая гипотеза довольно реалистична, поскольку памятники алакульской культуры Урало-Казахстанского региона уже на раннем (петровском) этапе демонстрируют высокую степень интеграции в сфере горно-металлургического производства. На это недвусмысленно указывают близость морфологических параметров горных выработок и орудий горного дела, конструктивных особенностей теплотехнических сооружений металлургических комплексов поселений, рецептуры бронз, технологии металлообработки и типологической номенклатуры металлических изделий в пределах всего алакульского ареала. Между тем, следует обратить внимание на то обстоятельство, что уже на заре становления алакульской культуры произошло формирование нескольких ее локальных вариантов в Южном Приуралье, Уральско-Мугоджарском регионе, Южном Зауралье, лесостепном Притоболье вплоть до предтаежной зоны Южного Зауралья, Верхнем (Кустанайском) Притоболье и Тургае, Северном Казахстане (Петропавловское Приишимье), Центральном Казахстане. Несомненно, в основании такой культурной обособленности лежали соответствующие локальным вариантам автономные хозяйственно-культурные модели, максимально адаптированные к занимаемым экосистемам и опирающиеся на их природно-ресурсный потенциал.

Основу системы жизнеобеспечения алакульской культуры составляло скотоводство, причем в степных и полупустынных районах Центрального и Западного Казахстана, судя по имеющимся в нашем распоряжении данным, оно носило подвижный характер. Посезонное

чередование пастбищных угодий и приуроченность циклических миграций к источникам питьевой воды заставляло носителей алакульского культурного комплекса, прежде всего, ориентироваться на имевшиеся в их распоряжении гидрографические сети. С учетом этой особенности хозяйства, мы можем предполагать, что и торгово-обменная деятельность в горно-металлургической сфере в значительной мере определялась направленностью сезонных миграций населения. Исходя из этих обстоятельств, можно предполагать, что Жесказган-Улытауский ГМЦ удовлетворял не только собственные потребности, но и обеспечивал медью и оловом алакульские популяции, проживавшие в пределах Тургайского прогиба. Металлом Кокшетауского ГМЦ, включая легирующие компоненты, видимо, снабжались лишенные собственных сырьевых ресурсов центры металлообработки в Притоболье и Петропавловском Приишимье.

На западной периферии ареала алакульской культуры, охватывающей южную оконечность Уральской ГМО, мы наблюдаем совершенно иную картину. Населением, оставившим памятники западноалакульской культурной группы в среднем течении р. Урал в пределах Сыртово-Предуральской и Западно-Примугоджарской провинций, активно разрабатывались меднорудные объекты, приуроченные к медистым песчаникам Приуралья. В историко-металлургическом отношении указанная территория охватывает Уральский левобережный и Верхнеилекский районы в южной части Приуральского ГМЦ. Восточнее, в Приюжноуралье и Мугоджарах локализуется Уральско-Мугоджарский ГМЦ, функционирование которого связано с металлопроизводственной деятельностью кожумбердынской культурной группы.

Между тем, открытым остается вопрос об источниках олова для металлургии бронзы. В этом плане наиболее перспективным представляется среднеазиатское направление поиска исходного района получения этого ценного легирующего компонента для бронзолитейного производства. В контексте нашего исследования значительный интерес представляет то обстоятельство, что в ходе изучения памятников горной археологии надежно доказано, что многочисленные месторождения и рудопоявления касситеритов в бассейне Зарафшана начали разрабатываться, по меньшей мере, в ПБВ [Рузанов, 2013]. В самой полной на сегодняшний день сводке, содержащейся в специальной работе Н.А. Аванесовой [2012], в пределах Зарафшанского ГМЦ только на территории Узбекистана учтено 137 пунктов древней добычи олова, наибольшая концентрация которых отмечена в Зирабулакских (Лапас, Чангалли, Кочкарлы и др.) и Зиатдинских (Карнаб, Кермине, Чай-Дароз) горах.

Примечательно то, что освоение и эксплуатация оловорудных ресурсов рассматриваемой части Среднеазиатского междуречья практически всеми специалистами в области горной археологии и археометаллургии позиционируется с андроновскими популяциями. Это подтвердили и новейшие комплексные исследования, в ходе которых были получены убедительные доказательства добычи и первичной переработки оловянных руд носителями андроновского культурного комплекса в XVIII–XIV вв. до н.э. [Парцингер, Бороффка, 2002]. В то же время, немецкими исследователями весьма скептически оценивается возможность поставок андроновцами олова не только в южные оседло-земледельческие центры, относящиеся к Бактрийско-Маргианскому археологическому комплексу (БАМК), но и в северные степные районы, занятые носителями алакульской и срубной культур. Предполагается, что олово из Зарафшанской долины распространялось преимущественно в среде родственного андроновско-тазабагьябского населения Южного Приаралья и обеспечивало потребности Кызылкумского ГМЦ [Garner, 2013].

Представляется, что гипотеза о северном направлении экспорта олова из Зирабулак-Каратюбе-Зарафшанского горнорудного района в ПБВ все-таки является наиболее перспективной. Исследователями отмечено движение отличающихся высокой мобильностью и ми-

грационной активностью носителей западноалакульского и кожумбердынского культурных комплексов из степного Приуралья и Уральско-Мугоджарского региона через Северо-Восточное Приаралье и плато Устюрт (Арало-Каспийское междуморье) в Мургабский оазис и Среднеазиатское междуречье вплоть до его самых южных районов. Отражением ранней фазы миграций раннеалакульского (петровского) населения с горно-металлургической специализацией в бассейн Зарафшана являются материалы Тугайного поселения близ Самарканда [Аванесова, 2012]. Примечательно то, что в Северо-Восточном Приаралье выявлена представительная серия памятников, маркирующих промежуточные пункты миграционных маршрутов, причем корпус источников постоянно пополняется [Тажекеев и др., 2013]. В конечном счете, вовлечение Среднеазиатского региона в орбиту культурогенетических процессов, протекавших в степях Северной Евразии, привело к формированию тазабагыбской культуры и зарафшанского варианта (по Н.А. Аванесовой) андроновской культурно-исторической общности.

Исследования показали, что особенностью хозяйственно-культурных моделей западноалакульской и кожумбердынской культурных групп являлось гармоничное сочетание одной из форм кочевого скотоводства с посезонным распределением пастбищных и водных источников и горно-металлургического производства, характеризующихся совпадением сезонных хозяйственных и технологических производственных циклов, что обеспечивало предельную рациональность и эффективность адаптационных стратегий. При этом для реконструкции хозяйственного уклада весьма эффективным оказалось привлечение данных казахской этнографии Арало-Каспийского региона. Применительно к теме нашего исследования также уместно обратиться к источникам, позволяющим сопоставить имеющиеся в нашем распоряжении сведения о маршрутах караванных путей из Средней Азии в степи Южного Урала с археологическими данными о торгово-обменной деятельности в сфере горно-металлургического производства в эпоху поздней бронзы. Реальность существования коммуникационных каналов, способных обеспечить поставки среднеазиатского олова в металлопроизводственные центры Приуралья и Уральско-Мугоджарского ГМЦ, косвенно подтверждается историческими источниками о караванных путях, проходивших через Северо-Восточное Приаралье и совпадавших в XIX в. с направлениями сезонных перекочевок отдельных казахских родов, которые обычно и контролировали торговые артерии. Эти сведения систематизированы и подробно проанализированы в работе А.Д. Таирова [1995].

Особенностью «караванных дорог» было обязательное наличие на пути следования пастбищ и водных ресурсов. Естественным условием успешной транспортировки грузов и преодоления сложных участков в пустынях являлось присутствие в составе стада тягловых и вьючных животных, среди которых важнейшее место занимали верблюды. В этом плане показательны наличие изображений верблюда в петроглифах Мугоджар, находка глиняной фигурки этого животного на Ушкаттинском поселении в Приюжноуралье, присутствие костей верблюда в остеологических коллекциях Алексеевского поселения на Тоболе и поселения горняков Карнаб-Сичкончи на площади касситеритового месторождения в Зиаэтинских горах Узбекистана.

Для нашего исследования наибольший интерес представляют три маршрута (рис.). Караванная дорога из Орска в Среднюю Азию пролегла от устья р. Орь вверх по течению к верховьям Баксайса, далее поворачивала на восток по Карабутуку через одноименный форт (разв. Старый Карабутак), затем – на юг по правому берегу р. Иргиза до впадения в него р. Кайракты. Здесь осуществлялась переправа на левый берег, и путь продолжался до Уральского укрепления (совр. Иргиз). Отсюда, обойдя с запада оз. Мельдиколь, караваны направлялись к Акджулпасу на северо-восточном побережье залива Сарычаганак (Араль-

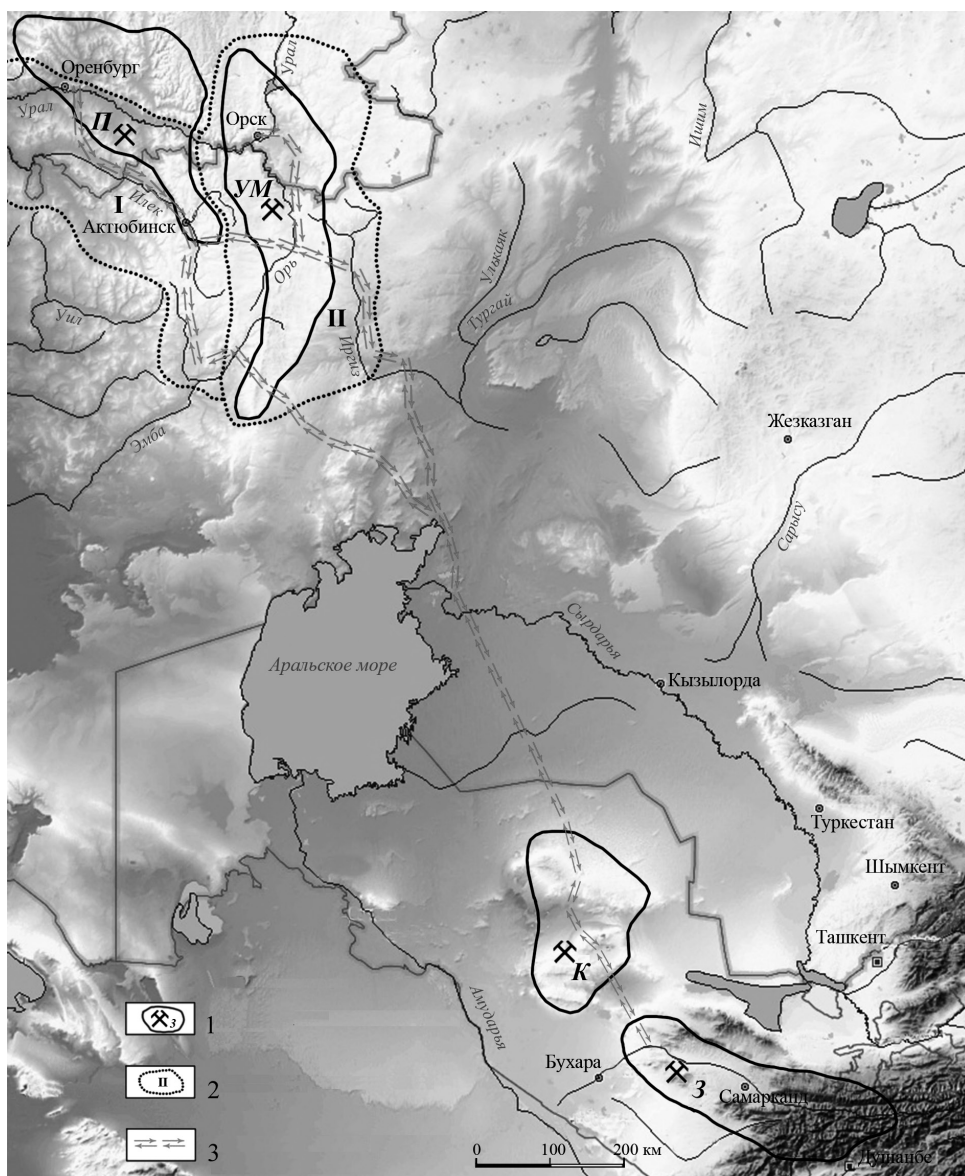


Рис. Карта реконструируемых маршрутов поступления олова из Средней Азии в Северное Приаралье и на Южный Урал в позднем бронзовом веке (II тыс. до н.э.):

I – ареал западноалакульской культурной группы; II – ареал козумбердынской культурной группы; *П* – Приуральский ГМЦ; *УМ* – Уральско-Мугоджарский ГМЦ; *К* – Кызылкумский ГМЦ; *З* – Зарафшанский ГМЦ. 1 – границы горно-металлургических центров; 2 – границы ареалов культурных групп; 3 – маршруты «караванных дорог» и сезонных миграций.

ское море), откуда путь пролегал в низовья Сырдарьи к Форту № 1 (Казалинск) и далее в долину Зарафшана, являвшуюся в древности и Средние века одним из ответвлений Великого шелкового пути.

На участке от северо-восточного побережья Аральского моря описанный маршрут практически совпадал с другим караванным трактом из Бухары в г. Оренбург («дорога кич-

кене-шектинцев»). Караваны из долины Зарафшана шли через пески Батпакум и Кызылкумы, низовья Жанадарьи к Казалинску. Далее через Приаральские Каракумы в район современного Аральска. Отсюда караванная дорога поворачивала на северо-запад, шла через пески Малые и Большие Барсуки к оз. Шалкар. Оттуда по левобережью Каульжара путь продолжался до Берчогурского перевала в Южных Мугоджарах к верховьям р. Эмбы. Затем вверх по течению ее правого притока р. Темир дорога достигала верховьев р. Илек. Вдоль р. Илек путь продолжался до устья его правого притока р. Куралы, вверх по которой достигал верховьев р. Бердянки, впадающей под г. Оренбургом в р. Урал.

Существовал еще один более удобный маршрут из Приуралья в Среднюю Азию, соединявший два описанных выше караванных тракта («дорога торткаринов»). В этом случае караваны двигались по р. Илек до урочища Бештамак южнее Актюбинска, откуда по Табанталу и Ойсылкаре достигали верховьев р. Ори в Северных Мугоджарах и выходили на форт Карабутак.

Таким образом, описанные направления торговых путей, по всей видимости, имели своеобразную предысторию в позднем бронзовом веке. Посредством этих коммуникаций, соответствовавших, вероятно, маршрутам сезонных миграций отдельных популяций скотоводческого населения западноалакульской и кожумбердынской культурных групп, могли обеспечиваться оловом металлопроизводственные центры Приуральского и Уральско-Мугоджарского ГМЦ. Такой вывод пока во многом носит спекулятивный характер и требует подтверждения аналитическим изучением геохимических характеристик бронзовых изделий, руд, металлургических шлаков и других продуктов металлургического передела, в том числе, изотопными анализами по свинцу.

Так или иначе, Кызылкумский и Зарафшанский ГМЦ Среднеазиатского междуречья в эпоху поздней бронзы (II тыс. до н.э.) следует рассматривать в системе Западноазиатской (Евразийской) металлургической провинции, в то время как оседло-земледельческие центры БМАК находились в орбите Ирано-Афганской металлургической провинции.

*Работа подготовлена в рамках госзадания по теме № 04021-2016-0001 «Степи России: экологические основы устойчивого развития, обоснование природоподобных технологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды».*

## Литература

- Аванесова Н.А. Древние горняки Зарафшана // Археология Узбекистана. 2012. № 1. С. 3–35.
- Берденов С.А. Казахстанские месторождения меди и олова и их разработка в бронзовом веке // Известия НАН РК. Сер. обществ. наук. 2008. № 1. С. 42–55.
- Парцингер Г., Бороффка Н. Поселение металлургов эпохи бронзы в Карнаб-Сичкончи // Первобытная археология: Человек и искусство. Новосибирск: Кемеровский гос. ун-т, 2002. С. 163–167.
- Рузанов В.Д. Металлообработка на юге Средней Азии в эпоху бронзы. Самарканд: Ин-т археологии АН РУз, 2013. 247 с.
- Тажекеев А.А., Онгар А., Шораев Б. Тапа – памятник эпохи бронзы Северо-Восточного Приуралья // Труды филиала Института археологии им. А.Х. Маргулана в г. Астана. Астана: Издательская группа ФИА им. А.Х. Маргулана в г. Астана, 2013. Т. II. С. 167–171.
- Таиров А.Д. Торговые коммуникации в западной части Урало-Иртышского междуречья. Препринт. Челябинск: изд-во ЧелГУ, 1995. 43 с.
- Черных Е.Н., Кузьминых С.В. Древняя металлургия Северной Евразии (сейминско-турбинский феномен). М.: Наука, 1989. 320 с.
- Černych E. Die Eurasische (Westasiatische) metallurgische provinz der spätbronzezeit: aufstieg – blüte – niedergang. In: Unbekanntes Kasachstan – Archäologie im Herzen Asiens. Katalog der Ausstellung des

Deutschen Bergbau-Museums Bochum vom 26. Januar bis zum 30. Juni 2013. Band I. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, 2013. S. 185–200.

*Garner J.* Das Zinn der Bronzezeit in Mittelasien II. Die Montanarchäologischen Forschungen der Zinnlagerstätten. (Archäologie in Iran und Turan, Bd. 12, Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum, Bd. 194). Berlin-Bochum: Deutsches Archäologisches Institut, Deutsches Bergbau-Museum, 2013. 405 s.

*Stöllner T., Samašev Z., Berdenov S., Cierny J., Doll M., Garner J., Gontšarov A., Gorelik A., Hauptmann A., Herd R., Kušć G., Merz V., Riese T., Sikorski B., Zickgraf B.* Zinn und Kupfer aus dem Osten Kasachstans (ergebnisse eines Deutsch-Kasachischen projektes 2003–2008) // Unbekanntes Kasachstan – Archäologie im Herzen Asiens. Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum vom 26. Januar bis zum 30. Juni 2013. Band I. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum, 2013. S. 357–382.

**И.П. Алаева<sup>1</sup>, М.А. Рассомахин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – ЮУрГГПУ, г. Челябинск, [alaevaira@mail.ru](mailto:alaevaira@mail.ru)

<sup>2</sup> – ИГЗ, г. Миасс

### **Следы плавки меди в колодце поселения Чебаркуль III**

На сегодняшний день в соотнесении какой-либо очажной системы эпохи бронзы с понятием «металлургическая печь» имеются определенные трудности. На большинстве памятников следы металлургии и металлообработки сохраняются в минимальном количестве в силу долговременного функционирования многослойных поселений. Из всех очажных систем, зафиксированных на памятниках позднего бронзового века Южного Зауралья, в качестве медеплавильной определена печь с многослойного поселения Тавлыкаево, где представлена прямоугольная камера (22 × 27 см, глубина 16 см), выложенная четырьмя известняковыми плитами. Внутри камеры обнаружен шлак и медный слиток весом 105 г [Морозов, 1983]. Аналогичная конструкция печи с медным слитком отмечена на поселении Атасу I (медеплавильная печь 5) [Кадырбаев, Курманкулов, 1992]. Диагностическим признаком металлургического процесса в таких объектах выступает наличие явных следов плавки меди. Между тем, для многих теплотехнических объектов мы не можем привести подобных свидетельств.

С введением в научный оборот поселений синташтинской культуры, появились исследования, рассматривающие колодцы укрепленных поселений комплексно, как систему колодец-печь, в которой колодец играет особую роль в металлургическом производстве [Григорьев, 2000; 2013]. В качестве признаков, указывающих на связь пристроенных к колодцам очагов с металлургическим процессом, перечисляются: 1) система прокалов вблизи и в верхней части ям (мощность прокаленного грунта в верхней части колодцев достигала 50 см); 2) наличие дополнительных конструкций вблизи и в самой яме-колодце, а именно: пристроенные ямы с прокалами (печи), отходящие от колодцев горизонтальные «канавки», заполненные прокаленными камнями, и удлиненные выступы с прокаленными стенками, вертикальные «канавки» в стенках колодезной ямы; 3) прямые следы металлургического производства (шлаки, капли меди, пережженные кости (флюс)); 4) концентрация каменных металлообрабатывающих орудий вблизи приколодезной зоны. Перечисленные признаки связи колодца с металлургическим процессом на поселениях эпохи поздней бронзы степного Южного Зауралья выявлены в 12 случаях из 25. По-видимому, даже на одном поселении не все ямы-колодцы могли быть задействованы в металлургическом процессе.



В целом, на сегодняшний день гипотеза о связи системы колодец-печь с металлургическим процессом не является доказанной, хотя не раз обсуждалась в печати [Григорьев, 2000, 2013]. Новым развитием данной идеи является серия экспериментальных работ по реконструкции печей т.н. «шахтного типа» (глубоких ям до 2 м) с поселений Атасу I и Талдысай [Русанов, Ермолаева, 2011].

Главным затруднением в определении ям-колодцев в качестве металлургических печей остается отсутствие достоверных данных и свидетельств их использования в металлургическом процессе.

Одним из вариантов преодоления данного затруднения может стать использование рентгенофлуоресцентного (РФА) метода для анализа почв, грунтов и предметов из заполнения колодцев. Известные примеры анализа методом РФА почв касаются культурного слоя античных городов [Александровский и др., 2015], городских слоев исторического периода [Якимов, Новиков, 2016], примеры использования данного метода на почвах поселений бронзового века Южного Зауралья немногочисленны.

В качестве объекта исследования был выбран один из колодцев поселения Чебаркуль III, где фиксировались признаки использования колодца в металлургическом процессе. В заполнении колодца и за его пределами в толще культурного слоя были отобраны 11 почвенных проб для последующего их сравнения между собой. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) проводился на портативном анализаторе Innov-Xa 400, режим Soil. Чувствительность прибора для наиболее распространенных примесей (Zn, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Ni) составляет около 10 г/т (см. табл. 1). Для 3 образцов (номера с префиксом а) анализ был продублирован на спектрометре Спектроскан МАКС-GV (см. табл. 2).

Поселение Чебаркуль III расположено в Чебаркульском районе Челябинской области. Площадка поселения исследована несколькими смежными раскопами общей площадью 1731 м<sup>2</sup>. Основу керамической коллекции памятника составляют сосуды алакульской культуры и черкакульско-межовского комплекса. В коллекции поселения Чебаркуль III представлено около 20 фрагментов литейных форм из камня и керамики, обломки плавильных чаш и ошлакованная керамика. По результатам РФА поверхности предметов и изделий из материалов поселения, было сделано заключение о контакте с расплавленным металлом и использовании этих категорий предметов в металлургическом производстве [Алаева и др., 2017].

Интересующий нас колодец – объект 4С – локализован в раскопе С (2013 г.). На уровне материка (уровень –15) объект 4С представлен очертаниями прямоугольной формы с четко выраженными прямыми углами северной стороны (1.1 × 1.5 м). С восточной стороны локализована выкладка из необработанных камней («горизонтальный дымоход»). С северо-востока и юга к объекту 4С примыкали вытянутые полосы прокаленного грунта (длиной 1.5–2 м). Объект 4С представлял собой яму в материковом грунте, глубиной 180 см (уровень –15 –195). Диаметр ствола ямы в нижней части составил 70–75 см, в верхней части она имела воронковидный профиль размером 1.1 × 1.5 м, в плане – выраженную подчетырехугольную форму, ориентированную продольной стороной по линии северо-восток – юго-запад (рис. 1).

В верхнем заполнении объекта на глубину 1 м фиксировался просевший слой прокаленного грунта с мощностью прокалов до 10–15 см. Нижнее заполнение было засыпано слоем материкового грунта и песка. В верхней части объекта в его юго-западном борту обнаружена вертикальная «канавка» длиной 23 см (с уровня –52 до уровня –80) и глубиной 20 см, заполненная серым гумусированным супесчаным грунтом. На глубине –112 –195 в нижней части колодца заполнение представлено материковой глиной с песком. С уровня –170 выступили грунтовые воды. На глубине –156 вокруг стен ямы обнажились деревянные колышки оплетки колодца с сохранившейся длиной около 50 см.

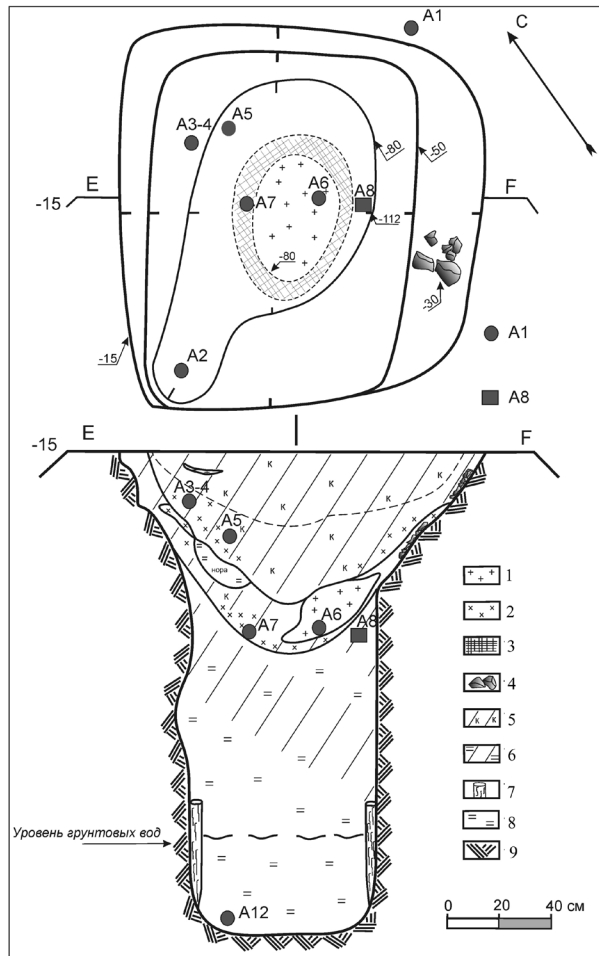


Рис. 1. Яма-колодец (объект 4С). План, профиль. Поселение Чебаркуль III.

A1 – точка забора грунта; A8 – локализация изделия из рога; 1 – древесный уголь, сажа; 2 – провал; 3 – участки прокаленного грунта; 4 – камни; 5 – гумусированный коричневый грунт; 6 – смешанный грунт (глина и гумус); 7 – деревянные колышки оплетки колодца; 8 – глина; 9 – материк.

Обнаружение в заполнении объекта 4С керамики исключительно алакульской культуры определяет время бытования колодца поздним бронзовым веком.

Прорезание водоносного слоя и сохранившиеся на дне кольца и ветки плетеной опалубки свидетельствуют об использовании объекта в качестве колодца. В то же время, некоторые конструктивные элементы объекта 4С, такие как вертикальная «канавка» в борту ямы, просевший в верхнее заполнение колодца прокаленный грунт с кусками спекшейся глины и прокаленных камней, вытянутые углубления с прокаленными стенками, ведущие с северной и южной стороны к объекту 4С, возможно, связаны с дополнительными функциями колодца в металлургическом производстве.

На разных глубинах заполнения объекта 4С было отобрано 11 почвенных проб и одна проба с поверхности рогового изделия (№ А-8). На приводимом плане и профиле колодца указаны места забора грунта для анализа (рис. 1, см. табл. 1, 2).

По результатам РФА, в почве, отложившейся в заполнении объекта 4С, фиксировались повышенные содержания меди; в то же время в почве культурного слоя за пределами ко-

Таблица 1

Содержание элементов в почвах культурного слоя поселения Чебакуль III, рртп

Номер пробы	Локализация в раскопе	Характеристика грунта	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr	Mn	Ti	Fe	Sr	Rb
A-1	Квадрат 10 Е, гл. – 7, грунт рядом с объектом 4С	Смешанный слой «зольника» желтого цвета и гумуса	203	1291	-	-	-	11180	-	31094	1609	66
A-2	Объект 4С, «вертикальный дымоход» в ЮЗ борту колодца, гл. –52–75	Гумусированный супесчаный грунт темно-серого цвета	<100	94	-	23	-	592	5711	43787	505	151
A-3	Объект 4С, гл. –15–20, верхнее заполнение	Прокаленный грунт, спелкшийся участок красного цвета	<100	76	-	-	-	2334	7302	123116	227	71
A-4	Объект 4С, гл. –15–20, верхнее заполнение	Спелкшийся участок темного, сажистого грунта	-	99	-	31	238	4392	5432	50619	540	130
A-5	Объект 4С, гл. –20–70, верхнее заполнение в северной части объекта	Гумусированный грунт коричневого цвета с участками прокалов	106	269	131	25	-	7152	5611	39954	520	118
A-6	Объект 4С, гл. –70 –90 основание верхнего заполнения	Грунт с прослойками саж, угля в основании просеяного прокаленного слоя	160	515	374	-	-	5353	4993	49744	628	141
A-7	Объект 4С, гл. –70 –90 основание верхнего заполнения	Уголь в буром прокаленном грунте	349	915	1059	-	838	79887	-	31221	844	77
A-8	Объект 4С, гл. –112, осыпь восточного борта колодца	Заготовка корневой части лосинного рога в гумусированном грунте	<100	215	130	-	-	23750	-	14247	1414	205
A-9	Квадрат 15Х, гл. «Ф», межжилцное пространство	Темно-коричневый супесчаный грунт	-	134	-	-	-	1172	1497	16096	934	58
A-10	Квадрат 15Ф, гл. –20–30, пол постройки	Темно-коричневый супесчаный грунт	-	336	-	-	-	1249	4388	40650	553	127
A-11	Квадрат 17Ь, гл. –30, окраина поселения	Смешанный грунт «зольника» и гумуса	-	210	-	20	-	1439	2661	37246	629	108

Примечание. Рентгенофлуоресцентный анализ проводился на портативном микроанализаторе Ippov-Xα 4000, аналитик М.А. Рассомахин. Прочерк – не обнаружено.

Таблица 2

## Содержание элементов в почвах культурного слоя поселения Чебаркуль III, ppm

Номер пробы	Локализация в раскопе	Характеристика грунта	Cu	Zn	Ni	Pb	Cr	Mn	Ti	Fe	Sr	Rb
A-2a	Объект 4С, «вертикальный дымоход» в ЮЗ борту колодца, пл. –52 –75.	Гумусированный сулещаный грунт темно-серого цвета	54	91	64	23	128	2211	6132	49018	477	152
A-7a	Объект 4С, пл. –70 –94, основание верхнего заполнения	Участки прокаленного грунта	150	299	188	22	112	5806	6165	60951	509	128
A-12	Объект 4С, дно колодца	Глина с прослойками гумуса	145	129	171	13	80	626	7598	53821	494	171

*Примечание.* Анализ валового содержания элементов проведен на спектрометре Спектроскан МАКС-GV. Центр коллективного пользования научным оборудованием ИФХиПП РАН г. Пушкино, аналитик П.И. Калинин.

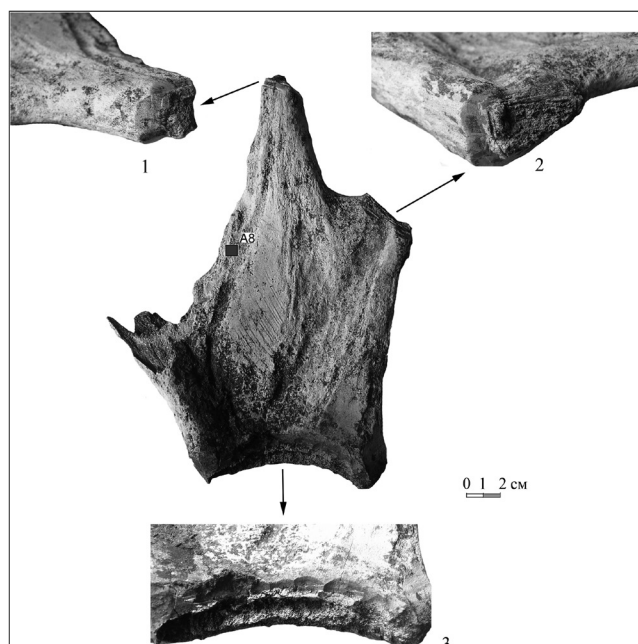


Рис. 2. Заготовка из корневой части лосиного рога. Объект 4С. Поселение Чебаркуль III.

1, 2, 3 – крупный план спилов рога.

лодца металла не было обнаружено (см. табл. 1, №№ А-9, А-10, А-11).

Кроме того, в колодце на глубине –112 было обнаружено приспособление из корневой части лосиного рога в месте осыпи восточного борта, в толще темного гумусированного грунта, под камнями осыпи и просевшим слоем прокаленного грунта, т.е. локализация предмета указывает на первоначальное местонахождение на борту объекта 4С, но оно не связано с массивом прокала, т.к. находится под ним в гумусированном грунте. Ниже локализации лосиного рога объект 4С был преднамеренно забутован грунтом материкового песка и глины, не содержащим находок. Только на самом дне объекта были обнаружены фрагменты сосудов алакульской культуры.

Раскрой лосиного рога соответствует схеме раскроя, известной мастеру косторезного дела, и применяемой для получения заготовок-пластин для последующего изготовления орудий и изделий [Бородовский, 2008], из чего можно сделать заключение, что данная находка, как минимум, является продуктом сознательного раскроя, т.е. заготовкой. Сохранившийся фрагмент относится к вторичной разделке лопаты лося, включающей в себя отсечение отростков (один отсечен) и рассечение лопаты на пластины (рис. 2). Возможно, «рваный» край и трещины по одно-

му из краев свидетельствуют о том, что данная заготовка попала в категорию брака (?). М.К. Кадырбаев и Ж. Курманкулов [1992] назвали сходные по морфологии обломки рога роговыми наковальнями, на которых обрабатывались изделия из кости и дерева. Анализ поверхности рогового изделия также продемонстрировал превышение пиков меди, что может объясняться фактом нахождения предмета в колодце.

Таким образом, обнаружение методом РФА следов повышенного содержания меди в почвах заполнения колодцев бронзового века может рассматриваться как свидетельство использования ям-колодцев бронзового века в металлургическом производстве.

## Литература

*Алаева И.П., Рассомахин М.А., Медведева П.С., Анкушев М.Н.* Свидетельства металлургического производства в коллекциях поселений бронзового века Южного Зауралья // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Научное издание. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 139–146.

*Александровский А.Л., Александровская Е.И., Долгих А.В., Замотаев И.В., Курбатова А.Н.* Почвы и культурные слои древних городов юга Европейской России // Почвоведение. 2015. № 11. С. 1291–1301.

*Бородовский А.П.* Методика исследования древнего косторезного производства: Учеб.-метод. пособие / Новосиб. гос. ун-т, Новосиб. гос. пед. ун-т., Ин-т археол. и этногр. СО РАН. Новосибирск, 2008. 104 с.

*Григорьев С.А.* Металлургическое производство на Южном Урале в эпоху средней бронзы // Серия «Этногенез уральских народов». Древняя история Южного Зауралья. Т. I. Каменный век. Эпоха бронзы. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. С. 443–523.

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

*Русанов И.А., Ермолаева А.С.* Технология производства меди на поселении металлургов Талдысай // Археология Казахстана в эпоху независимости: итоги, перспективы: Мат. Междунар. науч. конф., посвященной 20-летию независимости Республики Казахстан и 20-летию Института археологии им. А.Х. Маргулана КН МОН РК. Алматы, 2011. С. 321–329.

*Кадырбаев М.К., Курманкулов Ж.* Культура древних скотоводов и металлургов Сары-Арки (по материалам северной Бетпак-Далы). Алма-Ата: Гылым, 1992. 247 с.

*Морозов Ю.А.* Тавлыкаевское поселение срубной культуры // Поселения и жилища древних племен Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1983. С. 19–40.

*Якимов А.С., Новиков И.К.* Геохимическое состояние культурных слоев исторической части города Кургана (по материалам раскопок 2014 года) // Археология Среднего Приоболья и сопредельных территорий: мат. межрегион. круглого стола, посвященного 50-летию Курганской археологической экспедиции (8 дек. 2016 г.) / под ред. Д.Н. Маслюженко (отв. ред.), И.К. Новикова. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2016. С. 123–125.

*А.Ю. Попкова*

*ЮУрГГПУ, г. Челябинск, igritt2017@gmail.com*

## История изучения металлургии бронзового века Южного Зауралья

*(научные руководители И.П. Алаева, П.С. Медведева)*

Урал издревле известен своими богатыми ресурсами, которые были необходимы для развития металлургии в древности. Металлургия включает в себя следующие этапы: горное дело – происходит добыча руды и ее обогащение; выплавка металла из руд; металлообработка – отливка иковка металлических изделий. Исходя из этого, в работе представлена

история изучения металлургии в зависимости от отдельных стадий металлопроизводства и методов исследования.

Свидетельства существования горного дела в древности на Южном Урале были известны еще в XVIII в., но более подробное их изучение началось в XX в. Сначала это были лишь упоминания, краткие заметки и описания местонахождений. К середине XX в. появляются полевые методы исследования, выполняется топография местности вокруг рудников и составляется их картографирование в Пластовском районе Челябинской области [Сальников, 1967].

В 70-х гг. XX в. археолог Е.Н. Черных, наряду с полевыми археологическими методами, начинает использовать в своих исследованиях методы естественных наук. После проведенного рентгенофлуоресцентного анализа руд, шлаков и королек меди с рудников Еленовского и Ушкаттинского, автор пришел к выводу, что руды с этих рудников имеют схожий химический состав. Автор провел раскопки на месторождениях Бакр-Узяк, Вознесенское, Никольское. Он разделил известные месторождения на Южном Урале на три категории по следующим критериям: данные геологических обследований и характер руд, наличие выходов окисленных медных минералов на поверхность. Подробно описал каждую из категорий: месторождения, безусловно эксплуатировавшиеся в древности; месторождения, возможно разрабатывавшиеся в древности; и месторождения, не эксплуатировавшиеся в древности [Черных, 1970]. В разведке он исследовал зауральские месторождения Еленовка и Уш-Катта, на месте возможно использовавшихся месторождений (Бакр-Узяк и Камышлы-Узяк) заложил разведывательные траншеи, собрал окисленную руду и сделал выводы о представленной минерализации на этих месторождениях. С помощью спектрального анализа Е.Н. Черных составил гистограммы распределения концентраций примесей в медной руде. После анализа руд, шлаков и медных королек он пришел к выводу, что химические составы ушкаттинских и еленовских руд в целом близки. Кроме того, он выделил химические группы металлов в зависимости от примесей в них.

Следующим этапом в изучении горного дела в бронзовом веке стали совместные исследования археологов Челябинского госуниверситета и геологов Института минералогии УрО РАН. В результате таких работ были изучены рудник Воровская Яма; руда и шлаки из культурного слоя поселения Каменный Амбар; вмещающие породы, изделия из металла с этого рудника. Кроме того, была составлена геологическая карта района рудника, отобраны пробы руд и пород на петрографические исследования, минералогические и геохимические анализы, произведены раскопки – зачистка геологических траншей, составление нивелировочных профилей, сбор керамических изделий. Впоследствии, по результатам минералого-геохимических исследований, были сопоставлены хромиты из шлаков руд «Страны городов», и выяснилось, что хромиты южной группы археологических поселений (от Ишкиновки до Аркаима) близки между собой, а в северной группе (Куйсак, Каменный Амбар) они отличаются повышенным количеством цинка. Следовательно, эти памятники могли иметь другой источник руд [Зайков и др., 2000].

Также были проведены исследования других древних медных рудников в степной зоне Южного Урала – Ишкининского, Дергамышского, Ивановского и Еленовского, составлены схемы их геологического строения и строения отвалов. На основании геологических и минералогических данных был сделан вывод о том, что Ишкининское месторождение было важным источником руд для поселений Синташта и Аркаим. В ходе проведенных исследований было выявлено количество добывавшихся руд, проведены различные геофизические исследования, тахеометрическая и георадарная, магнитометрическая съемки; прослежены этапы разработки древних рудников. Был констатирован факт, что время функционирования рудника Воровская Яма приходится на конец средней – начало поздней бронзы и

совпадает со временем существования синташтинской и алакульской культур. По данным геофизических исследований была выстроена 3D-модель рудника Воровская Яма. Получена информация о составе хромитовых руд Варшавского рудного поля, расположенного в северной части микрорайона [Зайков и др., 2005; 2013].

В полевых сезонах 2017–2018 гг. экспедицией ЮУрГГПУ совместно с ИМин УрО РАН был исследован рудник Новотемирский [Алаева и др., 2017а]. О принадлежности данного рудника к эпохе бронзового века свидетельствует сходство морфологии выработки с рудником Воровская Яма и фрагмент керамики бронзового века под отвалами карьера.

Рассмотрим, какие исследования были посвящены изучению выплавки металлов из руд в бронзовом веке. В середине XX в. археологи пользовались методом визуальной фиксации свидетельств выплавки на месторождениях, поселениях и могильниках. Обнаружение кусочков руды, шлаков, сплесков, мелких слитков меди, фрагментов ошлакованной керамики и специальных мест для плавления (ямы и вымостки из камней) помогло сделать вывод о том, что металл выплавлялся непосредственно на поселениях [Сальников, 1967].

Следующим этапом стало применение экспериментальных и геолого-минералогических методов в конце XX – начале XXI вв. С.А. Григорьев изучал шлаки, руды и металлургические печи из материалов раскопок синташтинских городищ с помощью визуальной фиксации в культурном слое и экспериментального моделирования древних технологий выплавки металла. Он использовал следующие лабораторные методы: исследование аншлифов шлака под микроскопом в отраженном свете, рентгеноструктурный, оптико-минералогический и спектральный анализы, с помощью которых можно определить источники, формировавшие рудную базу какой-либо археологической культуры. Автор разделил печи на две категории: однокамерные и двухкамерные. Для определения объема загрузки печей и выхода конечного продукта основным методом является световая микроскопия, но в ряде случаев необходимо дублировать ее результаты данными рентгеноструктурного анализа. В результате минералогического анализа поливок шлака, образцы были разбиты на различные минералогические группы: по памятникам и культурным группам [Григорьев, 2013].

А.В. Фомичев в своей диссертации 2017 года систематизировал свидетельства металлургии на поселениях алакульской культуры Южного Урала (печи, шлаки, производственные площадки и т.д.). Автор провел анализ теплотехнических сооружений, связанных с металлопроизводством и выделил их типы, описал каменные орудия для переработки руды с поселений Южного Зауралья. Неметаллические свидетельства металлопроизводства (в частности, каменные плавильные чаши, тигли, сопла, ошлакованная керамика и др.) исследовались по материалам поселения Каменный Амбар [Епимахов, Молчанов, 2013] и неукрепленных поселений позднего бронзового века [Алаева и др., 2017б]. С помощью сравнительно-типологического метода и рентгенофлуоресцентного анализа поверхностей изделий было установлено их использование в металлургических процессах.

На ранних этапах изучения изделий из металла преобладал сравнительно-типологический метод и работы, посвященные классификации орудий. Б.Г. Тихонов составил полную классификацию и типологию металлических изделий и нанес на карту территории распространения металлических изделий на Южном Урале.

Е.Н. Черных [1970] провел спектральный анализ металлических изделий культур бронзового века из материалов раскопок на Южном Урале. Были проанализированы 905 изделий как из культурных слоев памятников, так и случайных находок, металл подразделен на химические и металлургические группы. Кроме того, он произвел подробное разделение металлического инвентаря на типы и выделил 4 фазы в металлургии Южного Урала: кавказский, западный, восточный и уральский импульсы.

Археолог Н.А. Аванесова [1991] составила карту распространения изделий из металла, провела типологический и химический анализы, классифицировала металлические изделия и украшения. Анализируя весь металлический инвентарь андроновской культуры, автор попыталась проследить общий ход развития материальной культуры и технологические процессы. Был сделан вывод о том, что металлургия андроновских племен представляет собой самостоятельно сложившееся на местной основе производство, чему способствовал тот факт, что металлообработка андроновских племен базировалась на собственных рудных источниках.

Следующим важным шагом в изучении металлических изделий стало применение металлографии. А.Д. Дегтярева [2010] использовала метод визуального поверхностного изучения предметов с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10 и стереоскопического панкратического микроскопа МПС-1 для изучения металлических предметов синташтинской, петровской, алакульской культур. Автор провела микроструктурный анализ металла и измерила его микротвердость. В результате удалось получить данные, касающиеся степени деформационных напряжений в металле, состава металла, а также характеристики включений, что позволило приблизиться к реконструкции процессов металлообработки.

Итак, на ранних этапах изучения металлургии бронзового века в Южном Зауралье доминировали традиционные археологические методы, такие как типология и картография. Затем, в 70-х гг., прежде всего, благодаря деятельности Е.Н. Черныха, в историю металлопроизводства проникают естественнонаучные исследования: спектральный, химический и рентгенофлуоресцентный анализы металла. Современный этап характеризуется активной работой различных коллективов археологов и геологов Института минералогии УрО РАН. Остаются нерешенными проблемы источников металлургического сырья и реконструкции отдельных аспектов металлургического процесса, требуется более детальное составление геологических и археологических карт, систематизация и сравнение свидетельств металлургии в разных археологических культурах и периодах бронзового века.

## Литература

*Аванесова Н.А.* Культура пастушьих племен эпохи бронзы азиатской части СССР. Ташкент: Фан УзССР, 1991. 200 с.

*Алаева И.П., Медведева П.С., Анкушев М.Н.* Шахта раннего железного века на древнем руднике Новотемирский // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Сарматы и их окружение: мат. VII Всерос. (с междунар. участием) науч. конф. / ред. кол.: В.И. Богдановский (предс.) и др.; отв. ред. А.Д. Таиров. Челябинск, 2017а. С. 7–13.

*Алаева И.П., Рассомахин М.А., Медведева П.С., Анкушев М.Н.* Свидетельства металлургического производства в коллекциях поселений бронзового века Южного Зауралья // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017б. С. 139–146.

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

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

*Епимахов А.В., Молчанов И.В.* Свидетельства металлопроизводства бронзового века укрепленного поселения Каменный Амбар: каменные плавильные чаши // Вестник археологии, антропологии и этнографии. Археология. 2013. № 1 (20). С. 4–9.

*Зайков В.В., Зданович Г.Б., Юминов А.М.* Воровская яма – новый рудник бронзового века на Южном Урале // Археологический источник и моделирование древних технологий: труды музея-заповедника Аркаим. Челябинск, 2000. С. 112–129.



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. 2005. 4 (24). С. 101–114.

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». Иркутск: ИГУ, 2013. С. 174–195.

Сальников К.В. Очерки древней истории Южного Урала. М.: Наука, 1967. 407 с.

Черных Е.Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. М.: Наука, 1970. 179 с.

**С.В. Богданов<sup>1</sup>, В.В. Ткачев<sup>1</sup>, А.М. Юминов<sup>2,3</sup>, С.В. Авраменко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Институт степи УрО РАН, г. Оренбург, bogdanov-step@yandex.ru

<sup>2</sup> – ИМинУрО РАН, г. Миасс

<sup>3</sup> – Филиал ЮУрГУ, г. Миасс

## **Геоархеологическая система исторических медных рудников Приуральского (Каргалинского) степного горно-металлургического центра**

Российскими и зарубежными исследователями во второй половине XX – начале XXI вв. достигнуты значительные успехи в изучении химико-металлургических групп древнего металла Евразии, технологий литья иковки медных и бронзовых изделий, а также в определении вероятных рудных источников металлопроизводства отдельных регионов. Вместе с тем, совершенно не изучены вопросы обогащения и пирометаллургического передела окисленных и сульфидных руд в медные слитки. Химизм этих процессов, температурные режимы, агенты, катализаторы и многие другие аспекты традиционных технологий пирометаллургического передела не ясны. Многочисленные археологические свидетельства плавки меди на поселениях бронзового века, включая остатки печей, шлаки, сплески, в основном, фиксируют фазу металлообработки (литье медных и бронзовых изделий). Неоднократные попытки воспроизвести в ходе археометаллургических экспериментов [Ровира, 2005; Русанов, Ермолаева, 2011] древнюю технологию получения меди из окисленных руд в печах разных типов закончились неудачей: незначительная часть металла (обычно менее 1 %) восстанавливалась в виде небольших корольков и стяжений внутри шлаковой массы. Основная же часть меди купритизировалась и не восстанавливалась, тогда как металлурги бронзового века Евразии получали медь в виде одного крупного слитка на дне плавильной печи под шлаковой массой. В шлаки выходило значительно менее 1 % меди.

Геосистема исторических медных рудников степного Приуралья, соответствующая Приуральскому (по Е.Н. Черных – Каргалинскому) древнему горно-металлургическому центру (ГМЦ), расположена в пределах Центрального Оренбуржья, юго-востока Башкирии и северо-запада Актюбинской области Республики Казахстан [Богданов, 2017]. В ходе масштабных экспедиционных исследований 2017 г. по проекту РФФИ «Разработка археологической карты исторических медных рудников степного Приуралья на основе изучения архитектоники наземного и подземного ландшафта с учетом геохимической специфики рудопроявлений» уточнены площадные параметры геосистемы исторических медных рудников степного Приуралья – более 6800 км<sup>2</sup> (общая протяженность Приуральского ГМЦ составляет 300 км, ширина – не менее 90 км). Ее образуют многочисленные наземные и подземные горные выработки, представленные карьерами, глубокими шурфами, штольня-

ми и шахтами. Все выработки сопровождаются отвалами, в том числе и рудными, имеются псевдокарстовые провалы над подземными выработками, осыпи и другие формы вторичного горнотехнического рельефа. На части наиболее ранних геoarхеологических объектов обнаружены специальные обогатительные площадки и ямы-печи по пиротехническому обогащению руд. На целом ряде рудников выявлено несколько стратиграфических горизонтов выработок различных периодов бронзового века.

Наиболее известной частью Приуральского ГМЦ является Каргалинское рудное поле (Каргалинский горно-металлургический район (ГМР)). Каргалинские рудники рассматриваются в трудах Н.П. Рычкова [1770], И.И. Лепехина [1772], Р.И. Мурчисона [1849], Б.К. Ферстера [1868], А.Н. Рябикина [1911], Д.Н. Соколова [1912], Н.Н. Тихоновича [1918], К.В. Полякова [1930], В.Л. Малютина [1948], Е.Н. Черных [2002, 2005, 2007], Е.Н. Черных, К. Дж Исто [2002], П.И. Рычкова [2012] и многих других авторов. К настоящему времени Каргалы рассматриваются большинством исследователей в качестве эталонного горно-металлургического комплекса геoarхеологии и археометаллургии не только России, но и Мира. Тем не менее, до наших исследований 2017 г. внешний контур (степная периферия) Каргалинских рудников был не изучен. Специально не исследовалась геохимия Каргалинского и др. горно-металлургических районов Приуралья. В новое и новейшее время геологов интересовало процентное соотношение меди в рудах, особенности минерализации, глубина залегания руд и т.п. Сведения о рудниках, расположенных за пределами Каргалинского рудного поля, лаконичны, крайне ограничены и безадресны [Богачев, 1889; Гусев и др., 1968].

Одной из основных задач исследовательского проекта являлось изучение геохимической специализации исторических медных рудников степного Приуралья двумя доступными методами (РФА и ICP-MS), проведение анализа сопутствующих археологических материалов; отбор эталонной коллекции артефактов и образцов, в том числе, для проведения в будущем экспериментальных металлургических плавков.

В 2016–2017 гг. в ходе поисковых работ, проводившихся авторами данной работы в рамках гранта РФФИ № 16-06-00323\_а в степном Приуралье в долинах и на водоразделах рек Урала и Сакмары, выявлено, обследовано, задокументировано и проанализировано 196 геoarхеологических меднорудных объектов (рис. 1), включая 76 медных рудников в Каргалинском (Сакмаро-Самарском) горно-металлургическом районе (рис. 2) за пределами 12 основных участков-катен Каргалов, описанных Е.Н. Черных; 47 рудников в Сакмаро-Юшатырском горно-металлургическом районе (рис. 3); 44 рудника в Сакмарско-Уральском горно-металлургическом районе (рис. 4); 22 рудника в Уральском левобережном горно-металлургическом районе (рис. 5), а также материалы 3 металлургических заводов Нового времени (Марганский завод братьев Эмерик конца XIX в. в окрестностях пос. Красноуральск на востоке Беляевского района Оренбургской области, Воскресенский и Верхоторский заводы XVIII–XIX вв. на юге Башкирии); рудные материалы захоронений древнеямной культуры в долине Илека (Илекский и I Изобильненский курганные могильники); рудные материалы и металл поселений бронзового века (Турганикская, Ивановская и др. стоянки в Оренбургской области). При этом большая часть геoarхеологических меднорудных объектов (189 шт.) выявлена на основе дешифрирования космоснимков в 2016–2017 гг., затем подтверждена в ходе экспедиций и полевых исследований. Всего установлен химический состав свыше 700 образцов руд и продуктов пирометаллургического передела (обогащенные рудные концентраты, медные штейны, шламы, шлаки, слитки, орудия).

Все рудные объекты Приуральского (по Е.Н. Черных, Каргалинского) древнего ГМЦ имеют близкое геологическое строение и связаны с верхнепермскими отложениями, преимущественно, татарского яруса. На северо-западном фланге ГМЦ горнорудные объекты

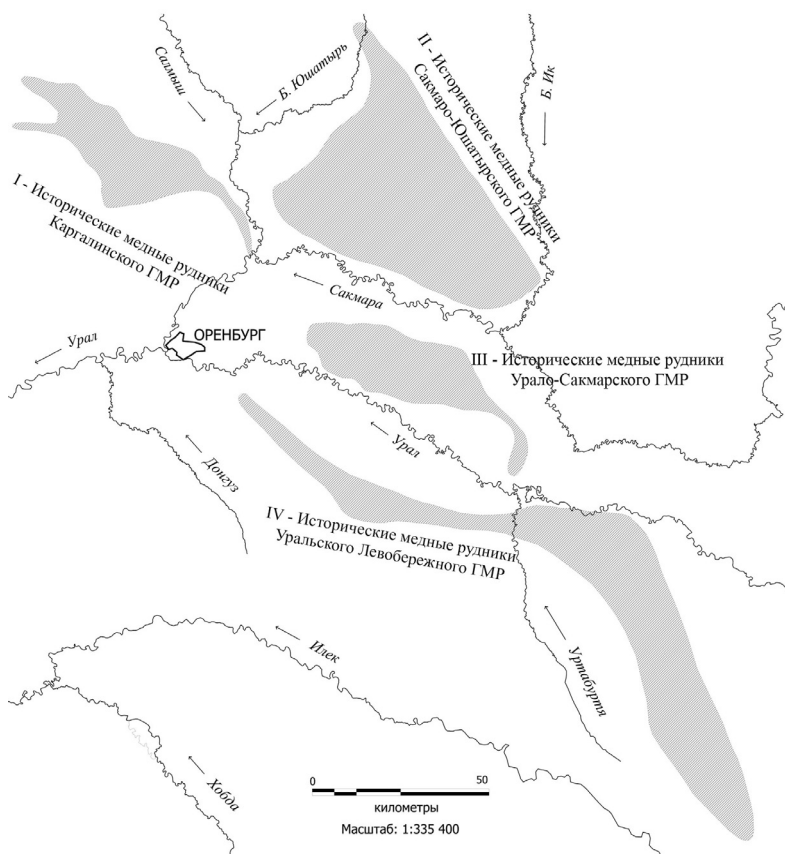


Рис. 1. Ареал исторических медных рудников степного Приуралья (Приуральского ГМЦ), выявленных и обследованных в 2016–2017 гг. Ведущие горно-металлургические районы (ГМР).

Каргалинских рудников (ГМР I), связаны с одной крупной широкой и пологой мульдой, простирающейся с северо-запада на юго-восток на 50–60 км (ширина 10–12 км). Территории покрыты сотнями тысяч рудных разработок разных типов эпохи бронзы и Нового времени. На периферии и за пределами мульды выявлено 73 обособленных горнорудных объекта, разрабатывавшихся в древности и Новое время. На западе Сакмарско-Уральского ГМР (III), по-видимому, сохранился фрагмент этой мульды, отделенной от основного массива юрской депрессией и долиной р. Сакмары. Здесь сосредоточен крупный массив разновременных рудников, сопоставимый по масштабам разработок с участками Каргалов.

В эпоху бронзы разрабатывался верхний ярус пермских песчаников на глубинах от 1.5 до 9 м карьерным и подземным способами. Достоверно установленных разработок нижнего яруса не выявлено. Основным минеральным сырьем (свыше 90 %), использовавшимся с начала бронзового века являлись карбонатные минералы меди: малахит ( $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$ ) и азурит ( $\text{Cu}_3[\text{CO}_3]_2(\text{OH})_2$ ), в меньшей степени (5–10 %) силикатные, представленные, преимущественно, хризоколлой ( $(\text{Cu}, \text{Al})_2\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) из кор окаменевших стволов деревьев пермского периода, активно использовавшихся в бронзовом веке. В Новое время эти стволы не рассматривались в качестве металлургического сырья и штабелировались в отвалах.

Несмотря на широкую территориальную разобщенность рудопроявлений в пределах 4 горнорудных районов Приуральского ГМЦ, минералогический состав медных руд не ис-

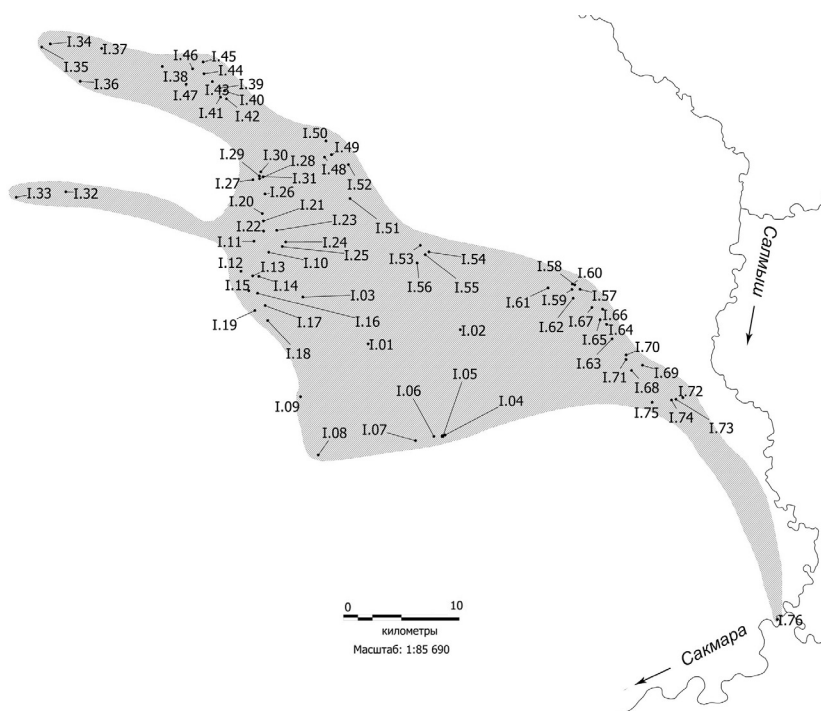


Рис. 2. Ареал Каргалинского (Сакмаро-Самарского) горно-металлургического района.

Рудники Ордынского оврага: I.2 – Воскресенско-Ершовский; I.3 – площадка поселения Горного; I.4 – Михайловский; I.5 – медеплавильные мастерские Михайловского рудника; I.6 – Поповский; I.7 – Привольный; I.8 – Пятисотенный; I.9 – Суходольный; I.10 – Колганский; I.11 – Колганский 2; I.12 – Колганский 3; I.13 – Колганский 4; I.14 – Колганский 5; I.15 – Колганский 6; I.16 – Колганский 7; I.17 – Колганский 8; I.18 – Колганский 9; I.19 – Колганский 10; I.20 – Мясниковский 1; I.21 – Мясниковский 2; I.22 – Мясниковский 3; I.23 – Мясниковский 4; I.24 – Мясниковский 5; I.25 – Мясниковский 6; I.26 – Паниковский 1; I.27 – Андреевский 1; I.28 – Андреевский 2; I.29 – Андреевский 3; I.30 – Андреевский 4; I.31 – Андреевский 5; I.32 – Долиновский; I.33 – Кичкасский; I.34 – Малый Уран 1; I.35 – Малый Уран 2; I.36 – Белый дол; I.37 – Отнырок; I.38 – Сухой Уран; I.39 – Милованский 1; I.40 – Милованский 2; I.41 – Милованский 3; I.42 – Милованский 4; I.43 – Милованский 5; I.44 – Милованский 6; I.45 – Милованский 7; I.46 – Милованский 8; I.47 – Милованский 9; I.48 – Дикаревский 1; I.49 – Дикаревский 2; I.50 – Дикаревский 3; I.51 – Гулявский 1; I.52 – Гулявский 2; I.53 – Могильный 1; I.54 – Могильный 2; I.55 – Могильный 3; I.56 – Могильный 4; I.57 – Татьяна 1; I.58 – Татьяна 2 («Каменный овраг»); I.59 – Татьяна 3; I.60 – Татьяна 4; I.61 – Татьяна 5; I.62 – Татьяна 6; I.63 – Лосков 1 («Проскурин»); I.64 – Лосков 2; I.65 – Лосков 3 («Пальчиков»); I.66 – Лосков 4; I.67 – Лосков 5 («Каменный»); I.68 – Косматая Шишка 1 («Рыбин»); I.69 – Косматая Шишка 2 («Левинский»); I.70 – Косматая Шишка 3; I.71 – Косматая Шишка 4; I.72 – Осинки 1; I.73 – Осинки 2; I.74 – Осинки 3; I.75 – Осинки 4; I.76 – Виселичный (Кириловский).

пытывает больших колебаний. На основании РФА и ICP-MS анализов удалось выделить четыре геохимических группы руд медистых песчаников (МП) Приуралья, использовавшихся в древности [Юминов и др., 2017]: 1) «чистой меди»; 2) серебряной специализации; 3) свинцовой специализации; 4) цинково-никелевой и хром-никелевой специализации. Ни одна из групп не преобладает абсолютно, хотя группа рудников серебряной специализации относительно немногочисленна.

Медистые песчаники Приуралья действительно отчетливо дифференцируются по наличию Pb, Ag, Cr и Zn в сочетании с Ni, а индивидуальная комбинация этих минералов в

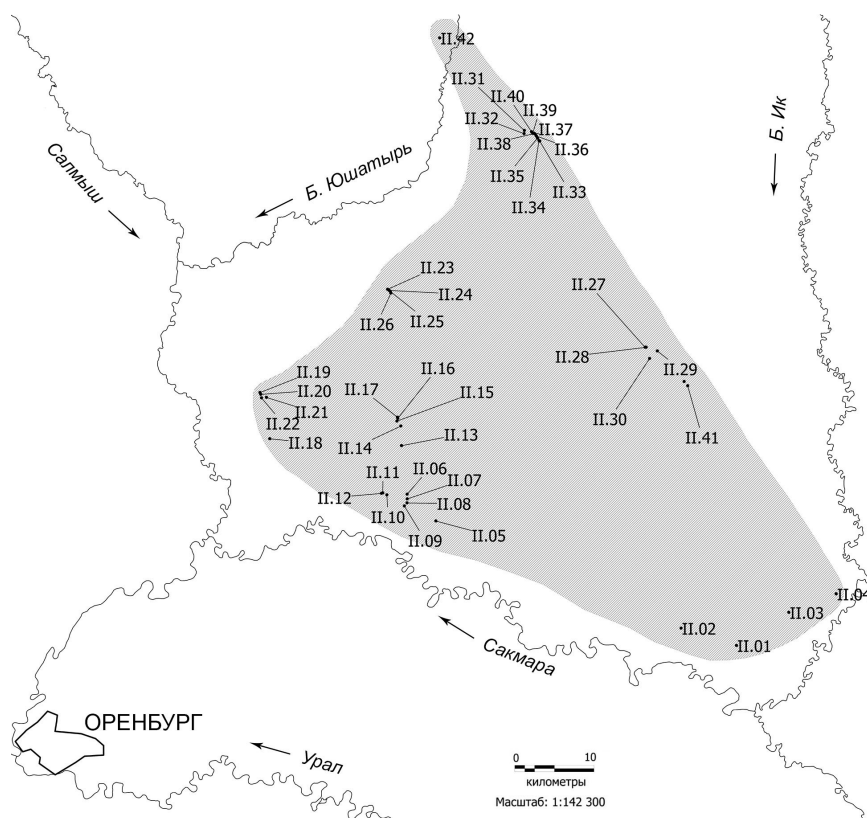


Рис. 3. Ареал Сакмаро-Юшатырского горно-металлургического района.

Медные рудники: П.1 – Туембетка; П.2 – Кульчумовский; П.3 – Татарка; П.4 – Поляковка; П.5 – Симоновский; П.6 – Колдаев 1; П.7 – Колдаев 2; П.8 – Колдаев 3; П.9 – Колдаев 4; П.10 – Никольский 1; П.11 – Никольский 2; П.12 – Никольский 3; П.13 – Желтый ключ; П.14 – Астрахановский 1; П.15 – Астрахановский 2; П.16 – Астрахановский 3; П.17 – Астрахановский 4; П.18 – Васильевский; П.19 – Саргульский 1; П.20 – Саргульский 2; П.21 – Саргульский 3; П.22 – Саргульский 4; П.23 – Четвертовский 1; П.24 – Четвертовский 2; П.25 – Четвертовский 3; П.26 – Четвертовский 4; П.27 – Ольгинский 1; П.28 – Ольгинский 2; П.29 – Бельский 1; П.30 – Рудник Бельский 2; П.31 – Разномойский 1; П.32 – Разномойский 2; П.33 – Славянский 1; П.34 – Славянский 2; П.35 – Славянский 3; П.36 – Славянский 4; П.37 – Славянский 5; П.38 – Славянский 6; П.39 – Славянский 7; П.40 – Славянский 8; П.41 – Кызылташ; П.42 – Отрядный.

древнем металле является отчетливым признаком принадлежности к Приуральской группе [Черных, 1966; 1970; Дегтярева, 2010]. Медь в необогащенных окисленных карбонатных рудах обычно составляет от 1.5 до 6 %. В рудах содержатся существенные примеси Fe, Mn, Ti и Ba (до десятков тысяч г/т). Маркерами принадлежности древнего металла к Приуральским медистым песчаникам выступают еще порядка 30 элементов, слабо фиксируемых РФА, но прослеживаемых по ICP-MS анализам: в нескольких сотнях г/т представлены Cr, Zn, Pb, As, Ni, Ag, Sr и V; в десятках г/т содержатся Sn, Sb, Cd, Co, Bi, U и др. В группе «чистой меди» присутствуют все основные элементы (Ag, Pb, Cr, Zn и др.) в количестве менее 100 г/т. Долгое время при изучении металла из древнеямных захоронений Раннего Бронзового Века (РБВ) было непонятно присутствие соединений мышьяка. Предполагалось, что этот элемент попадал в металл из скрапов. Наши исследования показывают, что мышьяк в заметных количествах присутствует во всех рудах Приуральского ГМЦ в соединениях с Ag, Pb и S.

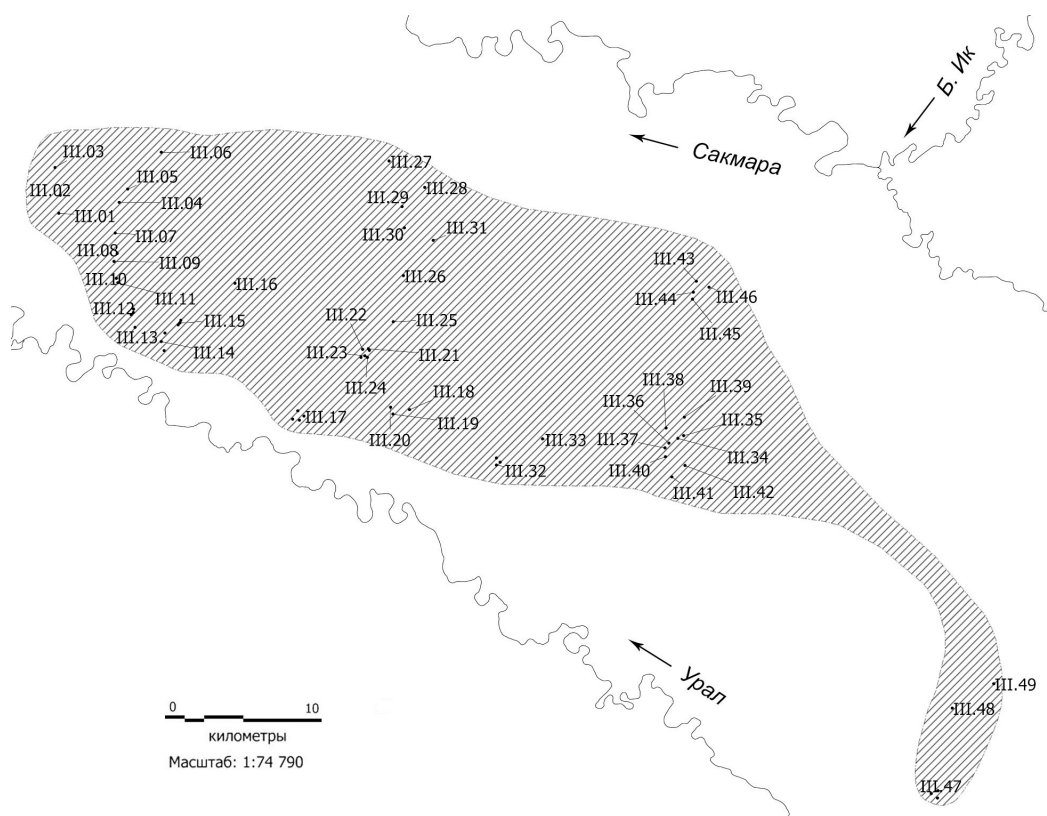


Рис. 4. Ареал Урало-Сакмарского горно-металлургического района.

Медные рудники: Ш.1 – Ветлянский 1; Ш.2 – Ветлянский 2; Ш.3 – Ветлянский 3; Ш.4 – Горюн 1; Ш.5 – Горюн 2; Ш.6 – Горюн 3; Ш.7 – Останий; Ш.8 – Холодный; Ш.9 – Николин Ключ; Ш.10 – Крутой; Ш.11 – Приуральный; Ш.12 – Казачья Ростость в урочище «Рудницкое»; Ш.13 – Яровой; Ш.14 – Шубинский; Ш.15 – Куниточка; Ш.16 – Степановская Лощина; Ш.17 – Островной; Ш.18 – Березовский 1 (северный); Ш.19 – Березовский 2 (южный); Ш.20 – Коровин; Ш.21 – Дуплячка 1; Ш.22 – Дуплячка 2; Ш.23 – Дуплячка 3; Ш.24 – Дуплячка 4; Ш.25 – Синегорский; Ш.26 – Мирный; Ш.27 – Хохлацкая Шишка; Ш.28 – Студенецкий 1; Ш.29 – Студенецкий 2; Ш.30 – Студенецкий 3; Ш.31 – Студенецкий 4; Ш.32 – Гниловской; Ш.33 – Вдовый; Ш.34 – Агеевский 1; Ш.35 – Агеевский 2; Ш.36 – Агеевский 3; Ш.37 – Агеевский 4; Ш.38 – Агеевский 5; Ш.39 – Агеевский 6; Ш.40 – Агеевский 7; Ш.41 – Агеевский 8; Ш.42 – Агеевский 9; Ш.43 – Сияльтугай 1; Ш.44 – Сияльтугай 2; Ш.45 – Сияльтугай 3; Ш.46 – Сияльтугай 4; Ш.47 – Гирьял; Ш.48 – Ольховский; Ш.49 – Кызладр.

Горняки-металлурги древности использовали все виды геохимически неоднородного сырья, что свидетельствует о довольно высоком уровне технологий. Целый ряд проблем при плавке создавало исключительно высокое (до десятков тысяч г/т) содержание Fe, Mn, Ti в рудах всех геохимических групп МП Приуралья. Соединения Mn в комбинации с Fe, Cr, Ni препятствовали восстановлению меди из рудных материалов. Избыточное количество Ti могло увеличить вязкость расплава настолько, что он утрачивал текучесть и не мог разливаться по формам, металл переставал быть ковким. Особенно значительные сложности представлял собой передел руд свинцовой геохимической специализации, поскольку металл, выплавленный из этой руды, обладал тенденцией к хрупкости. Тем не менее, орудия раннего бронзового века, включая наиболее металлоемкие, не страдали дефектностью. Литейный брак возникал, как правило, в случаях недостаточно равномерного прогрева литейных форм, а не по причинам наличия значительного количества свинца.

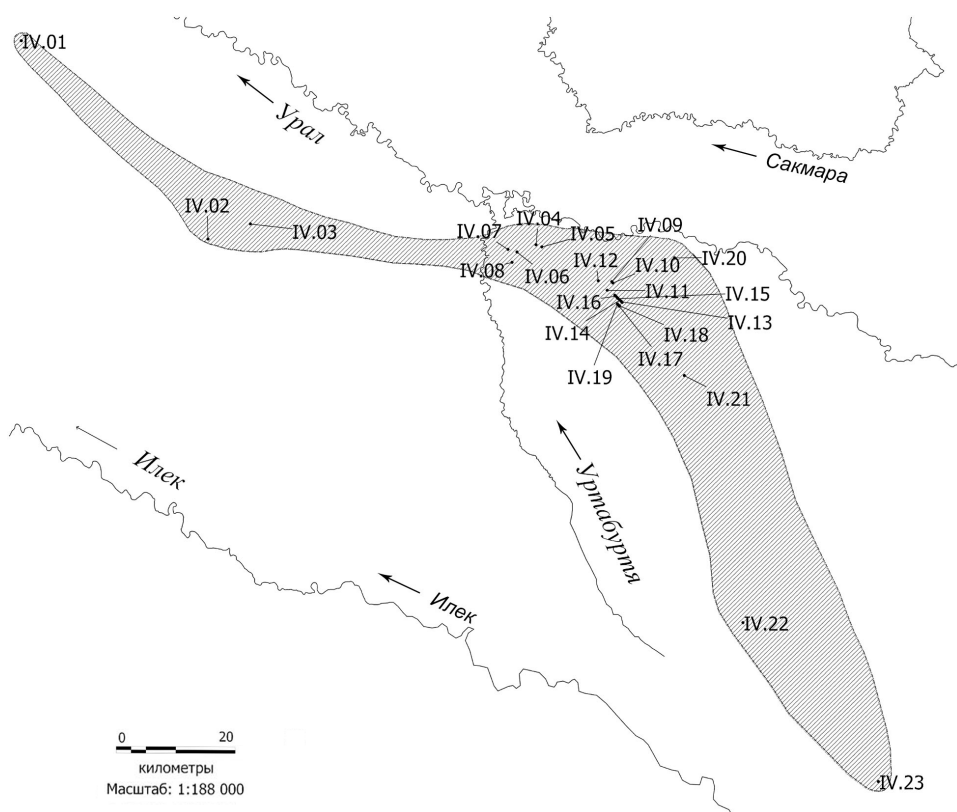


Рис. 5. Ареал Уральского Левобережного горно-металлургического района.

Медные рудники: IV.1 – Сайгачий; IV.2 – Кызылоба; IV.3 – Блюменталь; IV.4 – Шлиттера 1 (западный); IV.5 – Шлиттера 2 (восточный); IV.6 – Сорколь 1; IV.7 – Сорколь 2; IV.8 – Сорколь 3; IV.9 – Большой Кармел 1; IV.10 – Большой Кармел 2; IV.11 – Большой Кармел 3; IV.12 – Большой Кармел 4; IV.13 – Малый Кармел 1; IV.14 – Малый Кармел 2; IV.15 – Малый Кармел 3; IV.16 – Малый Кармел 4; IV.17 – Карагачка 1; IV.18 – Карагачка 2; IV.19 – Карагачка 3; IV.20 – Красноуральский (Марганский) медеплавильный завод; IV.21 – Марганский (Кызыладырский); IV.22 – Унгир; IV.23 – Кундуздь.

Уже в работе 1966 г. Е.Н. Черных определил, что металл из древнеямных погребальных памятников РБВ Приуралья, связан с местными рудами медистых песчаников, но сами традиции носят выраженный «кавказский облик» [Черных, 1966]. Наши исследования впервые на массовом аналитическом материале документально подтвердили принадлежность основной части металла из ямных погребений региона группе МП Приуралья, образцы песчаниковых руд из I Изобильненского и Илекского могильников по микропримесям соответствуют геохимическим группам «чистой меди» и свинцовой специализации.

Долгие годы проблема истоков горно-металлургических традиций носителей культуры древнеямных памятников степного Приуралья оставалась открытой. Одним из вероятных источников трансферта традиций и технологий многим представлялся металлокомплекс майкопско-новосвободненской культуры Северо-Западного Предкавказья. В частности, С.Н. Корневский считал, что топоры «колтубанского» типа («утевского» типа по С.Н. Корневскому) степного Приуралья представляют собой «подражания» майкопско-новосвободненским формам. Е.Н. Черных выражал обоснованные сомнения в возможности экспорта каких-либо майкопско-новосвободненских традиций в среду носителей ямной культуры

Приуралья в связи с относительной замкнутостью первых [Черных, 2007]. Металлографические исследования Н.В. Рындиной майкопских мышьяковых бронз [Рындина и др., 2008; Рындина, Равич, 2013; Рындина, 2017], А.Д. Дегтяревой медных орудий Приуралья [Дегтярева, 2010] со всей очевидностью показывают невозможность такого рода заимствований.

Нами был проанализирован химизм образцов песчанниковых руд и краевого обрубка (30 г) крупного медного слитка из подъемных материалов с площадки Турганинской стоянки – древнейших артефактов местного горно-металлургического производства, связанных с древнеямыми материалами константиновского типа начала РБВ – первая половина IV тыс. до н.э. [Богданов, 2017]. Судя по высокому содержанию железа (3.44 %), характерному для первичных слитков черновой меди, повторяющих дно плавильной печи, а также повышенному содержанию свинца в комбинации с серебром, можно констатировать, что рудным источником этого металла, безусловно, являлась одна из четырех геохимических групп Приуралья. В данном случае есть уникальная возможность соотнести металл слитка с конкретным рудником, расположенным в центре Каргалинского рудного поля на правом берегу р. Верхняя Кагалка недалеко от Уранбаша: на поселении срубной культуры позднего бронзового века, перекрывшем карьер и отвал рудника Воскресенско-Ершовский более раннего периода бронзового века, в 2016 г. были отобраны образцы руд точно такого же очень редкого для Приуралья химического состава (свинцовой специализации, но с повышенным содержанием Ag, Sn и еще двух десятков микроэлементов). Образцы руд с Турганинской стоянки относятся к геохимической группе свинцовой специализации МП Приуралья и могут также происходить с Каргалов. С металлопроизводством на Турганинской стоянке связаны и другие изделия – фрагменты глиняной обмазки горнов, ошлакованных тиглей, обломки литейных форм [Богданов, 2004], кузнечные молоты и наковальни, скрапы и металлические изделия [Дегтярева, 2017; Моргунова, Васильева, 2017], среди керамики, не выходящей за пределы стереотипных форм константиновского облика, имеются сосуды с примесью медной руды и шлаков.

Памятники константиновского типа в степях Восточной Европы сформировались в конце V – начале IV тыс. до н.э. на основе синтеза протоямных (постстоговских) и протокуроаракских традиций, генетически связанных с Закавказьем и Восточной Анатolieй [Богданов, 2017]. В меньшей степени, по сравнению с майкопско-новосвободненской культурой, на формирование культурного комплекса константиновских памятников оказала влияние лейлатепинская традиция. Но и она отчетливо проявилась в стилистике крупных глиняных «мясных котлов» с массивным ободковым венчиком и реповидным или шаровидным туловом [Кузнецов, Мочалов, 2001; Салугина и др., 2016], распространенных на широкой территории Понто-Каспийских степей от Поднепровья на западе до Приуралья – на востоке. В закрытых константиновских комплексах первой половины – третьей четверти IV тыс. до н.э. эти сосуды обнаружены в п. 4 к. 22 могильника у хутора Веселая роща в Ставропольском крае и п. 5 к. 1 Новофилипповского могильника в Приазовье [Державин, 1989; Михайлов, 1976]. Основная часть константиновских памятников предшествует репинским, поздняя – сосуществует с ними. Горняки-металлурги – носители константиновского культурного типа работали с «чистой медью» и мышьяковыми сплавами.

Именно с древнеямыми памятниками константиновского типа связано распространение традиций ранней фазы Циркумпонтийской металлургической провинции в степях Северной Евразии и сопредельных регионах. Носители константиновской культурной традиции первыми освоили месторождения окисленных, блеклых, полиметаллических руд Бахмутской котловины Донецкого ГМЦ, медистые песчаники степного Приуралья и низовьев р. Камы, окисленные шляпы офиолитовых рудопоявлений южного Зауралья. Своеобразие металла Приуральского ямного очага [Черных и др., 2002; Богданов, 2004] в рамках ЦМП



обусловлено связью исходного константиновского металлокомплекса с очень ранними протокуроараксинскими горно-металлургическими традициями второй половины V – начале IV тыс. до н.э. (Прото-ЦМП Передней Азии).

Литье с «брюшка» проушных топоров в разъемных двустворчатых (глиняных и каменных) литейных формах стало технологической вершиной ранней фазы ЦМП. Авторам удалось впервые проанализировать химизм двух металлических топоров из случайных находок с территории Приуралья, связанных с традициями ЦМП. Один из топоров хорошо известен специалистам, он хранится в Бузулукском историко-краеведческом музее и происходит из разрушенного погребального комплекса у с. Колтубанка [Богданов, 2004]. Второй топор – случайная находка конца 70-х гг. XX в. на севере Каргалинского рудного поля в верховьях р. Ток. Оба топора изготовлены из «чистой меди», отлиты со стороны «брюшка» в открытую разъемную форму. Первый топор стереотипен для Приуральской ямной группы, хотя и является одним из наиболее крупных орудий этого типа. Второй топор с севера Каргалов – оригинален, он представляет собой литейный брак: при заливке металла в форму, створки слегка сдвинулись, сердечник формы приподнялся вверх, и металл затек под сердечник. На боковине топора образовалась глубокая щелевидная трещина с ошлакованными краями. Топор небольшой (10.5 × 5.8 см), но очень массивный (773.7 г), напоминает экземпляр из станицы Нижнекурмайской на Нижней Волге [Шилов, 1975]. В ходе исследований по гранту удалось проанализировать металл двух массивных лепешкообразных слитков с территории Каргалинских рудников. Один из них найден в 2016 г. на восточной периферии поселения горняков-металлургов позднего бронзового века Ордынский овраг (19 × 16 × 1.8 см; 1863.4 г), второй обнаружен в 2017 г. на тальвеге Мясниковского оврага (9 × 2.3 см; 376.6 г). На поверхности слитков сохранились фрагменты кальцинированных костей из шихты, на верхних плоских поверхностях заметны следы контакта со шлаковой массой. Оба слитка изготовлены из чистой меди, судя по наличию значительного количества соединений железа (слиток Ордынского оврага – 3.26 %, слиток Мясниковского оврага – 6.65 %), они представляют собой черновые отливки меди финального пирометаллургического передела. С западной периферии Каргалов происходит еще несколько находок медных слитков, напоминающих экземпляр из Ордынского оврага, хранящихся в Оренбургском областном историко-краеведческом музее [Пазухин, 1969]. Морфологические характеристики Ордынского слитка позволяют уверенно датировать предмет поздним бронзовым веком. Слиток из Мясниковского оврага может быть связан с ранним бронзовым веком. Он отливался в горне с очень узкой сфероконической полостью, тогда как слитки позднего бронзового века стандартизованы, весят около 2 или 3 кг, отливались в печах со сферическими полостями.

Получение крупных лепешкообразных слитков являлось целью основного пирометаллургического передела рудных материалов в черновую медь в очагах ЕАМП, унаследовавших эту традицию от ЦМП. Получение черновой меди одним крупным слитком на дне плавильной печи с массовым выделением шлаков освоено древними горняками-металлургами Прото-ЦМП на Ближнем Востоке [Авилова, 2010; 2017] не позднее середины V тыс. до н.э. В то же время, горняки-металлурги Балкан до конца энеолита – финала БКМП, судя покладам культуры Винча и др., получали металл при горновой плавке очень архаичным «неолитическим» способом – с восстановлением меди в виде небольших слитков, корольков, зерен внутри шлаковой массы. Представляется, что технологические преимущества Прото-ЦМП по отношению к БКМП заключались в нескольких новациях (новые способы передела рудных материалов в черновую медь одним крупным слитком и литье металлоемких орудий в двустворчатых разъемных формах), обеспечивших, наряду с более высокой транспарентностью горно-металлургических знаний и традиций, «историческую победу» ЦМП в рамках IV–III тыс. до н.э. в Евразии.

Попытки реконструировать технологии выплавки меди в эпоху поздней бронзы, осуществленные С. Ровира на Каргалах, И.А. Русановым и другими исследователями в Зауралье и Казахстане [Ровира, 2005; Русанов, Ермолаева, 2011], в целом, закончились неудачей: восстановления меди одним крупным слитком на дне горна, вне зависимости от конструкции плавильной печи, получить не удалось. На наш взгляд, С. Ровира и И.А. Русанов, не ведая того, реконструировали очень архаичную технологию восстановления меди в шлаковой массе, распространившуюся в различных культурных центрах Дунайско-Древневосточного очага протоцивилизации до экологической катастрофы середины VI тыс. до н.э.

Осенью 2017 г. на южной окраине Каргалинских рудников за пределами 12 основных катен, выделенных Е.Н. Черных, нами был обнаружен уникальный горно-металлургический комплекс Михайловского рудника и мастерских по пирометаллургическому переделу обогащенного рудного концентрата в 110 м юго-западнее рудника. По косвенным данным оба объекта относятся к позднему бронзовому веку (радиоуглеродное датирование пока не проводилось), они расположены на водоразделе рек Верхняя и Средняя Каргалка западнее с. Белоусовка на нераспаханном клине шириной 120 м, длиной 400 м. В округе имеется еще несколько рудников: Поповский – Новое время, Привольный и Пятисотенный – бронзовый век и Новое время. Самый крупный массив к северу от Михайловского рудника – группа Карповских рудников, исследованных в 90-е гг. XX в. Е.Н. Черных.

Площадь Михайловского рудника 12348 м<sup>2</sup>, он состоит из одного неровного карьера – «разноса» в центре и прибортовых рудных отвалов. По основным морфологическим признакам этот объект напоминает «большие разносы» позднего бронзового века Ордынского оврага и Усолки левобережной на Каргалах. Между отвалами и за ними расположено не менее четырех обогатительно-шламовых площадок поперечником 10–12 м, высотой до 0.5 м, окруженных 23 ямами по пожогу руды (глубина – от 1 до 2 м, диаметр – от 1.7 м до 2.5 м). Вероятно, на обогатительных площадках дробилась и сортировалась руда, затем она загружалась в ямы и обжигалась, снова принималась на те же площадки и сортировалась. Судя по размещению большого количества обжиговых ям в микроландшафте рудника, можно предполагать, что обжиг руд продолжался и после того, как рудное тело было полностью выработано. Не исключено, что руда свозилась с Карповских, Привольного и др. рудников. В 50 м юго-западнее площадки рудника в один ряд сооружено еще 5 пожеговых ям с кусочками руды возле них. Руда обжигалась сразу в нескольких ямах параллельно. В 110 м юго-западнее Михайловского рудника расположены «мастерские» по пирометаллургическому переделу обогащенных пожегом рудных концентратов в медные штейны. Пирометаллургический комплекс «мастерских» составляет 12981 м<sup>2</sup> и является ассоциацией 10 оплывших шламовых куч диаметром до 20 м и не менее 8 крупных теплотехнических сооружений в виде ям-печей диаметром до 3 м и глубиной свыше 2.5 м с сильно прокаленными стенками. Часть ям завалена шламовыми отвалами. Обогащенная пожегом руда переносилась с Михайловского рудника и загружалась в теплотехнические сооружения, затем отжигалась длительное время до состояния медных штейнов.

Анализ материалов, полученных осенью 2017 г., показывает, что в штейнах содержится, в среднем, около 60 % Cu и от 3 до 20 % Fe. На поверхности шламовых площадок собрано свыше 5 кг медных штейнов, самые крупные куски (от 40 до 270 г) найдены на двух северных распаханных площадках. Большая часть кусков штейнов весит от 2–3 до 5–10 г. Снаружи они покрыты гроздевидными наплывами или пленками азурита и окислами железа, сформировавшимися в процессе археологизации; форма разнообразна, имеет вид слитков, гроздей, пластин, веток, капель и т.п. Материал штейнов очень плотный, излом темно-красного цвета, сердцевина – темно-коричневая, темно-сиреневая или почти черная; напоминает куприт, но несколько плотнее; примерно в 3–4 раза тяжелее сопо-

ставимых по объему азур-малахитовых руд и, примерно, на треть легче меди. В штейнах соединения меди представлены преимущественно теноритом ( $\text{CuO}$ ). Рудные концентраты переделывались в штейны значительно ниже восстановительных температур, чтобы предотвратить переход титана в гексагональную форму (менее  $900^\circ\text{C}$ ), без кислородного обогащения, древесный уголь не использовался, металлургический передел осуществлялся на валежнике. Основное содержимое шламовых куч – пластины тяжелых каолинистых глин и зольные материалы, среди них и встречаются куски штейна. В древности высота шламовых куч, вероятно, достигала 3–4 м, но со временем они оплыли и, содержащиеся в них куски штейнов, не замеченные металлургами, спроецировались на современную дневную поверхность. По-видимому, штейновый передел осуществлялся довольно долго и в шламы из рудных концентратов, помимо карбонатов и силикатов, выделялась большая часть  $\text{Ti}$  и  $\text{Mn}$  а также соединения  $\text{Al}$ ,  $\text{P}$  и др. Единично на шламовых кучах встречаются мелкие (до 1.5–2 см) тонкие, пережженные до халцедона, пластинки окаменевшей древесины и мелкие гальки, попадавшие в передел с рудными концентратами.

Можно предположить, что в дальнейшем медные штейны подвергались второму пирометаллургическому переделу («конвертированию» при кислородном обогащении с флюсами в виде кварцевого песка, мела и др.) в ходе горновой плавки, и именно тогда древние горняки-металлурги получали крупные лепешкообразные слитки черновой рафинированной меди (93–97 %  $\text{Cu}$ , не более 3–7 %  $\text{Fe}$ ) на дне печей с массовым выделением шлаков над медным слитком. Получить восстановленную медь одним крупным слитком на дне печи, вероятно, было возможно лишь на основе медных штейнов. Горновой передел («конвертирующая» плавка) медных штейнов в лепешкообразные слитки осуществлялся не на рудниках, а на площадках поселений срубной и алакульской культур позднего бронзового века на территории Каргалов (Горный, Мясниковский, Ордынский овраг, Воскресенско-Ершовское и др.) и в их степной периферии (Родниковка, Покровка, Кузьминки 2, Ивановка, Токское селище и мн. др.). Поэтому на поселениях срубной культуры мы всегда находим много металлургических шлаков, литейные формы, тигли, корольки меди, сплески и т.п., но на них отсутствует руда. Несколько кусков руды найдено лишь на Ивановской стоянке и Родниковке, где они связаны, по всей видимости, не со срубными материалами, а с комплексами уральской абашевской культуры среднего бронзового века.

В ходе анализа образцов рудных материалов с памятников из различных районов Приуралья, обследованных в 2017 г., среди азур-малахитов удалось выделить медные штейны еще с 14 рудников (Татарка, Поляковка, Кызылоба, Привольный и др.). Установлено 2 типа штейнов: 1 – содержащие куски руд, обогащенных пожегом (от 20 до 35 %  $\text{Cu}$ ) и 2 – медные штейны (от 36 до 76 %  $\text{Cu}$ ). Вероятно, штейновый передел рудного концентрата для последующей горновой металлургической плавки представлял собой универсальную технологию переработки неоднородных по химизму руд разных типов, включая окисленные и сульфидные (халькопирит, халькозин, борнит, энаргит и др.) в разных смесях в очагах ЕАМП, наследующих горно-металлургические традиции ЦМП. Похоже, штейновый передел представляет собой «missing link» – недостающее звено в горно-металлургическом производстве бронзового века Евразии. Судя по множеству обжиговых ям на рудниках Тимны в Вади эль Араба и необычайно богатых медью (58 %) «малахитов» с рудников и поселений района Фейнан [Авилова, 2010], представлявших собой археологизированные медные штейны, покрытые окисловыми корами, а не малахиты, универсальный метод двойного передела обогащенных рудных концентратов в штейны, а затем «конвертирование» в медные слитки, был открыт на Ближнем Востоке еще в Прото-ЦМП не позднее середины V тыс. до н.э. Это достижение, в сочетании с совершенной конструкцией разъемных литейных форм, отсутствием клановых ограничений, доступностью горно-металлургических знаний

и навыков широким социальным группам подвижных скотоводов, их транспарентностью, значительной экологической пластичностью технологий (металлургический передел осуществлялся на древесине кустарников аридных экосистем), обеспечили культурно-исторический приоритет традиций ЦМП, а не БКМП в Северной Евразии в IV–III тыс. до н.э. [Черных и др., 2002; Черных, 2005].

В Новое время (середина XVIII – конец XIX вв.) в Приуралье штейновый передел обогащенных рудных концентратов не применялся, руды переплавлялись в печах-вагранках сначала в очень вязкий и хрупкий металл – «чугунковатую медь» (40–50 % Cu, 50–60 % Fe, остальное – Cr и Mn) при восстановительных температурах, а затем при повторной плавке в сложной комбинации с флюсами, черновая медь восстанавливалась из «чугунковатой меди».

## Литература

*Авилова Л.И.* Обмен металлом на Ближнем Востоке в раннем и среднем бронзовом веке // РА. 2010. № 1. С. 5–14.

*Авилова Л.И.* О циркуляции металла в эпоху энеолита – бронзы (слитки, заготовки и весовые системы Ближнего Востока) // Stratum plus. Вып. 2. Archaeology and Cultural Anthropology. Saint-Petersburg – Kishinev – Odessa – Bucharest, 2017. С. 75–100.

*Богачев В.Ф.* Краткий очерк месторождений медных руд, бурого угля, селенита и др., в Тургайской области // Горный журнал. 1889. Вып. 3. С. 453–458.

*Богданов С.В.* Эпоха меди степного Приуралья. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 287 с.

*Богданов С.В.* Систематика комплексов древнейшей 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.

*Гусев А.К., Богатырев В.В., Игонин В.М., Солодуха М.Г.* Стратиграфия верхнепермских отложений Актюбинского Приуралья. Казань: Изд.-во Казанского университета, 1968. 218 с.

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

*Дегтярева А.Д.* Результаты металлографического анализа изделий Турганикского поселения // Турганикское поселение в Оренбургской области / Н.Л. Моргунова, И.Н. Васильева и др. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2017. С. 281–284.

*Державин В.Л.* Погребения эпохи бронзы из курганов у хут. Веселая Роща (по материалам Ставропольской экспедиции 1980 г.) // Древности Ставрополя. 1989. С. 125–194.

*Кузнецов П.Ф., Мочалов О.Д.* Особый тип керамики как отражение миграций в среднем бронзовом веке // XV Уральское археологическое совещание. Оренбург, 2001. С. 85–87.

*Лепехин И.И.* Дневные записки путешествия доктора и Академии Наук адъюнкта Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1770 году. СПб.: Тип. Императорской АН, 1772. 359 с.

*Малютин В.Л.* Полезные ископаемые Чкаловской области. Чкалов: Чкаловское изд.-во, 1948. 213 с.

*Михайлов Б.Д.* Ямное погребение с полисуаром на Мелитопольщине // СА. 1976. № 1. С. 255–257.

*Моргунова Н.Л., Васильева И.Н.* Турганикское поселение в Оренбургской области. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2017. 300 с.

*Мурчисон Р.И., Вернейль Э., Кейзерлинг А.* Геологическое описание Европейской России и хребта Уральского. Ч. I и II. 1849.

*Пазухин В.А.* Медные слитки из Оренбургского музея // СА. 1969. № 4. С. 239–245.

*Поляков К.В.* Горная промышленность Оренбургского округа // Средневожский край. Самара: Гос. изд.-во, 1930. С. 335–348.

*Ровира С.* Технология выплавки меди в эпоху поздней бронзы на Каргалах // РА. 2005. № 4. С. 79–83.

Русанов И.А., Ермолаева А.С. Технология производства меди на поселении металлургов Талдысай // Археология Казахстана в эпоху независимости: итоги, перспективы. Т. 1. Алматы, 2011. С. 321–329.

Рындина Н.В. О технологии производства металлических сосудов майкопской культуры Северного Кавказа // Stratum plus. Вып. 2. Archaeology and Cultural Anthropology. Saint-Petersburg – Kishinev – Odessa – Bucharest, 2017. С. 101–118.

Рындина Н.В., Равич И.Г., Быстров С.В. О происхождении и свойствах мышьяково-никелевых бронз майкопской культуры Северного Кавказа (ранний бронзовый век) // Археология Кавказа и Ближнего Востока. М.: Таус, 2008. С. 196–221.

Рындина Н.В., Равич И.Г. Металл майкопской культуры Северного Кавказа в свете аналитических исследований // Аналитические исследования Лаборатории естественнонаучных методов. Вып. 3. М.: Таус, 2013. С. 89–110.

Рычков Н.П. Журнал или Дневные записки путешествия капитана Рычкова по разным провинциям Российского государства в 1769 и 1770 году. Спб.: Тип. Императорской АН, 1770. 220 с.

Рычков П.И. Топография Оренбургская, то есть обстоятельное описание Оренбургской губернии, сочиненное коллежским советником и Императорской академии наук корреспондентом Петром Рычковым / Научно-популярное издание под ред. Богданова С.В. Серия «Труды П.И. Рычкова». Оренбург: Печатный дом «Димур», 2012. 432 с.

Рябинин А.Н. Об остатках стегоцефалов из Каргалинских рудников Оренбургской губернии // Зап. СПб. Минер. общ-ва. 1911. Т. 30. № 1. С. 25–37.

Салугина Н.П., Морзунова Н.Л., Турецкий М.А. Крупнотарные сосуды бронзового века Турганикского поселения в Оренбургской области // Самарский научный вестник. 2016. № 4. С. 91–98.

Соколов Д.Н. Геологические исследования в центральной части 130-го листа (предварит. отчет) // Изв. Геолкома. 1912. Т. XXXI, № 8.

Тихонович Н.Н. Отчет горноразведочной экспедиции по учету минеральных богатств. Оренбург, 1918.

Ферстер Б.К. Заметки о разработке медных руд в Каргалинской степи Оренбургской губернии // Горный журнал. 1868. Т. 2, Вып. 6. С. 156–224.

Черных Е.Н. История древнейшей металлургии Восточной Европы. МИА, № 132. 1966. 144 с.

Черных Е.Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. МИА, № 172. 1970. 185 с.

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

Черных Е.Н. Пути и модели развития археометаллургии (Старый и Новый Свет) // РА. 2005. № 4. С. 49–60.

Черных Е.Н. 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.

Черных Е.Н., Авилова Л.И., Орловская Л.Б., Кузьминых С.В. Металлургия в циркумпонтийском ареале: от единства к распаду // РА. 2002. № 1. С. 5–23.

Черных Е.Н., Исто К. Дж. Начало эксплуатации Каргалов: радиоуглеродные даты // РА. 2002. № 2. С. 44–55.

Шилов В.П. Очерки по истории древних племен Нижнего Поволжья. Л., 1975. 210 с.

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

## **Древние горные выработки по добыче железной руды в Приольхонье (Западное Прибайкалье)**

Западное Прибайкалье является регионом, где в древности производилось железо, о чем свидетельствуют многочисленные следы древней металлургической деятельности. Многолетние археологические исследования позволили выявить несколько типов железно-восстановительных сыродутных горнов, которые в разные исторические периоды использовались для получения железа. Наиболее высокая концентрация следов древнего железодельного производства наблюдается на центральной части западного побережья Байкала (Приольхонье). Самые ранние памятники железодельного производства относятся к рубежу эр (IV в до н.э. – V в.н.э.). Наиболее поздний памятник – железодельный завод купца Ланина на реке Анге (XVIII в.) [Харинский, Снопков, 2004; Снопков и др., 2012, Снопков, 2017].

Безусловно, насыщенность Приольхонья памятниками древней металлургии связана с широким распространением железных руд в данном регионе. Несмотря на то, что при требованиях современной горнодобывающей отрасли в настоящее время Приольхонье не воспринимается как железорудный район, в прошлом многочисленные мелкие рудопоявления с избытком обеспечивали черную металлургию. Еще в середине XX в. геологом А.С. Кульчицким эта территория рассматривалась как «Прибайкальский железорудный район» [1953]. В Приольхонье встречаются проявления несколько типов железных руд: магматогенные, метаморфогенные и полигенные [Кочнев, 2007; Кульчицкий, 1953; Снопков и др., 2012; Снопков, 2016].

Наиболее широко развиты в Приольхонье полигенные рудопоявления бурых железняков. По данным А.С. Кульчицкого, на 165-километровом участке западного побережья Байкала обнаружено более 40 рудопоявлений бурого железняка. Находки бурожелезняковой руды были впервые описаны еще в конце XIX в. И.Д. Черским на участке западного побережья Малого моря в районе рек Сарма и Курма. В это же время в местности Курма одним из предпринимателей Иркутска были сделаны три заявки на разработку железорудных месторождений [Кульчицкий, 1953].

Бурожелезняковое оруденение приурочено к контактам гнейсов с кристаллическими известняками ольхонской серии раннего палеозоя и связано с инфильтрацией гидротермальных растворов в проницаемые зоны дробления и трещиноватости. В позднемел-палеогеновое время инфильтрационное оруденение было частично преобразовано процессами выветривания [Снопков и др., 2012; Снопков, 2016]. Проявления бурых железняков представляют собой сильно вытянутые по простиранию коренных пород горизонтальные залежи, состоящие либо из россыпи плотного бурого железняка, либо из брекчиевидных и комковидных агрегатов. Плотные агрегаты бурого железняка представлены желваками и конкрециями. По внешнему виду эти плотные бурожелезняковые образования напоминают валуны и гальку, из-за чего нередко называются «рудянной галькой». Размеры залежей достигают в длину до 150–250 м при ширине (в редких случаях) до 60 м. Мощность залежей меняется в широком диапазоне от десятков сантиметров до нескольких метров. Бурые железняки представлены лимонитом, гематитом и мартитом. Содержание железа в рудах изменяется от 11.7 до 61.1 % [Кульчицкий, 1953].

В настоящее время поверхностные залежи «рудянной гальки», образовавшиеся в результате выветривания ожелезненных гнейсов (инфильтрационное оруденение) и преобразования их в процессе химического выветривания, являются наиболее вероятным сырьем для получения железа в древности. Эти рудопроявления легкодоступны для добычи и имеют высокое содержание железа. Кусочки бурого железняка были обнаружены в нескольких случаях вблизи металлургических центров, а сравнение микроэлементного состава металлургических шлаков и железных руд позволило подтвердить вывод о том, что наиболее широко употребляемыми рудами были именно бурые железняки [Снопков, 2016].

По литературным данным, наиболее крупными рудопроявлениями Приольхонья являются Курминское, Тумырбашское, Нарын-Елгинское, Борсойское и Петрово-Поповское. [Артемьев, 1926; Кульчицкий, 1953] По данным разных исследователей, на ряде рудопроявлений во время геолого-съёмочных работ были обнаружены следы горных выработок: сильно осыпавшийся шурф размером 2 × 2 м на Курминском проявлении [Мац, Бабкин, 1955]; около 12 «*сильно осыпавшихся и замкнутых шурфов и закопушек*» на участке 50 × 25 м на Тумырбашском рудопроявлении [Артемьев, 1926]; следы замкнутых шурфов и небольших карьеров на Попово-Петровском рудопроявлении [Кульчицкий, 1953]. Наиболее крупные горные выработки были обнаружены Б.Н. Артемьевым на рудопроявлении Борсойский Тажеран. В центральной части рудопроявления на площади более 15 000 м<sup>2</sup> им было обнаружено несколько десятков осыпавшихся шурфов и «закопушек» [Артемьев, 1926].

Летом 2017 г. была предпринята попытка обследования всех известных рудопроявлений железных руд Приольхонья на предмет обнаружения древних горных выработок. Кроме того, на всех рудопроявлениях были проведены профильные магниторазведочные работы. Для измерений использовался протонный магнитометр ММП-203. Измерения проводились с шагом 2–5 м.

*Тумырбашское рудопроявление* находится на левом борту верхнего течения реки Кучулга в 4 км на ЗСЗ от улуса Улан-Хужир. Местность, где находится рудопроявление, по сообщению Б.Н. Артемьева, называется Тумырбаш или Бухудараш. До настоящего времени эти названия не сохранились. Рудопроявление приурочено к вытянутому в СВ направлении понижению между выходами мраморизованных известняков и ожелезненных гнейсов. Размеры западины приблизительно 80 × 25 м. По сообщению Б.Н. Артемьева, охристые порошковые руды с отдельными гнездами «комового» бурого железняка весом до 25 кг встречаются с глубины 1–1.5 м до 2–3 м [Артемьев, 1926]. Обнаруженные Б.Н. Артемьевым шурфы и «закопушки» в настоящее время не фиксируются, так как во второй половине XX в. площадь рудопроявления была перепахана под посев многолетних трав. В настоящее время на поверхности распадка встречается «рудянная галька». Предположение Б.Н. Артемьева об использовании руд Тумырбашского рудопроявления «для надобностей» Ланинского железоделательного завода, работающего в Приольхонье в XVIII в., является маловероятным в связи с большим удалением рудопроявления (около 30 км) и незначительными запасами руды. Вероятнее всего старые горные выработки связаны с массовыми поисками железных руд в Приольхонье в конце XIX в. [Кульчицкий, 1953].

*Курминское рудопроявление* находится в местности Курма и представляет собой цепочку выходов бурого железняка инфильтрационного и преобразованного в процессе химического выветривания типа, протянувшуюся в СВ направлении на 1.5 км. В нескольких местах на поверхности обнаруживаются россыпи «рудянной гальки» и глыб бурого железняка. Мощность этих россыпей изменяется от 0.5 до 2 м. В небольшой западине на юго-западном фланге рудопроявления фиксируются слабо выраженные следы горной выработки. Предположительно, это шурф, обнаруженный В.Д. Мацем в 1953 г. [Мац, Бабкин, 1955] и связанный с поисками железных руд предпринимателем Н.Е. Готовым в 1890-х гг. [Кульчицкий, 1953].

*Нарын-Елгинское рудопроявление* находится в местности Нарын-Елга, примерно в 2 км восточнее д. Шара-Тогот на седловине перевала Имэ-Кутул. На поверхности наблюдается россыпь «рудянной гальки», ориентированная на ССВ, протяженностью до 200 м и шириной до 30 м. По результатам исследований Б.Н. Артемьева, мощность россыпи не более 1 м [Артемьев, 1926]. Следы горных выработок на рудопроявлении не фиксируются.

Вблизи Нарын-Елгинского рудопроявления (в 500 м восточнее) находится еще одна россыпь «рудянной гальки» – *Заорсойское рудопроявление*. Сведений об изучении данного рудопроявления не обнаружено. Следов горных выработок также не найдено.

*Попово-Петровское рудопроявление* находится в центральной части древней речной долины между селами Петрово и Попово. Рудопроявление было обследовано в 1940 г. Г.И. Антипиным, в 1941 г. – В.Т. Кадеш, в 1950-х гг. – Г.А. Покатиловым [Кульчицкий, 1953]. Рудопроявление представлено несколькими рудными телами, вытянутыми на СВ вдоль контакта мраморизованных известняков и гнейсов. По простиранию рудные тела прослежены на расстояние более 200 м при средней ширине до 10 м. Глубина залегания руды достигает 25 м. На контакте между известняками и рудными телами фиксируются марганцевые руды. Рудные тела представлены охристыми суглинками и глинами, насыщенными конкрециями лимонита размером до 25 см в поперечнике. Попово-Петровское рудопроявление является одним из самых крупных проявлений железа в Приольхонье. Общие запасы рудопроявления достигают 100 (по В.Т. Кадеш) и 250 тыс. т (по Г.И. Антипову).

Во время геологоразведочных работ 1940–50-х гг. было пройдено 4 линии канав, длиной до 100 м каждая, и более 10 шурфов глубиной до 20 м. Большинство этих горных выработок сохранилось в полузасыпанном виде до настоящего времени. Кроме того, сохранились 7 полузасыпанных небольших карьеров размером до 10 м в поперечнике. Известно, что руды с этого рудопроявления использовались в XVIII в. на Ланинском железодельном заводе (р. Анга, возле пос. Еланцы).

*Борсойское рудопроявление* расположено в местности Борсойский Тажеран, в 15 км на СВ от п. Еланцы и в 1.5 км на юго-запад от придорожного кафе «Тажераны». Рудопроявление 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. Соотношение охристых суглинков и «рудянной гальки» местами достигает 1 : 1. Относительно запасов Борсойского рудопроявления исследователи дают различные оценки от 70 000 (по Б.А. Артемьеву) до 800 000 (по А.С. Кульчицкому) т руды.

В центральной части рудопроявления располагается участок старых горных выработок площадью 200 × 60 м. Горные выработки относятся к разным периодам изучения и разработки рудопроявления. Наиболее поздние (середина XX в.) горные выработки представлены тремя линиями канав и шурфов протяженностью 40, 60, 70 м, пересекающими рудную залежь вкрест через 100 м. В 1920-х гг. Б.Н. Артемьевым были пройдены 2 небольших канавы длиной не более 10 м. Большая часть горных выработок относится к XVIII в. и более ранним эпохам. Они включают 17 небольших (от 5 до 20 м в поперечнике) карьеров и более 40 шурфов (до 2–3 м в поперечнике). Глубина карьеров, по оценкам Б.Н. Артемьева, достигала 5–6 м. На площади участка обнаружено 4 кучи добытой и подготовленной для использования руды объемом от 20 до 80 м<sup>3</sup>.

Известно, что руды Борсойского рудопроявления использовались в XVIII в. на Ланинском железодельном заводе. В середине XX в. проводилась добыча пробной партии руды для Петровско-Забайкальского металлургического завода. Вероятно, обнаруженные кучи складированной руды относятся к этому периоду. Есть основания полагать, что ис-



пользование руд Борсойского рудопроявления было начато в более ранние периоды. Канавы, пройденные в середине XX в., местами прошли по более ранним горным выработкам и вскрыли отвалы. По разрезу отвалов одного из карьеров видно, что возобновление добычи руды происходило не менее 2 раз. Для определения временных рамок этапов разработки карьеров требуются дополнительные исследования.

Другим косвенным свидетельством интереса к рудопроявлению в более ранние периоды является обнаружение вблизи карьеров фрагментов керамических сосудов, датированных I тыс. н.э.

В ходе проведенных исследований было выявлено более 10 полигенных рудопроявлений бурых железняков на территории Приольхонья, представленных россыпями «рудянной гальки». Проведенные профильные магнитные съемки показали, что для всех рудопроявлений характерно присутствие рядом участков ожелезнения гнейсов. Образование подобных зон исследователи объясняют инфильтрацией гидротермальных растворов непосредственно в коренные породы и зоны дробления, в процессе мигматизации протерозойских гнейсов. В магнитном поле такие участки выделяются аномалиями от 500 до 2500 нТл.

В конце мела – среднего олигоцена (70–27 млн л.н.) в условиях влажного жаркого субтропического и тропического климата в Прибайкалье произошло формирование мощной коры выветривания. На участках ожелезненных гнейсов происходило химическое преобразование бурожелезникового инфильтрационного оруденения в линейно-площадную латерит-каолинитовую кору выветривания. Оруденение коры выветривания представляет собой охристые каолиниты, насыщенные плотными, комковатыми, порошковидными и брекчевидными агрегатами бурого железняка. При размывании коры выветривания происходило обогащение верхней части разреза «рудянной галькой», образуя россыпи, хорошо видимые на поверхности.

Все исследователи описываемых рудопроявлений отмечали, что бурожелезняковые залежи, как правило, расположены в области распространения кристаллических известняков вблизи контактов последних с ожелезненными гнейсами. Эта особенность расположения рудных залежей связана с тем, что в условиях жаркого влажного климата известняки подвергаются более интенсивному растворению и выщелачиванию, чем другие метаморфические породы – гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты. На участках распространения известняков образуются понижения в рельефе коренных пород, а в местах выходов гнейсов – возвышенности. В результате происходят миграция растворенного в процессе химического выветривания железа в пониженные участки и его кристаллизация. На Борсойском рудопроявлении в нескольких местах встречаются включения бурожелезняковых желваков среди разрушенного до состояния дресвы известняка.

В последующие геологические эпохи позднемеловая-палеогеновая кора выветривания в Приольхонье была размыта, и к настоящему времени сохранились лишь остаточные фрагменты. Именно к этим древним впадинам и котловинам в кристаллических известняках приурочены все обнаруженные рудопроявления. Сами рудопроявления в магнитном поле отмечаются слабыми магнитными аномалиями (менее 100 нТл).

Анализ расположения древних металлургических центров в Приольхонье в пределах железорудного района показывает, что все они тяготеют к границе леса и степи. Это связано с необходимостью получения древесного угля для металлургического производства. Вблизи всех металлургических центров располагаются рудопроявления железных руд, расстояние до которых составляет от нескольких сотен метров до нескольких километров.

Отсутствие многочисленных древних горных выработок на рудопроявлениях, по видимому, объясняется отсутствием их необходимости. Многочисленные россыпи «рудянной гальки», обнаруженные в Приольхонье, представляют собой прекрасный источник же-

лезной руды. Metallурги прошлых эпох добывали руду путем простого сбора бурожелезняковой «гальки» с поверхности либо с небольшой глубины. Неглубокие горные выработки в настоящее время не фиксируются в рельефе. Возможно, исключение составляет Борсойское рудопроявление, на котором сохранилось большое количество небольших карьеров, которые разрабатывались неоднократно.

## Литература

*Артемьев Б.Н.* Очерк геологического строения и полезных ископаемых Ольхонского края. Отдельный оттиск из т. ЛП Известий ВСОРГО. Очерки по Землеведению Восточной Сибири. Вып. III. Иркутск, 1926. 66 с.

*Кочнев А.П.* Ольхонский кристаллический комплекс. Проблемы геологии и минерации Приольхонья. Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2007. 252 с.

*Кульчицкий А.С.* Прибайкальский железорудный район (сводка данных по рудоности). Фонды ИГУ. Иркутск, 1953. 167 с.

*Мац В.Д., Бабкин А.К.* Отчет Сарминской поисковой партии по работам 1950–1951 гг. (Центральное Прибайкалье) в 3-х томах. Том 1. Иркутск: Иркутское Геологическое управление, 1955. 211 с.

*Снопков С.В.* Железорудная база древней металлургии Прибайкалья // Геоархеология и археологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН, 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. науч. конф. (Старый Оскол, 18–19 мая 2017 г.). Старый Оскол: Из-во РОСА, 2017. С. 46–56.

*Снопков С.В., Матасова Г.Г., Казанский А.Ю., Харинский А.В., Кожевников Н.О.* Источники руды для производства железа в древности: Курминский археологический участок // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2012. Вып. 9. С. 10–30.

*Харинский А.В., Снопков С.В.* Производство железа населением Приольхонья в елгинское время // Известия Лаборатории древних технологий. Вып. 2. Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2004. С. 167–187.

*В.Э. Данилевская*

*ИргТУ, г. Иркутск, lerchik-shaolin@mail.ru*

### **Обнаружение нового железовосстановительного горна на памятнике «Курминское озеро I» (Приольхонье, Западное Прибайкалье)**

*(научный руководитель С.В. Снопков)*

В течение нескольких лет лабораторией археологии, палеоэкологии и систем жизнедеятельности народов Северной Азии Иркутского национального исследовательского технического университета при поддержке Иркутского областного отделения Русского географического общества в Приольхонье (западное побережье пролива Малое Море озера Байкал) проводятся исследования памятников древней металлургии железа. Большую помощь в проведении исследований оказывают детские краеведческие экспедиции, которые организуются Центром развития дополнительного образования детей (г. Иркутск).

Масштаб и технология получения железа древними жителями Прибайкалья являются интересными и малоизученными вопросами древней истории [Харинский, Снопков, 2004; Снопков, Харинский, 2012]. За последние 20 лет в Приольхонье было обнаружено более 30 памятников древней металлургии железа, представленных различными типами железовосстановительных горнов. Наиболее изученными горнами являются сыродутные ямные

горны, относящиеся к раннему железному веку. Кроме того, найдено несколько типов наземных горнов.

Летом 2017 г. в Приольхонье в районе р. Курма работала очередная детская краеведческая экспедиция, одной из задач которой был поиск и изучение следов древней металлургии железа, в том числе на флангах уже известных памятников. Наиболее изученным и известным памятником в местности Курма является древний металлургический центр «Курминское озеро I».

На его флангах на площади более 1500 м<sup>2</sup> было проведено обследование на присутствие на поверхности почвы фрагментов шлаков и обмазки и наличие аномалий магнитного поля.

Измерение магнитного поля на исследуемом участке выполнялось 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. Благоприятной предпосылкой использования магниторазведки при изучении металлургических центров в Приольхонье является высокая магнитная восприимчивость продуктов металлургического производства, по сравнению с горными породами, в которых сооружались горны. Вмещающие осадочные породы (суглинки с дресвой и щебнем) практически немагнитны – 0,25 мили ед. СИ, при этом средняя магнитная восприимчивость шлаков и обожженных суглинков составляет 5–7 мили ед. СИ. Шлаки и обожженные суглинки обладают не только индуцированной, но и остаточной намагниченностью. Наиболее интенсивные и четко выраженные положительные аномалии магнитного поля создают обожженные и оплавленные стенки рабочей камеры горна [Снопков, 2016; Снопков, 2017].

Привлечение геофизических методов при изучении металлургических центров позволяет обследовать перспективные участки большой площадью и более точно определять расположение объектов до проведения археологических раскопок.

Металлургический центр «Курминское озеро I» располагается в 2 км к ССВ от с. Курма и в 0,8 км к СЗ от берега Курминского озера, на юго-западном склоне отдельно стоящего холма, ориентированного по направлению ЮЗ–СВ. Памятник был обнаружен в 1999 г. по фрагментам шлаков и обожженной обмазки на склоне холма. Проведенная магнитометрическая съемка на площади 20 × 40 м выявила три контрастных аномалии магнитного поля, превышающие 100 нТл. По результатам геофизической съемки, на памятнике было заложено 2 раскопа площадью 67 и 12 м<sup>2</sup>, соответственно. Раскоп 1 вскрыл пригорновую яму размером 2 × 2,3 м и глубиной 1,2 м, из которой вниз по склону уходит пригорновая канава длиной более 5 м. На краях пригорновых ямы и канавы было расчищено 9 горнов – 5 воронкообразных железовосстановительных и 4 двухямных (возможно, кузнечных). Рабочие камеры воронкообразных горнов сооружались в плотном суглинке и имеют форму, похожую на перевернутую наклонную треугольную пирамиду с закругленными ребрами. Верхнее отверстие рабочей камеры горна выходит на дневную поверхность, а нижнее – в пригорновую яму (канаву) на глубине 1,0–1,2 м. Раскоп 2 вскрыл яму для обжига руды, на дне которой находились глыбы магнетитового кварцита [Харинский, Снопков, 2004]. Третья аномалия была проинтерпретирована как еще одна пригорновая яма с несколькими горнами по ее периметру [Снопков, 2017].

Во время исследований 2017 г. была проведена магнитная съемка на участке 50 × 30 м. Западная часть участка съемки охватывает ранее изученные объекты. По результатам съемки, кроме уже известных аномалий, было выявлено еще три магнитовозмущающих объекта. Одна из аномалий по размеру, интенсивности и структуре подобна раскопанному металлургическому центру. Еще две локальные контрастные аномалии, имеющие вытянутую форму и интенсивность до 200 нТл, были обнаружены на склоне холма. Одна имеет размеры 5 × 1 м, другая – 3 × 1 м.

С целью оценки природы аномалии на второй аномалии был заложен разведочный раскоп размером  $2 \times 1$  м. После снятия почвенного слоя (толщиной около 7 см) в центре аномалии появилось темное пятно около 1 м в поперечнике, представляющее собой насыщенный угольной пылью (древесный уголь) суглинок. По краю пятна хорошо проявилась зона обожженной (кирпичного цвета) глины толщиной около 10 см. После расчистки углисто-го пятна появилась верхняя фурма железовосстановительного горна. Верхняя часть обнаруженного горна подобна распространенным в Приольхонье горнам раннего железного века – имеет треугольную форму со сглаженными углами, а сам горн – форму наклонной треугольной воронки, у которой нижняя фурма выходит в пригорновую яму.

Главной особенностью обнаруженного горна является его расположение. На ранее изученных памятниках «Курминское озеро I», «Курма 28», «Барун-Хал 2» сыродутные горны располагаются по периметру пригорновой ямы, а обнаруженный горн располагается на склоне холма. Подобный одиночный горн обнаружен в Приольхонье впервые. В дальнейшем планируется проведение раскопок в полном объеме для изучения формы железовосстановительного горна.

### Литература

*Снопков С.В.* Использование геофизических и геохимических методов при изучении памятников древней металлургии Приольхонья // Вопросы Естественного знания. № 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. науч. конф. (Старый Оскол, 18–19 мая 2017 г.). Старый Оскол: Изд-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.

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

*С.Ю. Давыденко*

*МГРИ-ППГУ, г. Москва, sofydav@mail.ru*

### **Опыт комплексного геофизического изучения памятников древней металлургии Приольхонья (Западное Прибайкалье)**

*(научные руководители С.В. Снопков, Ю.А. Давыденко)*

Более двух десятилетий комплексные экспедиции ученых, студентов и школьников занимаются поисками и изучением памятников древней металлургии Прибайкалья. [Харинский, Снопков 2004; Снопков, 2017]. За последние двадцать лет в Приольхонье обнаружено несколько десятков подобных памятников.

Наиболее изученными металлургическими центрами являются памятники, относящиеся к раннему железному веку (3 в. до н.э. – 4 в. н.э.). Два крупных металлургических центра этого времени располагаются в распадке Барун-Хал, восточнее базы практик ИрНИТУ (с. Шара-Тогот, Ольхонский р-н, Иркутская обл.). Здесь на территории более 50000 м<sup>2</sup> располагаются два археологических памятника – Барун-Хал-2 и Барун-Хал-3 [Кожевников и др., 2000].

На рубеже эр металлурги Приольхонья использовали ямные горны [Харинский, Снопков, 2004]. Металлургические центры представляют собой предгорновые ямы или каналы

глубиной до 2 м, на краю которых сооружались рабочие камеры железовосстановительных горнов. Нижнее отверстие горнов выходило в яму, а верхнее – на дневную поверхность. Верхние отверстия горнов имели треугольную форму с закругленными углами. Рабочая камера горна имеет форму перевернутой наклонной треугольной пирамиды с закругленными гранями. Нижняя стенка рабочей камеры представляет собой наклонную плоскость, опускающуюся в предгорновую яму под углом 45–55°. Нижнее отверстие горна закрывалось куполообразным, каменно-кирпичным сооружением с отверстиями для поддува воздуха и каналом для вытекания шлаков. Кроме вышеописанных конструкций, встречаются горны, представляющие две овальные ямы, соединенные подземным каналом. Размеры ям на дневной поверхности составляют от 50 × 30 см до 80 × 50 см. Глубины ям изменяются от 20 до 50 см. Подобные горны могли использоваться в качестве как железовосстановительных, так и кузнечных [Харинский, Снопков, 2004].

Одной из проблем изучения древних металлургических центров являются большие территории ими занимаемые, что требует большого труда и времени для раскопок. Одним из способов решения этой проблемы является использование геофизических методов для изучения археологических памятников. Благоприятной предпосылкой использования геофизических методов при изучении металлургических центров в Приольхонье является изменение магнитных и электрических свойств грунтов в результате антропогенного воздействия, а также повышенная магнитная восприимчивость продуктов металлургического процесса (шлаки, зерна крицы, обмазка), которые рассеяны вблизи основных конструкций металлургических центров [Кожевников и др., 2000; Снопков, 2017].

Наиболее высокие значения магнитной восприимчивости имеют продукты металлургического производства. Вмещающие осадочные породы (суглинки с дресвой и щебнем) слабомагнитны – менее 0.25 мили ед. СИ, а средняя магнитная восприимчивость шлаков и обожженных суглинков составляет 5–7 мили ед. СИ. Кроме того, шлаки и обожженные суглинки обладают не только индуцированной, но остаточной намагниченностью. Шлаки и спеченные куски обмазки в локальных скоплениях, в основном, смещены и перемешаны относительно первоначального местоположения, в результате чего вектора остаточной намагниченности артефактов оказываются хаотично направленными, а их суммарная остаточная намагниченность является незначительной. Опыт магниторазведочных работ на металлургических центрах Приольхонья показывает, что наиболее интенсивные и четко выраженные положительные аномалии создают обожженные и оплавленные стенки рабочей камеры горна [Снопков, 2017]. Благодаря использованию магниторазведки появляется возможность более точного определения устройства металлургического центра и мест скопления продуктов металлургического процесса.

В результате антропогенного воздействия также изменяется удельное электрическое сопротивление верхней части разреза. Предгорновые ямы и канавы, заполненные рыхлыми отложениями, как правило, являются более проводящими по сравнению с вмещающими суглинками, а обожженные стенки горнов, ям и канав, наоборот, обладают повышенным удельным электрическим сопротивлением.

Целью опытных геофизических исследований, проведенных на археологическом памятнике Барун-Хал-3, было опробование комплекса геофизических методов при изучении объектов древней металлургии. Для этого на опытном участке были проведены исследования методами магниторазведки, электромагнитного профилирования и электротомографии.

1) Магнитная съемка на исследуемом участке площадью 40 × 20 м выполнялась с помощью геофизического протонного магнитометра ММРОС. Магнитная съемка с протонным магнитометром обладает высокой производительностью. Опираясь на опыт предшествующих работ, была использована следующая методика съемки: сеть – 0.5 × 0.5 м; высо-

та расположения датчика – 0.5 м [Снопков, 2017]. По результатам съемки была построена карта ДТ.

2) Электромагнитное профилирование, в отличие от методов сопротивления с электродами заземлениями, обладает значительно более высокой производительностью. Электропрофилирование выполнялось с помощью аппаратуры NEMFIS [Грайвер и др., 2013] по тому же участку и той же сети, что и магниторазведка. Высота расположения излучателя и приемника составляла 0.5 м. По результатам съемки была построена карта удельного электрического сопротивления.

3) Электротомография применяется для детального геологического расчленения разреза с целью выявления геологических неоднородностей (подземных водоносных горизонтов, таликовых зон и др.). Исследования выполнялись с помощью многоэлектродной 16-ти канальной электроразведочной станции «Скала-64». Глубинность исследований с помощью данного аппаратурного комплекса может превышать 100 м. Разрешающая способность метода зависит от плотности измерений – чем меньше размеры изучаемого объекта, тем выше плотность пунктов измерений [Бобачев, Модин, 2008]. Измерения проводились на участке  $15 \times 20$  м, по сети  $1 \times 1$  м. После первичной обработки данных были построены карты на глубины до 2, 4 и 6 м, а также разрезы по профилям.

В ходе геофизических работ были получены следующие результаты:

1) Магниторазведочная съемка выявила систему локальных пересекающихся линейных положительных аномалий северного и северо-западного простирания, шириной от 2 до 5 м. Аномалии приращений модуля вектора напряженности магнитного поля имеют амплитуду 70–100 нТл. В контур аномалий попадают два горна, раскопанных археологами ранее. В целом, аномалии магнитного поля очертили расположение конструкций металлургического центра. На карте приращений модуля вектора напряженности магнитного поля хорошо выделяются предгорновые канавы с расположенными по краям металлургическими горнами протяженностью до 20 м. Выделяются, как минимум, 4 подобных конструкции, соединенных между собой канавами (переходами).

2) Карта удельного электрического сопротивления, полученная по результатам съемки аппаратурой NEMFIS, демонстрирует общую тенденцию увеличения данной физической характеристики с юго-запада на северо-восток – 300 до 500 Ом\*м, связанную с изменением грунтов и их влажности в распадке Барун-Хал. На фоне этого тренда выделяется зона повышенных значений сопротивления (100–200 Ом\*м) шириной 5–10 м, огибающая конструкции металлургического центра. В центральной части участка находятся две локальные контрастные аномалии повышенной проводимости, связанные с дезинтеграцией грунтов в ходе археологических раскопок.

3) Интересные результаты были получены с помощью электротомографии. Удельное электрическое сопротивление разреза на глубинах 2–6 м изменяется незначительно – 550–600 Ом\*м. На глубине 1.5–4 м в разрезе выделяется линза повышенного сопротивления (700–900 Ом\*м), вероятно, связанная с сезонно-мерзлыми грунтами. В верхней (1.5 м) части разреза сопротивление резко понижается – до 300–400 Ом\*м. Кроме того, в верхней части разреза наблюдаются контрастные аномалии высокого сопротивления – до 500 Ом\*м, связанные с конструкциями металлургического центра, в первую очередь, горнами. Карта распределения удельного электрического сопротивления до глубины 2 м показала пространственное расположение этих антропогенных объектов. Локальные аномалии повышенного электрического сопротивления точно попали в контур аномалий магнитного поля, что свидетельствует об их антропогенном происхождении.

Таким образом, проведенные опытные геофизические исследования на археологическом участке Барун-хал-3 позволили оценить возможности геофизических методов для из-

учения памятников древней металлургии железа. Основным методом, позволяющим выявлять и оконтуривать металлургические центры, безусловно, является магниторазведка. В качестве дополнительного подтверждающего метода оконтуривания конструкций металлургического центра может быть использовано электромагнитное профилирование. Выявленные аномалии повышенного сопротивления, в контуре магнитных аномалий, позволяют интерпретировать их как элементы конструкции металлургического центра (железвосстановительные и кузнечные горны). Дополнительную информацию для реконструкции металлургических центров может дать электротомография, которая позволяет не только выделять неоднородности в верхней части геологического разреза, но и дифференцировать эти объекты по глубине. Конечно, окончательно подтвердить результаты интерпретации геофизических данных могут только археологические раскопки. Но уже до проведения таких работ очевидно то, что локальные аномалии магнитного поля и удельного электрического сопротивления способны выявлять объекты антропогенного изменения верхней части геологического разреза.

### Литература

- Бобачев А.А., Модин И.Н.* Электротомография со стандартными электроразведочными комплексами. // Разведка и охрана недр. 2008. № 1. С. 43–47.
- Грайвер А.В., Давыденко А.Ю., Попков П.А., Слепцов С.В.* Технология интерпретации данных площадных геофизических работ в программном комплексе «GelioSMI» // Мат. 40-й сессии Международного семинара им. Д.Г. Успенского. М.: ИФЗРАН, 2013. С. 115–120.
- Кожевников Н.О., Кожевников О.К., Никифоров С.П., Снопков С.В., Харинский А.В.* Древний центр металлургии железа в пади Барун-Хал // Байкальская Сибирь в древности. Сб. науч. трудов. Вып. 2. Ч. 2. Иркутск: изд-во ИГПУ, 2000. С. 112–125.
- 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: Изд-во РОСА, 2017. С. 46–56.
- Харинский А.В., Снопков С.В.* Производство железа населением Приольхонья в елгинское время // Известия Лаборатории древних технологий. Вып. 2. Иркутск, 2004. С. 167–187.

**А.М. Назин**

*ГИАУ ДО Иркутской обл., МБОУ СОШ № 18, г. Иркутск,  
snopkov\_serg@mail.ru*

### **К вопросу о предназначении глиняных валиков при сооружении железвосстановительных горнов в Приольхонье** *(научные руководители С.В. Снопков, В.Э. Данилевская)*

Начиная с раннего железного века на территории Приольхонья (западное побережье пролива Малое море оз. Байкал) происходит массовое получение железа. Этому способствовало широкое распространение легкодоступных богатых железных руд и леса, используемого для отжига древесного угля [Харинский, Снопков, 2004]. Обнаруженные в Приольхонье горны имеют разнообразные конструкции. Наиболее ранние (конец I тыс. до н.э. – начало I тыс. н.э.) представляют собой ямные горны, имеющие наклонную воронкообразную рабочую камеру, выходящую в предгоронную яму [Снопков, Харинский, 2012].

В 2015 г. были проведены раскопки средневековых железодельных горнов, которые представляют собой прямоугольные горизонтальные камеры шириной 35–45 см, длиной 80–90 см и высотой 30–40 см. Объем рабочей камеры горна составлял 0.1–0.15 м<sup>3</sup> (10–

15 л). Горн примерно на три четверти заглублен ниже поверхности земли. Стенки горнов изготавливались с помощью вертикально установленных плит из гнейса и глиняной обмазки внутри горна (и, возможно, снаружи в верхней части). С одной стороны рабочей камеры устанавливались сопла – глиняные трубки с внутренним диаметром 2–2.5 см и внешним – 5–6 см. Через сопла с помощью мехов в горн нагнетался воздух. Сверху рабочая камера была также перекрыта каменной плитой. Плита закрывала большую часть рабочей камеры горна, оставляя небольшое отверстие для выхода дыма.

Особенностью этих конструкций являлось то, что шлаки не выпускались из горна. Они остывали внутри горна после сгорания угля и затем извлекались наружу. Крица, сформировавшаяся на поверхности шлаковой «лепешки», отколачивалась, вновь нагревалась и проковывалась. Предположительно, такой горн мог быть как железовосстановительным, так и кузнечным [Снопков, 2017].

При раскопке горна было обнаружено большое количество горновых шлаков и кусочков спеченной глиняной обмазки. Неожиданной находкой при проведении раскопок стали спеченные глиняные «валики».

«Валики» имеют форму цилиндров диаметром 3–4 см, разрезанных по длинной оси. В ходе раскопок были обнаружены фрагменты «валиков» длиной до 15 см, поэтому исходную длину валика оценить сложно. «Валики» имеют бурый цвет, без следов плавления. Всего было обнаружено 34 фрагмента длиной от 2 до 15 см. На плоской стороне «валика» виден слепок поверхности каменной плиты. Обнаружены 3 фрагмента «валиков», спеченных боковыми поверхностями. По степени спекания и отсутствию следов плавления можно сделать вывод, что глиняные «валики» находились на внешней стороне стенок рабочей камеры горна. В целом, перечисленные особенности строения «валиков» позволяют высказать предположение, что они были наклепаны на горизонтально установленную каменную плиту, перекрывающую рабочую камеру горна. Для чего использовались глиняные «валики»?

Глина состоит из мельчайших кристаллов целого ряда минералов. Основной глинообразующий минерал класса силикатов — каолинит. Кроме каолинита, в глинах в разных пропорциях могут содержаться андалузит, дистен, силлиманит, галлуазит, гидраргиллит, диаспор, корунд, монотермит, монтмориллонит, мусковит, наркит, пирофиллит, кварц, гипс, доломит, кальцит, лимонит и др.

В зависимости от того, из какой породы образуется глина, каким образом идет ее образование и какими минералами она представлена, глина приобретает различные цвета. Наиболее часто встречаются желтая, красная, белая, голубая, зеленая, темно-коричневая и черная глины. Цвета глины определяются присутствием в ней следующих солей: красная глина – калий, железо; зеленоватая глина – медь, двухвалентное железо; голубая глина – кобальт, кадмий; темно-коричневая и черная глина – углерод, железо; желтая глина – натрий, трехвалентное железо, сера и ее соли.

Температурой спекания глины считают низшую температуру, при которой получается черепок с водопоглощением 2 %. Температура спекания различных глин неодинакова. У большинства гончарных глин она равна 1000–1100 °С. Если после достижения температуры спекания продолжать повышать температуру обжига, то черепок начинает размягчаться и деформируется. При дальнейшем нагревании черепок начинает плавиться. Температура плавления различных глин также неодинакова и колеблется от 1440 до 1600 °С.

Спеченная глина обладает низкой теплопроводностью, огнеупорностью и гигроскопичностью, благодаря чему используется в качестве обмазки горнов с целью уменьшения оттока тепла из рабочей камеры горна. Но для этого можно было положить глиняную обмазку ровным слоем, а не складывать ее из «валиков».



Была выдвинута гипотеза, что теплоизоляционное покрытие крышки горна, изготовленное из уложенных рядами «валиков», позволяло контролировать температуру внутри горна. То есть, такое покрытие служило своеобразным термометром. Необходимость контролировать температуру обуславливалась следующим обстоятельством. Несмотря на то, что восстановление железа в горнах начинается уже при температуре 500 °С, интенсивно проходит при 900–1000 °С, на практике нужны более высокие температуры – не менее 1200 °С. Такая температура нужна для того, чтобы начал образовываться шлак. При этом температура не должна быть чрезмерно высокой, так как чем выше температура, тем больше железа переходит в шлак [Григорьев, 2013]. Поэтому для древних металлургов для оптимизации металлургического процесса важно было поддерживать в горне температуру в определенных пределах.

Обычная красновато-бурая глина содержит до 5–8 % от общей массы оксида железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). При нагревании до температуры 1000 °С глина сначала приобретает бурую окраску; затем спекается, приобретая красную или белесую окраску. При нагреве до 1100 °С глина размягчается и деформируется; при нагревании до 1440 °С она начинает плавиться. Окраска фрагментов спеченных глиняных «валиков» меняется от светло-бурой до красновато-белесой, что свидетельствует о разном характере температурного воздействия.

Подтверждением разного температурного воздействия служат результаты измерения магнитной восприимчивости «валиков» с помощью капнометра. Магнитная восприимчивость – это физическое свойство, показывающее способность вещества намагничиваться под воздействием внешнего магнитного поля.

Глина, из которой были изготовлены «валики», содержит гидроокислы железа (гидрогематит, гетит, гидрогетит и др.). Эти минералы имеют низкую магнитную восприимчивость, но при нагревании глины происходит их дегидратации и преобразование в маггемит и гематит, которые обладают более высокими значениями магнитной восприимчивости. Температурные превращения гидроокислов железа и, соответственно, увеличение магнитной восприимчивости приблизительно пропорционально температуре [Снопков, 2016]. Измерения капнометром на фрагментах «валиков» показало, что магнитная восприимчивость артефактов меняется от 4 до 10 мили ед. СИ. Предположительно, такой разброс значений связан с разной степенью прокала глины.

Можно предложить следующую реконструкцию: на внешнюю поверхность каменной плиты (крышки горна) поперечно прилеплялись глиняные валики; при повышении температуры в горне и, соответственно, температуры плиты, «валики» также нагревались, спекаясь и меняя окраску; по изменению состояния «валиков» древние металлурги оценивали температурный режим в горне. Кроме того, «валики» позволяли отслеживать неравномерность нагревания рабочей камеры горна.

Таким образом, обнаруженные при раскопках глиняные «валики», предположительно, являются фрагментами теплоизолирующего покрытия «крышки» горна и могли быть использованы в качестве своеобразного «термометра» для оценки температурного режима в горне.

## Литература

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

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.

*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.). Вып. 3. Улан-Батор: Изд-во Монг. гос. ун-та, 2012. С. 241–246.

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

**И.С. Дамбялов**

*ГАУ ДО Иркутской обл., МБОУ СОШ № 18, г. Иркутск*

### **Куполообразное сооружение на мысе Улан-хан (Приольхонье, Западное Прибайкалье)**

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

Летом 2017 г. в рамках образовательно-оздоровительного детского палаточного лагеря «Страна Байкалия», во время одной из краеведческих экспедиций по побережью пролива Малого моря оз. Байкал было обследовано куполообразное сооружение, расположенное вблизи мыса Улан-хан. Это сооружение давно известно туристам, отдыхающим на берегах Малого моря. Известный популяризатор туризма на Байкале С.Н. Волков описал это сооружение в 1999 г. в путеводителе «Вокруг Байкала». Автор путеводителя предложил две гипотезы о его назначении – железоплавильная печь либо эвенкийское культовое сооружение для совершения сложных шаманских обрядов и продолжительного ритуала, связанного с жизнью и смертью [Волков, 1999]. В 2001 г. экспедицией Детского центра «Лазурит» (п. Култук, Иркутская обл.) это сооружение было изучено и установлено, что оно является смолокурней – сооружением для получения смолы [Марченко, Середкин, 2001]. Получение смолы в Прибайкалье в прошлые века является малоизученным явлением. В энциклопедическом издании «Мир Байкала» в разделе «Народные промыслы» подобный вид промысла не описан [Гольдфарб, 2010].

Целью исследований 2017 г. было составление детального описания смолокурни, изучение ее предназначения и современного состояния.

Каменно-кирпичное шатровое сооружение находится на 37 км от дороги Еланцы – Онгурены вблизи мыса Улан-Хан. Оно расположено в 150 м от берега оз. Байкал и скрыто от глаз проходящих по дороге туристов густыми зарослями сосняка. Высота куполообразного сооружения составляет 230 см от поверхности земли. Оно построено из камней, скрепленных глиняным раствором. Сечение внутренней камеры купола на уровне земли практически круговое и имеет диаметр 260 см. Толщина стен составляет 15 см. Стенки купола изнутри и снаружи покрыты глиняной обмазкой. Пол камеры купола имеет конусообразную форму с уклоном в центр и выложен каменной плиткой. Глубина конусообразной «чаши» составляет 105 см. В центре «чаши» имеется отверстие, обложено 4 камнями размером 10 × 15 см. Вверху купола – круговое отверстие диаметром 90 см. На поверхности глиняной обмазки на вершине купола сохранились следы от каменной плиты, которая (по-видимому, частично) перекрывала верхнее отверстие купола. Внутренняя поверхность стенок купола имеет сильный провал и закопчение.

Куполообразное сооружение с внешней стороны на 2/3 высоты обнесено стеной, сложенной также из камней и глиняного раствора. Кладка внешней стены по своей структуре более грубая по сравнению с куполом. Высота внешней стены составляет 105 см в верхней части склона и 150 см – в нижней части. Диаметр стены составляет около 400 см, а толщина – примерно 30 см. Между куполом и внешней стеной имеется воздушный зазор шириной

около 20–30 см. Воздушный зазор между внешней стеной и куполом первоначально был перекрыт каменными плитами.

Внешняя стена опоясывает купол не полностью. С северо-востока (азимут 68°) имеется проход к куполу шириной 70 см. Во внутреннем куполе также видны следы подготовленного прохода, который позднее замуровывался. С южной стороны стены (азимут 164°) на расстоянии около 90 см от ее нижнего края (130 см ниже уровня земли в центре купола) выходит отверстие диаметром приблизительно 10 см. Заливка воды в отверстие конусообразной «чаши» показало, что оба отверстия связаны между собой подземным каналом. Вблизи нижнего отверстия канала в земле была обнаружена кованная железная воронка диаметром 25 см с грубой металлической сеточкой внутри.

Вокруг сооружения обнаружено много обломков прямоугольных кирпичей, обожженной глины и древесного угля. Анализ находок, сделанных возле смолокурни, позволяет предположить, что она действовала в XIX – первой половине XX вв. Смолокурня использовалась для получения смолы, которая была нужна для «смоления» лодок, канатов, веревок и неводов. Известно, что неводы смолили 1–2 раза за лето. Сетевое полотно невода опускалось частями в котел с горячей водо-смоляной смесью (соотношение смолы и воды – 5/6).

Так как в прошлые века смола являлась важным продуктом в хозяйстве, ее получение было широко распространено в мире. Смолокуры и дегтекуры играли важную роль в народных промыслах. Сырьем служит так называемое «смолье» – пни, корни и комлевая часть сухостойных сосен, которые набирают смолу в течение многих лет. Смолье просушивалось, мелко кололось и складывалось в смолокурную печь «стойком» – чурки должны смотреть вниз и внутрь, чтобы смола стекала по ним на дно воронкообразной ямы и как можно скорее покидала зону горения. Смолье обкладывалось щепой и поджигалось, после чего печь закрывалась дерном, камнями и т.д. Нигде не должно было быть открытого пламени, а тление должно быть достаточно медленным. Зона тления постепенно продвигалась внутрь кучи смоля, а смола успевала вытопиться и стечь в желоб до того, как сгорит или испарится. Дно печи выстилалось разными материалами, не дающими смоле впитываться в землю.

Получение смолы похоже на «курение» дегтя. Различие заключается в сырье из которого получался итоговый продукт: смола – из хвойной древесины, а деготь – из бересты. Производство смолы было весьма трудоемким занятием. Из 1 м<sup>3</sup> смоля получали 20–40 л смолы. Выгонка могла продолжаться от 1 до 7 суток, в зависимости от размера кучи смоля. Причем чем больше куча смоля, тем процесс был эффективнее. Самые простые смолокурные печи представляли собой выкопанную над обрывом яму. Позднее появились более совершенные смолокурни из кирпича и камня, где смолье разлагалось на смолу, уголь и газообразные продукты в отдельной камере без доступа воздуха. Такая установка одновременно давала смолу и качественный древесный уголь для железодельного и кузнечного производства. Современный способ получения смолы более эффективен: выход смолы из 1 м<sup>3</sup> смоля в 2 раза выше. Смолье нагревается без доступа воздуха в камере – железной тянке (цистерне), из которой выгоняемая смола стекает по трубе. В данном случае смолокурня имеет объем 3 м<sup>3</sup> и полностью закапывается в землю для теплоизоляции, что дает весьма значительную экономию дров и обеспечивает равномерный прогрев всего объема камеры. С одной стороны, у тянки устроена топка, дымовой ход идет вокруг нее и выходит в высокую жестяную трубу, которая нужна для создания тяги. Считается, что смолокурение как направление кустарного производства зародилось в XII в. в северной части Смоленского княжества (отсюда и само название города – Смольня, Смоленск), Полоцкой и Новгородской Руси. Связано это было с тем, что самым надежным средством передвиже-

ния и транспортировки грузов на Руси были лады, изготовление которых требовало водонепроницаемого состава, которым можно было бы пропитать дерево. Смолу использовали для различных целей, но основные объемы смолы шли на «смоление» лодок и кораблей; пропитку веревок, канатов, рыболовных неводов; а также для военных целей – как горючее средство. На территории России в XVIII–XIX вв. смолокурни, построенные из камня и кирпича, были распространены достаточно широко. К настоящему времени их сохранилось единицы. Например, на Соловецких островах сохранилась кирпичная смолокурня с закрытой камерой объемом не менее 50 м<sup>3</sup>, сооруженная монастырем.

**Смолокурни Прибайкалья.** Проведенный поиск информации в сети Internet и краеведческой литературе, из бесед со старожилами позволил выявить еще три места, где в прошлом находились печи для получения смолы: в окрестностях Иркутска, на р. Баргузин и на острове Ольхон возле пос. Хужир. Сравнение двух фотографий конца XIX – начала XX вв. (из Иркутского района и Баргузинской долины) со смолокурней Приольхонья показывает, что общая конструкция печи, в целом, похожа – куполообразная форма возгонной камеры с загрузочным входом (у иркутской печи их два) и термоизоляцией нижней части печи. Но есть и отличительные особенности. Смолокурня из Иркутского района имеет большую высоту – более 3.5 м (баргузинская и уланханская – менее 2.5 м). Термоизолирующая обкладка баргузинской и иркутской смолокурни построена вплотную к стене купола. Главным различием конструкций этих печей является то, что иркутская и баргузинская печи построены на ровной площадке, а рядом с печью выкопана яма, в которую, по-видимому, стекала смола; а уланханская печь построена на склоне, и для стока смолы сооружен специальный канал.

**Современное состояние смолокурни на мысе Улан-хан.** Наблюдение за состоянием смолокурни юными краеведами детских лагерей Центра развития дополнительного образования детей (ранее Центра детско-юношеского туризма и краеведения) началось в 2000 г. (по сообщению Снопкова С.В.) В это время смолокурня уже была частично разрушена вандалами: в стенах купола и термоизоляционной оболочки напротив загрузочного входа был пролом; частично обрушены плиты, перекрывающие воздушный зазор; засыпана мусором возгонная камера. Участниками детского лагеря возгонная камера была очищена от мусора – более 2 м<sup>2</sup>. Под мусором была обнаружена конусообразная чаша, облицованная каменными плитами, с отверстием по центру. Ниже по склону было обнаружено и расчищено выходное отверстие смолоотводящего канала. Кроме того, был заложен камнем пролом в теплоизолирующей стене. К сожалению, восстановленная стена позднее вновь была разрушена. Кроме того, были обрушены все плиты, перекрывающие воздушный зазор. В 2007 г. по сообщениям в сети Internet были проведены «...раскопки внутри и снаружи каменного шатра», в результате чего был разрушен участок внешней стены, а рядом с печью «появилась» траншея, обезобразившая живописный вид смолокурни.

В заключении следует отметить, что уланханская смолокурня является очень интересным объектом историко-культурного наследия и требует защиты. Проведенные в 2017 г. исследования позволили составить схему конструкции смолокурни; реконструировать способ получения смолы; собрать информацию о смолокуренном промысле на Байкале; сравнить уланханскую печь со смолокурнями из-под Иркутска и Баргузинской долины и обследовать современное состояние смолокурни.

## Литература

- Волков С.Н. Вокруг Байкала. Путеводитель. Иркутск: Вост-Сиб. кн. изд-во, 1999. 78 с.  
Гольдфарб С.И. Мир Байкала. Иркутск, 2010. 632 с.  
Марченко И.Н., Середкин А.Б. Куполообразное сооружение вблизи мыса Улан-хан // Сборник исследовательских работ Всероссийского конкурса им. В.И. Вернадского. М., 2001. С. 117–121.

## **Некоторые аспекты геoarхеологических исследований объектов металлопроизводства эпохи бронзы (на примере Донбасса)**

Широта спектра предполагаемых междисциплинарных геoarхеологических исследований, а также зачастую недолжный уровень такого взаимодействия определяет эпизодический характер таких исследований, результаты которых не всегда получают достоверную историческую интерпретацию.

Традиционно считается, что в истории наблюдалась тенденция смены использования природных типов медных руд от самородного и окисного (энеолит, ранняя и средняя бронза) к сульфидному типу в последующие эпохи (поздняя бронза) [Григорьев, 2017]. Последнее происходит в логике якобы поэтапной эксплуатации меднорудных объектов, у которых верхняя часть сложена окисными рудами и самородной медью, а нижняя – сульфидными типами руд. Для меднорудных объектов Бахмутской котловины Донбасса такая последовательность не прослеживается, т.к. начало разработки медных руд там, по современным данным, относят к эпохе поздней бронзы (срубная культурно-историческая общность) без признаков более ранней разработки и плавки металла из окисных руд. Последнее согласуется с представлением о преимущественном рассеянии меди в зоне окисления сульфидных месторождений в виде окисных минералов по пустотам и трещинам вмещающих пород, что не позволяет рассматривать целесообразность предварительной отдельной отработки окисного типа руд в более ранние исторические периоды. С другой стороны преимущественно рыхлые, землистые агрегаты окисных минералов меди бедных руд не позволяют добиться получения необходимого для металлургического передела меднорудного концентрата традиционным гравитационным способом. По нашим экспериментальным данным, в результате обогащения малахитовых руд из песчаников Картамышского рудопроявления, получен концентрат с содержанием меди всего лишь в 3 %, из которого был выплавлен шлак, содержащий редкие мелкие (до 3 мм) капли меди. Поэтому при рассмотрении бедных руд меди на предмет возможного их использования в древности необходимо оценивать возможности их предварительного обогащения.

Физико-механические свойства рудовмещающих пород меднорудных объектов разных генетических типов могут существенно варьировать, как и содержания меди в рудах. В то же время в разные исторические эпохи могли использоваться сходные каменные горные орудия, обеспечивающие близкую производительность труда. Кроме того, при реконструкции процесса древнего металлопроизводства приходится выходить на определение палеокондиций используемых в древности руд. От последнего во многом зависит также достоверность подсчета объемов добытой в древности медной руды и выплавленного из нее металла [Бровендер, Шубин, 2009; Бровендер и др., 2010]. Последнее также требует предварительной реконструкции обогатительного цикла и древнего медеплавильного производства с оценкой выхода меди в слиток из рудной шихты, полученной из разрабатываемых в древности меднорудных объектов определенных генетических типов. Следовательно, в каждом конкретном случае необходимо представлять минеральный состав, структурно-текстурные особенности добываемых в древности руд и ориентировочный уровень содержания в них меди. Первостепенной видится при этом оценка принципиальной возможности обогащения руд и выплавки металла по древним технологиям.

Целостность представлений о горно-металлургической деятельности прошлого на изучаемой территории зависит не только от детальности вещественно-технологических исследований, но и от анализа геологических событий (прежде всего денудационно-аккумуляционных процессов), протекающих синхронно с формированием интересующего культурного слоя, а также последующих периодов, соответствующих определенным климато-стратиграфическим этапам голоцена. Некоторые методы, применяемые в четвертичной геологии и почвоведении, широко используются археологами, в частности, палинологический и палеозоологический методы для палеоклиматических реконструкций [Плеханова, 2017]. Изучение геологических событий голоцена, имевших место на территории древних горно-металлургических центров должно позволить оценить потенциальную возможность сохранности культурных слоев разных исторических эпох. Анализ геоморфологических особенностей изучаемых территорий позволяет понять характер протекающих современных экзогенных процессов, что необходимо учитывать при планировании геоархеологических исследований территорий, прежде всего для оценки потенциальной возможности формирования и (или) сохранности культурного слоя. Так, Картамышский археологический микрорайон эпохи поздней бронзы приурочен к нижней части склона впадины Картамышской мульды на сравнительно низком гипсометрическом уровне, где широко развиты аккумуляционные отложения, вмещающие и обеспечившие сохранность культурных слоев эпохи поздней бронзы (современные глубины расположения последних на Картамыше достигают 4 м). В противоположность этому древние серебряные рудники Березовского участка, приуроченные к своду Березовской антиклинали Нагольного кряжа Донбасса в рельефе образуют эрозионные формы локального водораздела с маломощным (до 30 см) слоем рыхлых отложений, лежащих сразу на карбон. Разрушение культурного слоя, долгое время находящегося в эрозионно-денудационных условиях, могло дополняться антропогенным разносом материала, прежде всего в связи с возможным повторным использованием брошенных каменных орудий в последующие периоды. В таких случаях приходится уповать на материал из заполнения древних горных выработок, а также примыкающих низин, где наиболее вероятно сохранность культурного слоя.

Помимо изучения самой возможности аккумуляции отложений той или иной эпохи прошлого, существенным также является выполнение палеоэкологической реконструкции прошлого, позволяющей судить об условиях и самой возможности разработки руд в древности. Например, подъем уровня грунтовых вод в условиях обилия осадков мог сделать невозможным отработку руд. С другой стороны, периоды засухи могли привести к деградации растительного покрова, осложнить условия занятия животноводством и существования самого человека напрямую. Расположение древних рудников в определенной палеоклиматической зоне позволяет судить о наличии леса, используемого древними горняками-металлургами для получения древесного угля, а затем и металла.

Кроме того, ограниченность археологических находок – свидетельств горно-металлургической деятельности в эпоху ранней и средней бронзы может быть также связана с меньшим народонаселением и потребностями в металле, а также в связи, например, с возможной традицией не оставлять после себя производственный мусор, который «прятали» в отдельных местах. Последнее может быть связано с отношением древними людьми к горно-металлургической деятельности как к некому таинству, на что указывалось ранее [Черных, 2009]. Элементами последнего в эпоху поздней бронзы можно считать часто отмечающиеся факты складирования использованных горных орудий в кучу после окончания производственной деятельности на руднике. Следовательно, отсутствие металлургических шлаков ранних исторических эпох может быть связано со сложностью их обнаружения и не может прямо указывать на тип используемых в древности медных руд.

Отмеченные расхождения пути эволюции типов применяемых бронз в разных регионах Мира [Григорьев, 2017] могут отражать как историко-культурную изоляцию и сложившиеся традиции отдельных регионов, так и специфику их минерально-сырьевой базы.

Предпочтительное легирование мышьяк-никелевыми минералами для более надежного управления качеством мышьяковой бронзы [Григорьев, 2017], пространственно и генетически связанными с массивами ультраосновных пород, могли быть представлены прежде всего аннабергитом [Зайков, 2017], который резко контрастирует на фоне вмещающих пород и по внешнему виду напоминает малахит. Безусловно, минералы зеленого цвета у древних горняков-металлургов, имевших дело с медью и ее соединениями, вызывали у последних особое к себе внимание. Последнее свидетельствует о том, что геоархеологические исследования не должны быть формально-геологическими, а органично вплетены в исторический контекст, прежде всего в культуру и традиции народов, объекты производственной деятельности которых исследуются геоархеологическими методами.

### Литература

*Бровендер Ю.М., Шубин Ю.П.* К вопросу о закономерностях перераспределения химических элементов в процессе металлургического передела медных руд в эпоху бронзы // Проблеми гірничої археології (Матеріали VII-го міжнародного Картамиського польового археологічного семінару). Алчевськ, 2009. С. 90–96.

*Бровендер Ю.М., Гайко Г.И., Шубин Ю.П.* Определение объемов горных работ и оценка добычи медных руд на древних разработках Картамьшского рудопроявления Донбасса // Матеріали та дослідження з археології Східної України. Вип. 9. Луганськ: СНУ, 2010. С. 213–219.

*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.

*Зайков В.В.* Геоархеология бронзы (обзор) // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 5–16.

*Плеханова Л.Н.* Восстановление истории развития ландшафтов и почвы рудников Южного Урала // Геоархеология и археологическая минералогия-2017. Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 104–108.

*Черных Е.Н.* Степной пояс Евразии: феномен кочевых культур. М.: Рукописные памятники древней Руси, 2009. 624 с.

## ЧАСТЬ 4. СОСТАВ ДРЕВНИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

*И.А. Блинов<sup>1</sup>, А.Д. Таиров<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> – ИМин УрО РАН, г. Миасс, *blinov@mineralogy.ru*

<sup>2</sup> – ЮУрГУ, г. Челябинск

### Состав бронз поселения Шибаетово из подъемных сборов сезона 2017 г.

Поселение Шибаетово 1 располагается на юго-восточном берегу озера Доловое в 1.8 км к ССВ от с. Шибаетово Еткульского района Челябинской области. Основная часть памятника распахивалась, на незатронутой пашней части поселения были отмечены округлые в плане жилищные впадины. Открытое в 1988 г. поселение стационарно исследовалось в 1997–99 гг. экспедицией Челябинского областного краеведческого музея. Общая площадь раскопов составила 489 м<sup>2</sup>. Особенностью культурного слоя поселения является наличие в нем находок, относящихся ко всем основным археологическим культурам степной и лесостепной бронзы Южного Зауралья [Нелин, 2004].

При осмотре поселения в 2017 г. на распахиваемой его части найдено 23 бронзовых предмета: 10 ножей, 2 серпа, 1 тесло, 7 фрагментов недиагностированных изделий и 3 небольших бронзовых слитка.

Целью данной работы стало определение состава бронзовых изделий из сборов 2017 г. как первого этапа общей характеристики предметов из цветного металла поселения Шибаетово 1.

Состав изделий исследовался на портативном рентгенофлюоресцентном анализаторе Innov X alpha. Режим process analytical, время съемки 30 с. Чувствительность анализа составляет 0.1 мас. %.

Все предметы при подъеме имели патинированную поверхность. Известно, что патина искажает результаты РФА. Для оценки влияния патинирования нами проведены анализы с патинированной поверхности изделия и участка этого же предмета, зачищенного абразивом до неизмененного металла. Зачищался участок площадью около 1.5 см<sup>2</sup>. Для оценки влияния консервации предметов на РФА часть предметов анализировалась до консервации (патинированная поверхность и участок, зачищенный абразивом до неизмененного металла) и после консервации (патинированная поверхность и участок, зачищенный абразивом до неизмененного металла и подвергшийся воздействию химикатов, используемых для консервации).

Консервация включала механическую очистку предмета с использованием этилового спирта, многократную обработку его 3%-ным раствором бензотриазола (1,2,3-Бензотриазол, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>N<sub>3</sub>) в спирте, покрытие бескислотным микрокристаллическим воском Cosmoloid H-80.

По результатам проведенных исследований, среди проанализированного металла выделено несколько групп. Критерием отнесения к определенной группе являлось наличие примесей легирующего металла в концентрации выше предела обнаружения (0.1 мас. %) хотя бы в патинированной поверхности: чистая Cu (6 изд.), Sn-бронза (4 изд.), Pb-Sn-бронза (10 изд.), As-Pb-Sn-бронза (2 изд.), Pb-бронза (1 изд.) (табл., рис.).



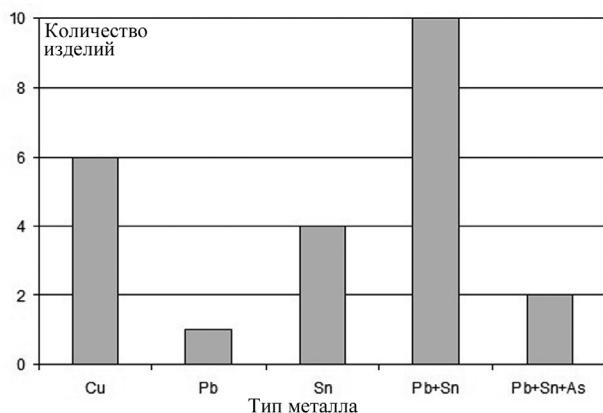


Рис. Гистограмма результатов анализа разных поверхностей изделий поселения Шибавео I (мас. %).

По технологическим группам изделий среди ножей наиболее распространены Pb-Sn-бронзы (6 изд.), As-Pb-Sn-бронзы (2 изд.), Sn-бронза и чистая Cu (по 1 изд.).

Серпы представлены Sn и Pb-Sn бронзой (по 1 изд.). Тесло изготовлено из Sn-бронзы. Фрагменты недиагностированных изделий представлены чистой медью (3 изд.), Pb-Sn-бронзой (2 изд.), Sn и Pb-бронзами (по 1 изд.). Слитки металла представлены чистой медью и Pb-Sn-бронзой (по 1 изд.).

Измеренные абсолютные значения примесей варьируют. Наибольшие содержания легирующих примесей содержатся в ножах. Содержания Pb достигают 4.49 (Ш/16, патинированная поверхность после консервации) и 1.91 мас. % (в нем же, зачищенная поверхность). Содержания Sn достигают 7.4 (Ш/15, патинированная поверхность) и 3.5 мас. % (там же, зачищенная поверхность). Содержания As достигают 0.5 мас. % и фиксируются только в патинированной поверхности.

Для оценки различий между содержаниями Cu, Sn и Pb патинированной и зачищенной поверхности был определен коэффициент концентрации (k), равный отношению концентрации металла в патинированной поверхности (Cп) к концентрации в зачищенной поверхности (Cч):

$$k = C_{п}/C_{ч}$$

Для разных элементов k не постоянно (см. табл.): k(Cu) во всех случаях равно 1.0 (16 определений); k(Pb) варьирует в пределах 1.7–2.4, среднее 2.0, стандартное отклонение 0.26 (6 определений); k(Sn) варьирует в пределах 1.1–2.3, среднее 1.7, стандартное отклонение 0.4 (12 определений).

Характер патинированной поверхности (подвергшейся консервации или нет) мало влияет на результаты анализа. Так, на патинированных поверхностях предметов после консервации среднее значение содержание Sn – 1.8 %, стандартное отклонение – 0.4 (8 определений), на патинированных поверхностях предметов, не прошедших консервацию – 1.5 %, стандартное отклонение 0.3 (4 определения). Однако малая выборка делает полученные статистические данные ненадежными. То же касается и результатов по Pb, где полученная выборка еще меньше.

Таким образом, можно резюмировать, что жители поселения Шибавео 1 владели навыками переплавки металла и производства из него новых изделий. Об этом свидетельствует наличие слитков и капель металла в подъемных сборах и материалах раскопок и отсутствие металлургических шлаков [Нелин, 2004].

Таблица

## Результаты анализа разных поверхностей изделий поселения Шибаво I (мас. %)

№ п/п	n	Шифр изделия	Тип изделия	Характер поверхности	Реставрация	Cu	Pb	As	Sn	Сумма
1	2 1 k	Ш/1	Нож	П	Н	99.9				99.9
				Ч	Н	100.0 1.0				100.0
2	2 1 k	Ш/14	Нож	П	Р	98.3			1.4	99.7
				Ч	Р	99.2 1.0			0.7 1.9	99.9
3	2 2 k	Ш/15	Нож	П	Р	91.5	0.2	0.5	7.4	99.6
				Ч	Р	96.3 1.0	0.1 2.1		3.5 2.1	99.9
4	3 1 k	Ш/16	Нож	П	Р	94.3	3.6		2.0	99.9
				Ч	Р	96.3 1.0	2.1 1.7		1.6 1.2	100.0
5	1 1 k	Ш/3	Нож	П	Н	91.3	1.5		6.8	99.6
				Ч	Н	95.1 1.0	0.8 1.9		3.8 1.8	99.7
6	1 1 k	Ш/4	Нож	П	Н	94.6	0.1		4.9	99.6
				Ч	Н	96.2 1.0	0.1 1.8		3.4 1.5	99.7
7	1 1 k	Ш/14	Нож	П	Р	98.6	0.1		0.9	99.7
				Ч	Р	99.0 1.0			0.8 1.2	99.9
8	1 1 k	Ш/15	Нож	П	Р	92.5	0.2	0.5	6.5	99.9
				Ч	Р	96.4 1.0	0.1 2.2		3.5 1.9	99.9
9	1 1 k	Ш/16	Нож	П	Р	93.5	4.5		1.9	100.0
				Ч	Р	96.7 1.0	1.9 2.4		1.3 1.5	100.0
10	1	Ш/6	Нож фрагмент	П	Н	99.5	0.1		0.3	99.8
11	3 2 k	Ш/17	Серп	П	Р	99.0			0.2	99.2
				Ч	Р	99.5 1.0				99.5
12	2 1 k	Ш/2	Серп	П	Н	97.0	0.1		2.8	99.9
				Ч	Н	98.0 1.0			2.0 1.4	99.9
13	2 1 k	Ш/5	Тесло	П	Н	94.2			3.2	97.4
				Ч	Н	96.1 1.0			2.9 1.1	99.1
14	1 1 k	Ш/18	Изделие фрагмент	П	Р	99.2			0.5	99.7
				Ч	Р	99.7 1.0			0.2 2.3	99.9
15	1 1 k	Ш/19	Изделие фрагмент	П	Р	98.8				98.8
				Ч	Р	99.0 1.0				99.0
16	1	Ш/8	Изделие фрагмент	П	Н	99.8				99.8

№ п/п	n	Шифр изделия	Тип изделия	Характер поверхности	Реставрация	Cu	Pb	As	Sn	Сумма
17	1	Ш/19	Изделие фрагмент	П	Р	98.6	0.1			98.7
	1			Ч	Р	98.9				98.9
	k					1.0				
18	1	Ш/18	Изделие фрагмент	П	Р	99.1	0.1		0.5	99.7
	1			Ч	Р	99.6			0.2	99.9
	k					1.0			2.1	
19	2	Ш/10	Изделие фрагмент	Ч	Н	98.0	0.1		1.9	100.0
20	1	Ш/11	Слиток	Ч	Н	100.0				100.0
21	1	Ш/12	Слиток	Ч	Н	96.5			3.2	99.7
22	1	Ш/13	Слиток	Ч	Н	95.4	0.2		4.2	99.8
23	1	Ш/7	Долото фрагмент	П	Н	99.9				99.9

*Примечание.* n – количество анализов, k – коэффициент концентрации (даны в строках для соответствующих элементов); характер поверхности: П – патина, Ч – участок защищенной поверхности. Консервация: Р – прошедшие консервацию («чищенные»), Н – не прошедшие консервацию («нечищенные»).

В качестве легирующих компонентов использовались Sn и Pb. Содержания этих компонентов достигают первых процентов. Изредка встречается примесь As, не превышающая 0.5 мас. %.

При патинировании во внешнем слое предметов происходит накопление Pb и Sn, концентрация которых может увеличиваться неравномерно, в среднем, до 2 и 1.8 раз, соответственно. Это обстоятельство следует учитывать при интерпретации данных РФА, полученных с патинированных поверхностей. Предварительно можно констатировать, что консервация патинированной поверхности с использованием бензотриазола не оказывает существенного влияния на результаты РФА.

*Работа поддержана грантом РФФИ 17-31-01086-ОГН\18.*

## Литература

Нелин Д.В. Шибяево 1: Поселение эпохи бронзы в Южном Зауралье // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. Серия 1. Исторические науки. Челябинск: Издательство ЧГПУ, 2004. С. 150–181.

*М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, Ф.Н. Петров<sup>2</sup>, И.А. Блинов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> – ИМин УрО РАН, г. Миасс, *ankushev\_maksim@mail.ru*

<sup>2</sup> – Аркаим, г. Челябинск

## Металлургические шлаки и медные руды поселения бронзового века Левобережное (Южный Урал)

Поселение Левобережное (Синташта II) является одним из 23 укрепленных поселений эпохи бронзы, известных к настоящему времени на территории степного Зауралья. Оно расположено в Брединском районе Челябинской области, на левом берегу р. Синташ-

та (бассейн р. Тобол), на окраине пос. Комсомольский. Поселение было открыто в 1989 г. И.М. Батаниной в результате дешифрирования аэрофотоснимков [Макурова, Петров, 2017]. До недавнего времени оно являлось одним из наиболее слабоизученных памятников данного типа. Исследования, проведенные археологической экспедицией заповедника «Аркаим» в 2015–2018 гг., позволили установить, что на раннем, синташтинско-петровском этапе, поселение имело линейную планировку и представляло собой два комплекса жилищ, выстроившихся по двум сторонам центральной улицы и окруженных общей стеной и рвом. На позднем, черкаскульско-межевском этапе, поверх остатков более ранних сооружений был возведен поселок из шести отдельно стоящих жилищ. Хозяйство синташтинско-петровского этапа базировалось на скотоводстве при большой роли металлургии и металлообработки меди и бронзы и при заметном значении изготовления керамики, ткачества, обработки камня, кожи и кости, имевших характер домашних промыслов. Позднее роль металлургии в хозяйстве уменьшилась, но основные его отрасли и орудийный комплекс демонстрируют определенную преемственность, как и жилищная архитектура поселения. На поселении найдены многочисленные следы металлургического производства, а также медные и бронзовые изделия: крюк, стержень, пластина, слитки малых размеров и капли металла. Спектральный и рентгенофлуоресцентный анализ металлических предметов показали, что, в основном, они изготовлены из меди или медно-мышьяковистого сплава [Петров и др., 2018].

В ходе данного исследования изучено 9 образцов металлургических шлаков и 1 – медной руды, отобранных с поселения Левобережное. Оптические исследования шлифов проводились на микроскопах Axiolab Carl Zeiss и Olympus BX-51. Состав шлака устанавливался на рентгенофлуоресцентном анализаторе INNOV-X- $\alpha$  400 (режим Process Analytical, время экспозиции – 30 сек, аналитик М.Н. Анкушев). Состав минералов в шлаках и рудах установлен в ИМин УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 с ЭДС Oxford Instruments X-act (аналитик И.А. Блинов). Формулы хромшпинелидов и оливинов рассчитывались анионным методом на 4 атома О. В работе использованы общеизвестные для хромшпинелидов параметры минерала: хромистость  $\#Cr$  ( $Cr/(Cr + Al)$ ) и магнезиальность  $\#Mg$  ( $Mg/(Mg + Fe^{2+})$ ), рассчитанные по атомным количествам компонентов.

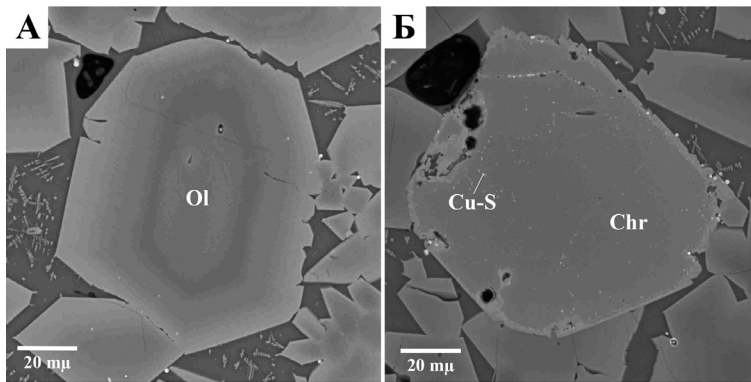
В ходе исследований 2015–2018 гг. на поселении был обнаружен 61 фрагмент шлаковых лепешек и 4 – бесформенного металлургического шлака. Фрагменты, найденные на поселении, относятся к заполнению котлованов жилищ и межжилищному пространству. Найденные фрагменты шлаковых лепешек имеют размеры от  $1.4 \times 1.1$  см до  $5.8 \times 3.5$  см и толщину от 0.8 до 1.1 см; они относятся как к центральным частям лепешек, так и окраинным. Некоторые фрагменты можно сложить в практически целые шлаковые лепешки. Цвет шлаков темно-серый, бурый, черный, фрагменты имеют низкую и среднюю степень пористости. Первоначально образцы шлаков были изучены с помощью рентгенофлуоресцентного анализа, показавшего почти во всех изученных фрагментах шлаковых лепешек примеси Cr, а также в некоторых образцах – As и Ni (табл. 1). Это характерно для шлаков, оставшихся после металлургической плавки руд, приуроченных к ультрабазитовым массивам [Зайков и др., 2013]. Примеси As и Ni также фиксируются практически во всех металлических предметах с поселения [Петров и др., 2018].

Структура шлаков порфировая, текстуры пятнистая и паркетовидная. Все изученные образцы относятся к хромитсодержащему минералогическому типу. Подобные шлаки были выявлены ранее на ряде укрепленных поселений Южного Урала, относящихся к синташтинской культуре [Grigoriev et al., 2005; Анкушев и др., 2018].

**Содержания некоторых элементов-примесей  
в составе металлургических шлаков  
поселения Левобережное, мас. %**

№ /п	№ обр.	Cu	Cr	As	Ni	Fe
1	529	0.70	0.20	0.26	–	34.87
2	560	0.27	0.66	–	–	42.92
3	264	0.13	0.55	–	–	28.87
4	663	0.58	–	–	–	57.74
5	666	0.48	0.74	–	0.04	30.04
6	715	0.29	0.55	–	–	34.73
7	279	2.38	0.21	–	–	44.11
8	709	0.12	0.64	–	–	49.60
9	331	0.15	0.61	–	–	37.06

*Примечание.* Рентгенофлуоресцентный анализ проведен в Институте минералогии УрО РАН, на портативном анализаторе INNOV-X α 400 (режим Process Analytical, время экспозиции 30с). Аналитик М.Н. Анкушев. LE – элементы легче Ti (не определяются). Прочерк – не обнаружено.



*Рис. 1.* Минералы древних металлургических шлаков поселения Левобережное.

А – зональный кристалл оливина; Б – хромшпинелид с магнетитовой каймой и субмикронными сульфидными фазами по трещинам. Фото BSE. Обр. Sin II 709. Обозначения минералов: Ol – оливин, Chr – хромшпинелид, Cu-S – сульфидная фаза.

Основную массу составляют новообразованные кристаллы оливина и стекло шлака, реликтовые минералы представлены хромшпинелидами. Соотношение оливина к стеклу от 3:1 до 4:1.

Оливин образует призматические идиоморфные зерна, часто с хорошо выраженной зональностью (рис. 1А), скелетные и цепочечные кристаллы. В отраженном свете по периферии зерен видна более светлая кайма, характеризующаяся повышенным содержанием Fe по сравнению с центральными частями. Минерал представлен фаялитом (табл. 2), однако, в центральных частях кристаллов увеличивается количество форстеритового минала.

Стекло составляет от 10 до 50 % шлака, оно включает большое количество мелких цепочечных и перистых кристаллов оливина. Состав стекла, по результатам СЭМ, весьма непостоянный, в том числе, из-за попадания в область пучка электронов микролитов фаялита, в целом соответствует (мас. %): SiO<sub>2</sub> 40–49, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 12–18, TiO<sub>2</sub> 0.5–0.8, FeO 20–32, MgO 0–0.6, CaO 5–12, Na<sub>2</sub>O 0.3–0.6, K<sub>2</sub>O 1.8–3.6, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.6–1.1, SO<sub>3</sub> 0–0.6, CuO 0–1.1, редко встречаются примеси As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и BaO.

Таблица 2

Состав оливинов в металлургических шлаках поселения Левобережное, мас. %

№ п/л	№ обр.	Анализ	SiO <sub>2</sub>	FeO	MgO	CaO	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Сумма	Кристаллохимическая формула	Миналы
1	Sin II 264	17179i	31.54	57.64	9.56	0.36	0.23	0.17	99.50	(Fe <sub>1,53</sub> Mg <sub>0,45</sub> Ca <sub>0,01</sub> Mn <sub>0,02</sub> ) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	Fa <sub>76,48</sub> La <sub>0,61</sub> Tf <sub>0,31</sub>
2	Sin II 529	17178i	32.84	53.83	12.61	0.28	—	0.14	99.71	(Fe <sub>1,39</sub> Mg <sub>0,58</sub> Ca <sub>0,01</sub> ) <sub>1,97</sub> Si <sub>1,01</sub> O <sub>4</sub>	Fa <sub>70,22</sub> La <sub>0,31</sub> L <sub>0,47</sub>
3		17177d	33.90	47.39	19.08	0.21	—	—	100.59	(Fe <sub>1,16</sub> Mg <sub>0,84</sub> Ca <sub>0,01</sub> ) <sub>2,01</sub> SiO <sub>4</sub>	Fa <sub>58,03</sub> La <sub>0,33</sub>
4		17177e	30.24	64.26	4.30	0.57	—	—	99.90	(Fe <sub>1,77</sub> Mg <sub>0,21</sub> Ca <sub>0,02</sub> Cr <sub>0,01</sub> ) <sub>2</sub> Si <sub>0,99</sub> O <sub>4</sub>	Fa <sub>88,45</sub> La <sub>1,01</sub>
5		17177f	33.40	50.61	16.32	0.35	—	—	100.68	(Fe <sub>1,27</sub> Mg <sub>0,73</sub> Ca <sub>0,01</sub> ) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	Fa <sub>63,15</sub> Fo <sub>36,29</sub> La <sub>0,56</sub>
6		17177g	32.92	51.30	15.25	0.33	0.20	—	100.00	(Fe <sub>1,30</sub> Mg <sub>0,69</sub> Ca <sub>0,01</sub> Mn <sub>0,01</sub> ) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	Fa <sub>64,85</sub> Fo <sub>34,36</sub> La <sub>0,53</sub> Tf <sub>0,26</sub>
7	Sin II 709	17177h	33.85	46.67	19.08	0.22	0.18	—	100.00	(Fe <sub>1,15</sub> Mg <sub>0,84</sub> Ca <sub>0,01</sub> ) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	Fa <sub>57,52</sub> La <sub>0,35</sub> Tf <sub>0,22</sub>
8		17177i	32.42	53.52	13.63	0.32	0.12	—	100.00	(Fe <sub>1,37</sub> Mg <sub>0,62</sub> Ca <sub>0,01</sub> ) <sub>2,01</sub> Si <sub>0,99</sub> O <sub>4</sub>	Fa <sub>68,32</sub> Fo <sub>31,00</sub> La <sub>0,52</sub> Tf <sub>0,16</sub>
9		17177j	30.51	65.09	3.57	0.61	0.22	—	100.00	(Fe <sub>1,79</sub> Mg <sub>0,17</sub> Ca <sub>0,02</sub> Mn <sub>0,01</sub> ) <sub>1,99</sub> SiO <sub>4</sub>	Fa <sub>89,83</sub> La <sub>1,08</sub> Tf <sub>0,31</sub>
10		17177r	34.49	44.92	20.50	0.24	—	—	100.15	(Fe <sub>1,09</sub> Mg <sub>0,89</sub> Ca <sub>0,01</sub> ) <sub>1,99</sub> SiO <sub>4</sub>	Fa <sub>54,94</sub> Fo <sub>44,68</sub> La <sub>0,38</sub>
11		17177s	30.84	63.91	3.59	0.64	0.16	—	99.15	(Fe <sub>1,76</sub> Mg <sub>0,18</sub> Ca <sub>0,02</sub> ) <sub>1,97</sub> Si <sub>1,02</sub> O <sub>4</sub>	Fa <sub>89,65</sub> Fo <sub>8,97</sub> La <sub>1,15</sub> Tf <sub>0,23</sub>

Примечание. Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU. Аналитик И.А. Блинов. Прочерк – не обнаружено.

Таблица 3

Состав хромшпинелидов в металлургических шлаках поселения Левобережное, мас. %

№ п/л	№ обр.	Анализ	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	ΣFeO	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Сумма	Кристаллохимическая формула	Cr#	Mg#
1	Sin II 264	17179d	43.77	19.38	9.55	25.93	0.48	0.26	—	99.37	(Fe <sup>2+</sup> <sub>0,59</sub> Mg <sub>0,46</sub> Al <sub>0,05</sub> Cr <sub>1,12</sub> Al <sub>0,74</sub> ) <sub>0,01</sub> Fe <sup>3+</sup> Ti <sub>0,01</sub> V <sub>0,01</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.60	0.44
2		17179e*	46.20	9.50	2.78	39.38	0.45	1.51	—	100.00	(Fe <sup>2+</sup> <sub>0,95</sub> Mg <sub>0,15</sub> Ca <sub>0,01</sub> Cr <sub>1,29</sub> Al <sub>0,4</sub> ) <sub>0,22</sub> Ti <sub>0,01</sub> V <sub>0,08</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.77	0.13
3	Sin II 529	17178c	40.70	17.13	5.00	35.18	0.87	0.56	—	99.45	(Fe <sup>2+</sup> <sub>0,82</sub> Mg <sub>0,25</sub> Al <sub>0,08</sub> Cr <sub>1,29</sub> Al <sub>0,68</sub> ) <sub>0,17</sub> Ti <sub>0,02</sub> V <sub>0,03</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.61	0.23
4		17178n	51.49	13.35	10.04	23.44	0.29	0.25	0.35	99.22	(Fe <sup>2+</sup> <sub>0,54</sub> Mg <sub>0,5</sub> Mn <sub>0,01</sub> ) <sub>1,05</sub> (Cr <sub>1,35</sub> Ti <sub>0,52</sub> Al <sub>0,11</sub> Fe <sup>3+</sup> Ti <sub>0,01</sub> V <sub>0,01</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.72	0.48
5		17178o	53.45	2.04	0.67	42.46	0.98	0.39	—	100.00	(Fe <sup>2+</sup> <sub>1,08</sub> Mg <sub>0,04</sub> Al <sub>0,12</sub> Cr <sub>1,6</sub> Al <sub>0,09</sub> ) <sub>0,12</sub> Ti <sub>0,03</sub> V <sub>0,02</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.95	0.03
6	Sin II 709	17177k	49.24	14.66	8.94	26.55	0.28	0.34	—	100.00	(Fe <sup>2+</sup> <sub>0,62</sub> Mg <sub>0,44</sub> Al <sub>0,06</sub> Cr <sub>1,29</sub> Al <sub>0,57</sub> ) <sub>0,12</sub> Ti <sub>0,01</sub> V <sub>0,02</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.69	0.42
7		17177l	44.32	6.87	1.54	45.51	0.70	1.06	—	100.00	(Fe <sup>2+</sup> <sub>1,07</sub> Mg <sub>0,08</sub> Al <sub>0,16</sub> Cr <sub>1,29</sub> Al <sub>0,3</sub> Ti <sub>0,02</sub> V <sub>0,02</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.81	0.07
8		17177m	50.13	14.88	9.40	25.01	0.21	0.36	—	100.00	(Fe <sup>2+</sup> <sub>0,59</sub> Mg <sub>0,46</sub> Al <sub>0,05</sub> Cr <sub>1,41</sub> Al <sub>0,38</sub> Fe <sup>3+</sup> Ti <sub>0,01</sub> V <sub>0,02</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	0.69	0.44

Примечание. Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU. Аналитик И.А. Блинов. Прочерк – не обнаружено. \* - в составе присутствует 0.17 мас. % CaO.

Отличительной чертой шлаков поселения Левобережное является крайне ограниченное распространение магнетита, или же полное его отсутствие. В образцах с других укрепленных поселений магнетит распространен повсеместно.

Реликтовые минеральные включения представлены хромшпинелидами размером 25–100 мкм, которые чаще встречаются в виде идиоморфных зерен. Зачастую наблюдаются трещиноватые и пористые выделения. По периферии обычно развивается тонкая сплошная или прерывистая хроммагнетитовая кайма, обогащенная  $V_2O_3$  до 1–1.5 мас. %. Состав минерала варьирует в широком диапазоне (табл. 3), это зависит от типа хромшпинелидов: неизменные реликты, хроммагнетитовая кайма, сильно преобразованное пористое зерно. По трещинам в зернах хромшпинелидов развиваются субмикронные включения сульфидных фаз (рис. 1Б).

Расплавные включения в металлургических шлаках с поселения Левобережное весьма разнообразны по морфологии и составу (рис. 2, табл. 4). Однофазные включения представлены мелкими (5–15 мкм) корольками меди с примесью железа, и мышьяковых бронз с примесью железа (табл. 4, ан. 2, 13–14). Однофазные включения встречаются как в стекле шлака, так и в кристаллах оливина. Двухфазные включения представлены зональными корольками с периферией из сульфида меди и ядром из Cu-As-Ni сплава (табл. 4, ан. 3–4), также обнаружены срастания CuAs-CuS фаз (рис. 2А, табл. 4, ан. 11–12). Трехфазные включения представлены как просто срастаниями трех различных сульфидов и арсенидов (рис. 2Б, табл. 4, ан. 5–7), так и сложными включениями с сульфидной основой, вращением ламелей другого состава и мелкими интерстициями сульфидарсенидного состава с большим количеством никеля (рис. 2В, табл. 4, ан. 8–10).

На поселении обнаружено 4 фрагмента медной руды, один из них был найден в ходе подъемных сборов, а остальные три – в заполнении котлована жилища и межжилищном пространстве. Наиболее крупный фрагмент имеет размеры  $3.8 \times 3.3 \times 3.0$  см.

Минеральный состав фрагмента представлен кварцем, малахитом и мусковитом, акцессорные минералы – хризоколла и монацит (рис. 3). Подобная минеральная ассоциация может быть свойственна прожилково-вкрапленным медным месторождениям и рудопроявлениям, приуроченным к гранитным и щелочным массивам. Ранее находки медных руд этой минеральной ассоциации на поселениях бронзового века на Южном Урале не были известны.

Таким образом, металлургические шлаки поселения Левобережное по минеральному и химическому составу, основным элементам-примесям и текстурно-структурным особенностям аналогичны шлакам укрепленных поселений синташтинской культуры, например, поселению Сарым-Саклы, а также синташтинским горизонтам многослойных поселений, таких как Каменный Амбар.

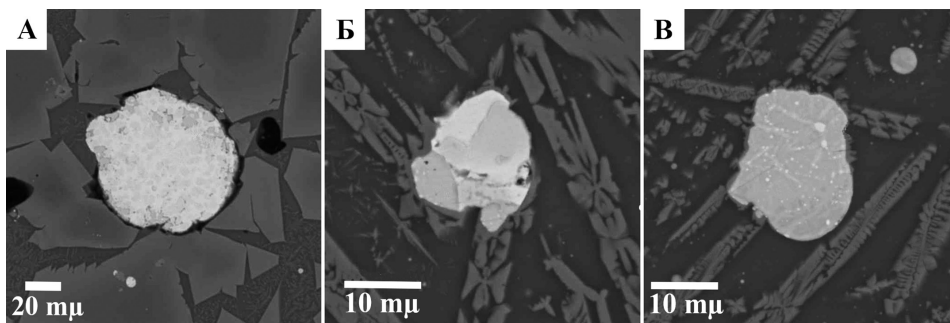


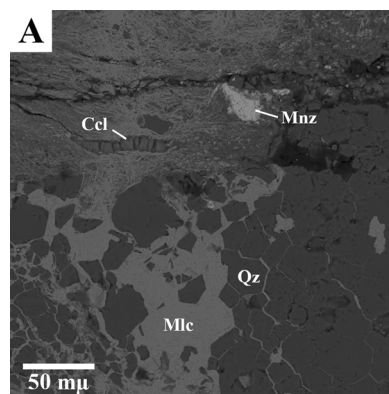
Рис. 2. Расплавные включения в древних металлургических шлаках поселения Левобережное.

А – двухфазное CuAs-CuS включение (обр. Sin II 709); Б – трехфазное CuAs-CuS-CuAsNi включение (обр. Sin II 529); В – трехфазное включение сложного состава (обр. Sin II 529). Фото BSE.

**Состав металлических и сульфидных фаз в металлургических шлаках  
поселения Левобережное мас. %**

№ п/п	№ обр.	Анализ	Характеристика		Cu	Fe	Ni	As	S	Сумма
1	Sin II 264	17179i	Включение в стекле шлака		68.00	8.10	–	–	23.90	100.00
2		17179k	Включение в кристалле оливина		89.92	5.97	–	4.11	–	100.00
3	Sin II 529	17178a	Двухфазное включение	Периферия	72.53	4.95	0.58	0.24	21.45	99.75
4		17178b		Ядро	30.14	3.13	28.54	38.19		100.00
5		17178f	Трехфазное включение	Фаза 1	74.83	4.33	–	0.57	19.95	99.68
6		17178g		Фаза 2	77.82	2.95	–	15.64	3.59	100.00
7		17178h		Фаза 3	34.78	4.77	23.96	36.50		100.00
8		17178k	Трехфазное включение	Основа	59.66	13.35	0.32	0.82	25.15	99.30
9		17178l		Ламели	68.73	7.77	0.18	0.35	22.96	100.00
10		17178m		Интерстиции	27.69	20.25	9.96	35.48	6.63	100.00
11	Sin II 709	17177a	Двухфазное включение	Фаза 1	68.85	0.49	0.29	30.36		100.00
12		17177b		Фаза 2	78.81	0.71	–	–	19.79	99.31
13		17177o	Включение в стекле шлака		95.41	4.59	–	–	–	100.00
14		17177p	Включение в стекле шлака		83.35	5.90	0.91	9.56	–	99.71

*Примечание.* Анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 SBU. Аналитик И.А. Блинов. Прочерк – не обнаружено.



*Рис. 3.* Минералы фрагмента медной руды с поселения Левобережное.

Фото BSE. Обр. 709C/857. Обозначения минералов: Qz – кварц, Mlc – малахит, Ccl – хризоколла, Mnz – монацит.

Присутствие реликтов хромшпинелидов, примеси As, Ni, Co в металлических включениях в шлаке и металлических изделиях, обнаруженных на поселении, свидетельствует о широком использовании в металлургическом процессе медных руд, приуроченных к ультрабазитовым массивам.

Единичная находка фрагмента кварц-малахитового прожилка с мусковитом, хризоколлой и монацитом может говорить об использовании на поселении руд с различных типов месторождений, либо об обмене и торговле рудами или пробными плавками нового типа руд на поселении.

*Работа поддержана проектом РФФИ № 17-31-01086-ОГН «Развитие горно-добывающей и металлургической промышленности на протяжении бронзового века на Южном Урале».*



## Литература

- Анкушев М.Н., Артемьев Д.А., Блинов И.А. Элементы-примеси в зональных оливинах металлургических шлаков бронзового века на Южном Урале // Минералогия. 2018. Т. 4(1). С. 55–67.
- 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. Сер. «Геоархеология, этнология, антропология». 2013. № 1 (2). С. 174–195.
- Макурова М.Р., Петров Ф.Н. Аркаим – «Страна городов». Путеводитель по «бронзовому кольцу России». Заповедник «Аркаим». Челябинск: АБРИС, 2017. 55 с.
- 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. 2018. № 1. С. 112–147.
- Grigoriev S.A., Dunaev A.Yu., Zaykov V.V. Chromites: an indicator of copper ore source for ancient metallurgy // Doklady Earth Sciences. 2005. Vol. 400(1). P. 95–98.

Д.А. Артемьев, В.В. Зайков

ИМин УрО РАН, г. Миасс, [artemyev@mineralogy.ru](mailto:artemyev@mineralogy.ru)

### Элементы-примеси в самородной платине из россыпей Южного Урала: результаты ЛА-ИСП-МС анализа

Самородная платина и минералы платиновой группы (МПП) широко распространены в россыпных зонах Урала, связанных с ультрабазитовыми массивами. При этом МПП как попутный компонент концентрируются в золотопродуктивных россыпях, что характерно для зоны Главного Уральского разлома. Также МПП часто встречаются в виде включений в древних золотых изделиях, имеющих возраст от бронзового века до средневековья. Этот факт является индикатором использования в древности золота из россыпей с ультрабазитовым субстратом [Зайков, Баранников, 2015; Зайков, Таиров, 2017; Jansen et al., 2016].

Установление источников золота, используемого в древности, и его миграции является одним из важных направлений в геоархеологии и археометрии. Однако, в большинстве случаев, данных по составу золота недостаточно для этого. Хорошим источником информации является выявление микровключений, содержащихся в золотых изделиях [Зайков и др., 2017]. Среди микровключений отдельной группой выделяются МПП, которые могут стать хорошим критерием для определения источников золота для изготовления древних артефактов [Zaykov et al., 2017]. Но в связи с широким изоморфизмом основных компонентов в МПП, часто и эта информация бывает недостаточна.

Важным маркером в установлении источников МПП могут стать элементы-примеси, содержащиеся в них. Ранее при изучении элементов-примесей в МПП применялись методы атомно-силовой микроскопии [Tamana et al., 1994], затем на смену им пришли единичные попытки измерений с помощью метода ЛА-ИСП-МС [Becker et al., 2001], калибровка масс-спектрометра при этом осуществлялась на растворах. Ограниченность исследований по измерению элементов-примесей в самородных металлах, отсутствие международных стандартов с матрицей, близкой исследуемым минералам, в настоящее время являются препятствием для широкого внедрения метода ЛА-ИСП-МС в практику изучения металлов и самородных элементов. В этом исследовании авторами была проведена работа по постановке методики ЛА-ИСП-МС анализа платиноидов с помощью твердых стандартных образцов, и сделана попытка выявления маркирующих элементов-примесей в самородной платине.

Объектами исследования и сравнения стали зерна самородной платины из двух россыпных зон Южного Урала – Малоиремельской и Казанской. Малоиремельская россыпь приурочена к северному замыканию Нуралинского ультрабазитового массива зоны Главного Уральского разлома и локализована в пределах русла р. В. Иремель (Миасский район). Содержания платиноидов здесь достигали 11.7 г/т, там же были найдены самородки осмистого иридия весом до 500 г [Салихов и др., 2001]. Среди платиноидов преобладает осмий иридиево-рутениевый и рутений осмиево-иридиевый, ограниченно развита платина, сульфиды и сульфоарсениды Ru и Os [Zaykov et al., 2017]. Казанская золоторудная россыпь наиболее богата платиной и приурочена к Гогинской россыпной зоне (Брединский район) Варшавского ультрабазитового массива. Содержания золота – 0.17 г/т, содержания платиноидов не подсчитаны [Баранников, Осовецкий, 2013; Зайков, Баранников, 2015].

Для изучения были отобраны мономинеральные зерна самородной платины из тяжелых шлиховых концентратов. В Малоиремельской россыпи они представлены изометричными окатанными, реже амбовидными формами, с редкими пустотами и немногочисленными минеральными включениями (рис. а, б, в). Размеры зерен варьируют в пределах 0.2–0.9 мм. В Казанской россыпи зерна преимущественно угловатые, неокатанные, со структурами роста, трещинами и большим количеством минеральных включений и отпечатков (рис. г, д, е). Размеры зерен варьируют в пределах 0.1–0.8 мм.

При анализе использовался масс-спектрометр Agilent 7700x с параметрами: RF Power – 1550 Вт, рабочий газ – Ar, скорость несущего потока 1.05 л/мин, плазмообразующий поток Ar – 15 л/мин, охлаждающий поток Ar – 0.9 л/мин. Лазерная приставка New Wave Research UP-213 с параметрами: лазер Nd:YAG, длина волны излучения 213 нм, энергия пучка 5–7 Дж/см<sup>2</sup>, частота повторения импульсов 10 Hz, диаметр пятна абляции – 110 мкм, несущий газ – He, скорость потока 0.7 л/мин. В каждом зерне прожигались по 3 точки диаметром 110 мкм с предабляцией поверхности. Для внешнего стандарта и настройки использовались международные стандарты стекол (USGS BCR-2g, NIST SRM-612) и сульфидов (USGS

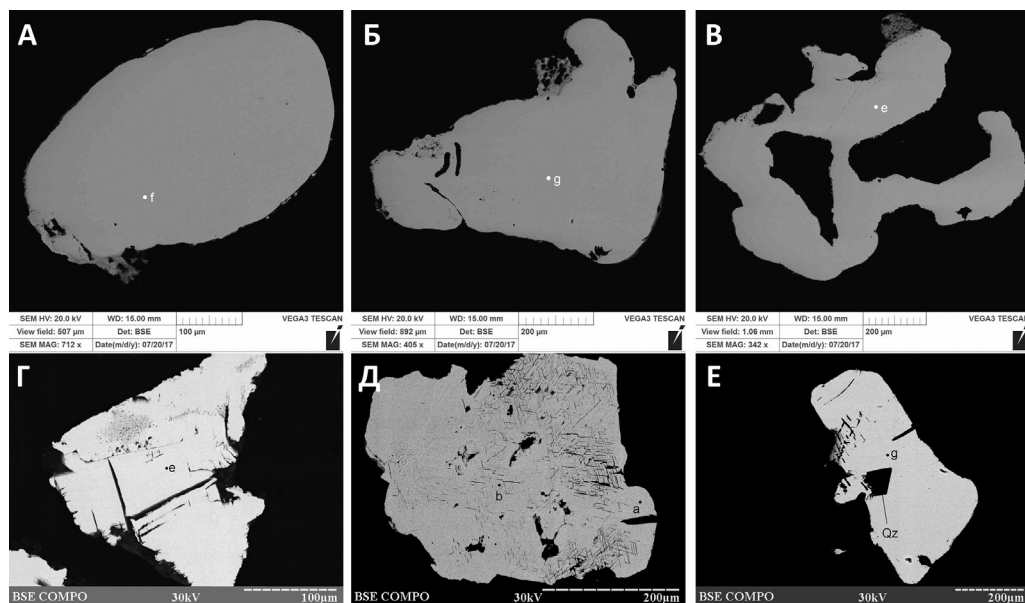


Рис. Морфология зерен платины из Малоиремельской и Казанской россыпей.

А – Ир49-ср-3-23; Б – Ир49-ср-3-27; В – Ир49-ср-3-8; Г – Ка2рС-Рт 5; Д – Ка2рС-Рт 11; Е – Ка2рС-Рт 12.

**Результаты СЭМ по составу зерен платины  
из Малоиремельской и Казанской россыпей, масс. %**

№ образца	Pt	Rh	Pd	Fe	Cu	Ni	Сумма
Ir1-1	90.8	3.01	–	5.58	–	0.04	99.40
Ir1-2	92.3	2.83	–	4.91	–	–	99.98
Ir1-6	92.2	–	–	7.48	0.15	0.05	99.83
Ir49-ср-3-23	86.9	0.63	–	11.1	0.60	1.36	100.5
Ir49-ср-3-27	87.3	0.45	–	10.9	0.70	1.40	100.8
Ir49-ср-3-8	91.4	1.97	0.60	5.84	–	–	99.79
Среднее	90.2	1.8		7.6		0.7	
Ка2пС-Pt 5	93.0	2.84	–	4.02	–	–	99.87
Ка2пС-Pt11	92.2	–	–	6.15	1.39	–	99.70
Ка2пС-Pt12	91.0	1.14	–	7.63	–	–	99.80
Ка-п2-G5	96.2	–	–	3.83	–	–	100.0
Ка-2пс-Pt-с-1	90.0	0.27	0.29	8.71	–	–	99.29
Ка-2пс-Pt-с-2	92.8	0.98	–	3.13	–	–	99.27
Среднее	92.5	1.3		5.6			

*Примечание.* Анализы выполнены на электронном микроскопе VEGA3 TESCAN SEM (аналитик И.А. Блинов) и REMMA 202M (аналитик В.А. Котляров). Россыпи: Ir – Малоиремельская. Ка – Казанская.

MASS-1). Для внутреннего стандарта брались содержания Pt в зернах, полученные методом сканирующей электронной микроскопии. Измерялись элементы: V<sup>51</sup>, Cr<sup>53</sup>, Mn<sup>55</sup>, Fe<sup>57</sup>, Co<sup>59</sup>, Ni<sup>60</sup>, Cu<sup>65</sup>, Zn<sup>66</sup>, Ga<sup>69</sup>, Ge<sup>72</sup>, As<sup>75</sup>, Se<sup>77</sup>, Mo<sup>95</sup>, Ru<sup>101</sup>, Rh<sup>103</sup>, Pd<sup>105</sup>, Ag<sup>107</sup>, Cd<sup>111</sup>, In<sup>115</sup>, Sn<sup>118</sup>, Sb<sup>121</sup>, Te<sup>125</sup>, Os<sup>188</sup>, Ir<sup>191</sup>, Pt<sup>195</sup>, Au<sup>197</sup>, Hg<sup>202</sup>, Tl<sup>205</sup>, Pb<sup>208</sup>, Bi<sup>209</sup>. В дальнейшем каждая точка рассчитывалась в программе Iolite и усреднялась по зерну. Для расчета большинства элементов использовался стандарт MASS-1, за исключением Rh и Pd, рассчитываемых по NIST-612, а также Ru, содержания которого приведены оценочно, на основании его соотношения с Rh и Pd BCR-2g использовался для повторной проверки содержаний некоторых халько- и сидерофильных элементов.

По результатам анализа отмечают, в целом, несколько заниженные результаты ЛА-ИСП-МС по сравнению с СЭМ по Fe и Rh (табл. 1). Большинство других элементов платиновой группы находится на пределе обнаружения СЭМ или ниже его. Содержания V и Cr, в целом, ниже в платине Малоиремельской россыпи, чем в Казанской, а Mn и Fe имеют обратную тенденцию (табл. 2). Содержания Cu, Zn и As в платине из двух россыпей различается незначительно и имеет перекрывающиеся значения.

Важным маркирующим признаком являются повышенные концентрации Ni и Co в платине Малоиремельской россыпи, которые для первого выше на два порядка, для второго – на порядок, что также отмечается по результатам СЭМ. Платина Казанской россыпи в значительной степени обогащена по сравнению с Малоиремельской: Au – в 50 раз, Ag – в 5 раз, Hg – в 10 раз, Mo – в 50 раз.

Вероятно, большая степень обогащения зерен платины Казанской россыпи многими халькофильными и благороднометалльными элементами связана с наличием в ней как изоморфных примесей, так и минеральных микровключений вследствие недалекого переноса от коренного источника эрозии. Важными структурными примесями для определения источника платины, не зависящими от окатанности и степени преобразования, могут служить содержания Fe, Co, Ni, V и Cr.

Таблица 2  
**Результаты ЛА-ИСП-МС по элементам-примесям в зернах платины из Малоиремельской и Казанской россыпей, ppm**

№ образца	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Ag	Sb	Te	Au	Hg	Rh	Pd	Os	Ir
Ir1-1	0.05	—	4.4	56900	56.3	575	3560	11.7	7.4	0.01	0.16	2.8	2.6	72.2	7.2	15860	11480	7300	4640
Ir1-2	0.05	2.8	5.1	49600	65.7	1290	1790	9.4	5.7	0.01	0.07	2.2	2.0	39.3	5.8	15500	4460	3500	5400
Ir1-6	0.03	—	4.6	79950	25.6	84	8640	19.4	1.6	—	0.12	1.7	2.1	140	9.8	4550	7740	9.3	1900
Ir49-ср-3-23	0.02	0.28	1.2	87200	91.3	11290	4800	6.9	4.6	0.01	1.1	1.4	0.3	11.9	2.0	4460	390	69	5040
Ir49-ср-3-27	0.01	0.26	1.2	88000	93.2	11570	4960	7.0	4.5	0.02	1.2	1.5	0.4	12.3	2.0	4720	430	67	5000
Ir49-ср-3-8	0.02	1.3	4.1	43450	46.7	1000	2050	6.2	5.1	0.01	0.16	1.8	2.6	21.4	3.6	17180	7660	460	1500
Среднее	0.03	1.2	3.4	67500	63.1	4300	4300	10.1	4.8	0.01	0.47	1.9	1.7	49.5	5.1	10400	5360	1900	3900
Ка2рС-Рт5	4.2	11.7	1.6	58850	12.4	97	5710	13.1	33.7	23.6	3.0	285	2.0	2155	113	6200	7580	3600	6400
Ка2рС-Рт11	2.0	4.7	2.8	61100	7.6	74	24100	4.7	644	0.40	7.0	3530	2.4	2252	628	12	1820	280	65
Ка2рС-Рт12	0.08	0.7	2.3	66900	16.4	121	1320	8.9	0.8	0.40	0.27	33	4.7	4.2	8.5	6170	3820	4160	13500
Ка-р2-Г5	0.15	0.8	1.5	44200	10.8	132	4010	2.9	1.1	0.02	0.28	243	0.4	1069	61	4710	5460	28500	4900
Ка-2рС-Рт-с-1	1.1	4.7	5.7	57200	11.5	110	1680	7.1	1.1	0.78	2.2	25.7	0.9	380	87	2570	1780	210	10100
Ка-2рС-Рт-с-2	0.01	0.8	0.3	17900	5.8	47	840	1.2	1.4	0.02	0.57	950	1.2	8870	1.13	8170	7640	4600	6400
Среднее	1.3	3.9	2.4	51000	10.8	97	6280	6.3	11.3	4.2	2.2	845	1.9	2455	150	4640	4680	6890	6890

*Примечание.* Анализы выполнены на масс-спектрометре Agilent 7700х с лазерной приставкой NWR UP-213, аналитик – Д.А. Артемьев. В таблице приведены средние рассчитанные содержания элементов по данным 3 точек анализа в каждом зерне. Россыпи: Ir – Малоиремельская, Ка – Казанская.

Таким образом, наличие изоморфных примесей, минеральных нано- и микровключений в зернах самородной платины может являться маркером их коренного источника и критерием определения россыпных источников золота для древних артефактов с включениями платиноидов. В дальнейшем планируется расширить список исследуемых россыпей, а также провести исследования по элементам-примесям в других МПГ.

*Исследования выполнены при поддержке госбюджетной темы «Минеральные микровключения в металлах, шлаках и рудах из археологических памятников Центральной Евразии как индикатор источников минерального сырья и хозяйственных связей в древности» № АААА-А16-116033010015-9.*

## Литература

- Баранников А.Г., Осовецкий Б.М. Морфологические особенности и нанорельеф поверхности самородного золота разновозрастных россыпей Урала // Литосфера. 2013. № 3. С. 89–105.
- Зайков В.В., Баранников А.Г. Состав золота из россыпей Южного Урала и их коренные источники // Челябинск: Издат центр. ЮУрГУ, 2015. 2015. С. 417–424.
- Зайков В.В., Котляров В.А., Зайкова Е.В., Блинов И.А. Микровключения рудных минералов в золоте Миасской россыпной зоны (Южный Урал) как показатель коренных источников // Доклады Академии наук. 2017. Т. 476, № 6. С. 670–674.
- Зайков В.В., Таиров А.Д. Золото и платиноиды в изделиях из археологических памятников и руд центральной Евразии // В сборнике: V Всероссийский археологический съезд. 2017. С. 387–388.
- Зайков В.В., Яблонский Л.Т., Дашковский П.К., Котляров В.А., Зайкова Е.В., Юминов А.М. Микровключения платиноидов группы самородного осмия в древних золотых изделиях Сибири и Урала // Археология, этнография и антропология Евразии. 2016. Т. 44, № 1. С. 93–103.

Салихов Д.Н., Юсупов С.Ш., Ковалев С.Г., Бердников П.Г., Хамитов Р.А. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (металлы платиновой группы). Уфа: Экология, 2001. 223 с.

Becker J.S., Pickhardt C., Dietze H.-J. Determination of trace elements in high-purity platinum by laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry using solution calibration // Journal of Analytical Atomic Spectrometry. 2001. Vol. 16. P. 603–606.

Jansen M., Aulbach S., Hauptmann A., Höfer H.E., Klein S., Krüger M., Zettler R.L. Platinum group placer minerals in ancient gold artifacts – Geochemistry and osmium isotopes of inclusions in Early Bronze Age gold from Ur/Mesopotamia // Journal of Archaeological Science. 2016. Vol. 68. P. 12–23.

Tamana H., Criddle A., Grime G., Vaughan D., Spratt J. Trace elements in platinum group minerals studied using nuclear microscopy // Nuclear instruments and methods in physics. 1994. Vol. 88, Is. 1–4. P. 213–218.

Zaykov V.V., Kotlyarov V.A., Zaykova E.V., Melekestseva I.Y. The phenomenon of the influence of gold melt on microinclusions of platinum group minerals in ancient gold objects // Archaeometry. 2017. Vol. 59. № 1. P. 96–104.

*М.А. Рассомахин*  
*ИГЗ, г. Миасс,*  
*Miha\_Rassomahin@mail.ru*

### **Состав платиноидов Сулейменовской россыпи – возможного источника золота для артефактов (Южный Урал)**

Наиболее вероятными источниками золота для мастеров древности были россыпи, поэтому понятен интерес археологов к изучению особенностей состава золота в них.

Объектом представленных исследований явилась Сулейменовская золотая россыпь, которая входит в состав Миасской россыпной зоны и расположена в 30 км юго-западнее г. Миасс на Южном Урале [Зайков и др., 2017]. Россыпь объединяет четыре техногенных остаточного-целиковых и две вновь разведанные россыпи долинного типа [Казакон, Салихов, 2006]. Протяженность полигона для дражной разработки составляет 9 км, ширина – 40–190 м. Россыпь содержит зерна платиновых минералов в количестве 1–2 % от объема тяжелого концентрата.

В золотых изделиях из археологических памятников Урала, Алтая, Ближнего Востока и Восточной Европы известны включения платиноидов различного состава [Зайков и др., 2015], и накопление и систематизация данных по составам платиноидов из россыпей золота могут позволить предположить источники золота, использовавшегося для изготовления данных изделий.

Целью работы стало определение состава зерен платиноидов из Сулейменовской россыпи и сравнение полученных данных с материалами по россыпям зоны Главного Уральского разлома.

Исследование состава минералов проведено на РФА-спектрометре M1 MISTRAL, производитель Bruker Nano GmbH, Германия (аналитик М.А. Рассомахин). Напряжение рентгеновской трубки 50 кВ, энергетическое разрешение 135 эВ. Расчет спектров выполнялся автоматически на соответствующем программном обеспечении. Содержания определялись в шашке диаметром 2 см, в которые были вмонтированы зерна платиноидов размером 0.5–2 мм.

Составы исследованных зерен представлены на рис. и на основании соотношения между Os, Ir и Ru [Harris, Cabri, 1991] соответствуют осмию (23 зерна), рутению (9 зерен)

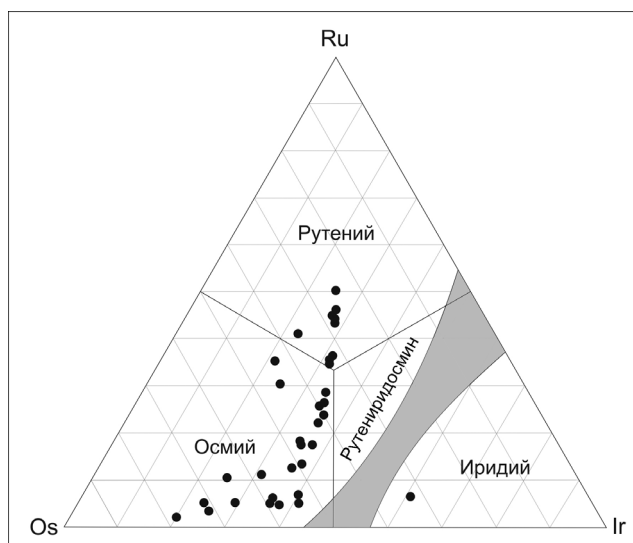


Рис. Тройная диаграмма составов платиноидов из Сулейменовской россыпи золота.

и иридию (1 зерно). Рутениридосмин не обнаружен. Также, помимо минералов состава Ru-Os-Ir, обнаружено 2 зерна изоферроплатины  $Pt_3Fe$ .

Ранее в работах [Зайков и др., 2016б; Рассомахин, Зайков, 2017] было показано сходство составов платиноидов Ингульской россыпи, связанной с гипербазитами восточного обрамления Ильменогорского комплекса, и Мало-Иремельской – связанной с северной оконечностью Нуралинского массива. Состав платиноидов Сулейменовской россыпи, также связанной с Нуралинском массивом, близок малоиремельскому типу (также наряду с рутениевым присутствует осмиево-рутениевый тренд), но отличается наличием большего количества анализов с повышенным содержанием осмия. Состав платиноидов Киалимской россыпи, приуроченной к Таловскому гипербазитовому массиву [Зайков и др., 2016а], отличается от изученных значительным сдвигом основного тренда в сторону увеличения рутения и отсутствием зерен с высоким содержанием осмия.

По результатам сравнения составов платиноидов с различных россыпей Южного Урала можно сделать вывод о незначительных отличиях отдельных объектов, связанных с разными массивами гипербазитов. При этом другие россыпи, включая исследованную в данной работе, имеют состав платиноидов, позволяющий отличать их. Для установления источника металла для древних артефактов требуется накопление большего объема данных по отдельным россыпям и материалу с разных россыпей Урала и других золоторудных узлов, связанных с гипербазитами. Кроме того, необходимо систематическое изучение собственно древних артефактов и определение состава включений платиноидов в них.

## Литература

Зайков В.В., Дашковский П.К., Зайкова Е.В., Котляров В.А., Юминов А.М., Блинов И.А. Микровключения платиноидов в древних золотых изделиях: распространение, состав, преобразования // Минералогия. 2015. № 1(2). С. 37–53.

Зайков В.В., Мелекесцева И.Ю., Котляров В.А., Зайкова Е.В., Крайнев Ю.Д. Сrostки минералов ЭПГ в Миасской россыпной зоне (Южный Урал) и их коренные источники // Минералогия. 2016. № 4. С. 31–46.

*Зайков В.В., Рассомахин М.А., Котляров В.А., Гисматуллин Б.Я.* Состав платиноидов из Мало-Ирмельской россыпи золота (Южный Урал) по данным РФА и РСМА // *Металлогения древних и современных океанов-2016б.* Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 216–219.

*Зайков В.В., Попов В.А., Зайкова Е.В., Блинов И.А., Котляров В.А.* Состав и форма кристаллов платиноидов из россыпей Южного Урала // *Минералогия.* 2017. № 4. С. 51–56.

*Казаков П.В., Салихов Д.Н.* Полезные ископаемые Республики Башкортостан (россыпное золото). Ч. 2. Уфа: Гилем, 2006. 288 с.

*Рассомахин М.А., Зайков В.В.* Состав платиноидов Ингульской россыпи золота (Южный Урал) // *Металлогения древних и современных океанов-2017.* Миасс: ИМин УрО РАН, 2017. С. 119–123.

*Harris D., Cabri L.* Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision // *Canadian Mineralogist.* 1991. Vol. 29. P. 231–237.

***Е.М. Асочакова, Е.В. Водясов***

*ТГУ, г. Томск,*

*ev.asochakova@gmail.com*

### **Минеральный состав остатков производства железа святилища Усть-Полуй (Западная Сибирь)**

Древнее святилище Усть-Полуй является опорным и уникальным памятником для изучения эпохи раннего железа в Западной Сибири [Гусев, 2008]. Оно расположено на правом берегу р. Полуй, в 2 км от ее впадения в р. Обь на территории г. Салехард. Археометаллургические объекты Усть-Полуя, датированные III в. до н.э. – I в. н.э., являются самыми древними свидетельствами освоения человеком железоделательного производства в Циркумпольной зоне [Гусев, 2008; Водясов, Гусев, 2016]. В 2010–2012 гг. все найденные свидетельства производств железа были приурочены ко рву. На краю древнего рва обнаружен развал сыродутного горна и скопление шлаков, большинство из которых залегало по склону рва и на его дне [Гусев, Федорова, 2012]. Найденная коллекция шлаков представлена донными и кузнечными шлаковыми лепешками. В ходе раскопок 2015 г. исследован металлургический объект, не имеющий аналогов среди известных в Приобье сыродутных горнов. Первоначально было расчищено большое скопление обожженных камней размерами около  $1,4 \times 1$  м, интенсивно растресканных под воздействием температуры [Водясов и др., 2017].

Цель работы – дать характеристику минерального состава шлаков и обломков обожженных камней святилища Усть-Полуй. Для этого был использован комплекс минералого-петрографических методов: исследование прозрачных шлифов на поляризационном микроскопе с видеорегистрацией Leica (Германия) и растровом электронном микроскопе VEGA II LMU, оснащенный энергодисперсионным спектрометром INCA Energy (OXFORD Instruments Analytical, Великобритания), рентгенофазовый анализ на модульном дифрактометре X'Pert Powder (PANalytical, Нидерланды). Химический состав шлаков изучен с помощью рентгенофлуоресцентного и эмиссионно-спектрального анализов. Исследования проведены в Центре коллективного пользования «Аналитический центр геохимии природных систем» Томского государственного университета.

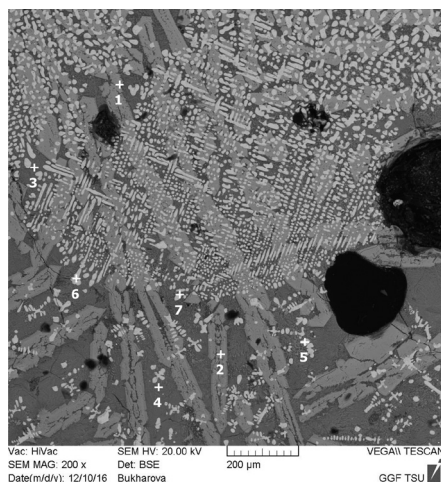
Фактический материал представлен обломками горных пород, собственно шлаком (стекловатая пористая масса) с выделениями металлического железа. Горные породы имеют различный состав – от кислых гранитов и кристаллических сланцев до основных эффузивов. Это объясняется тем, что для постройки горна использовался весь доступный

Рис. Структуры железных шлаков с точками анализов. Точки анализов:

1, 2 – ферромонтichelлит (?); 3, 4 – стекло с продуктами раскристаллизации; 5, 6, 7 – оксиды железа (?) с примесями. Изображение BSE.

каменный материал. В породах часто наблюдаются вторичные изменения – серицитизация, хлоритизация, ожелезнение (развитие гидроксидов железа).

Структура шлаков пористая, неоднородная с реликтами пород и породообразующих минералов, представленных кварцем и полевым шпатом; цемент стекловатый. Продукты раскристаллизации



стекла представлены пироксенами (диоксид-геденбергит), кальциевым фаялитом (ферромонтichelлит), ферритами, металлическим железом и оксидами железа. Ферромонтichelлит образует вытянутые удлиненные кристаллы шириной не более 50 мкм (рис.). Оксиды железа представлены дендритовидными выделениями каплевидных зерен, различно сочетающимися и пересекающимися между собой с образованием сетчатой структуры (см. рис.). Агрегаты их магнитны, размеры отдельных зерен составляют не более 2 мкм. Оксиды железа определены рентгенофазовым анализом и представлены шпинелидами (магнетит, магнезиоферрит) и маггемитом. Точная диагностика оксидов железа затруднена из-за тонко- и скрытокристаллического строения. Шлаки нередко сильно изменены, покрыты охрами гидроксидов железа, стекловатая часть в порах и пустотах хлоритизирована.

Химический состав шлаков (мас. %): SiO<sub>2</sub> 25.5–48.06; TiO<sub>2</sub> 0.28–0.55; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5.21–11.68; FeO 25.86–49.39; MnO 0.001–0.4; MgO 2.37–5.86; CaO 3.78–9.39; Na<sub>2</sub>O 0.15–2.52; K<sub>2</sub>O 0.27–2.41; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.48–6.4 (табл.). Среди примесных элементов установлены: V, Cr, Mn, Cu, Sn, Zn, Pb, Ag, As, Co, P, La, Ni (см. табл.). В самих шлаках содержится большое количество как основных, так и примесных компонентов, поскольку они представляют собой спекшиеся остатки после выплавки руды. По коэффициенту основности и кремниевому модулю, учитывающим содержания шлакообразующих компонентов, шлаки являются кислыми. Отличительными особенностями устьполуйских шлаков являются повышенные содержания CaO (до 6 %), MnO (до 0.4 %) и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (до 6 %). Это связано с составом железной руды, топливом и флюсами [Crew, 2007]. Наличие кальция и фосфора можно объяснить наличием на металлургическом объекте пережженных костей животных, добавляемых в шихту в качестве флюсов. Для сравнения укажем, что среднее содержание CaO в археологических шлаках Обь-Иртышья составляет всего 1.2 % [Зиняков, 1997].

Присутствие марганца в шлаках и крице обычно связывается с рудой, которая использовалась при выплавке. Высокие концентрации этого металла, главным образом, характерны для болотных руд, где его содержание может достигать 1.11 % [Асочакова, Коноваленко, 2010]. Как указывает Р. Плейнер [Pleiner, 2000], лимонитовые руды были важнейшими рудными источниками древнейшей металлургии железа, так как они достаточно легко восстанавливались в горне и были широко распространены по всей Северной Евразии.

Открытие на Усть-Полуе черной металлургии пополняет перечень памятников эпохи раннего железного века со следами железнорудного производства в Западной Сибири. В настоящее время известно всего пять археологических памятников со следами черной металлургии эпохи раннего железного века на огромных просторах Обь-Иртышья:



**Результаты рентгенофлуоресцентного и спектрального анализов  
железных шлаков святилища Усть-Полуй (мас. %)**

№ пробы	940	1527	912	1429	927	931	945	1277	1349
SiO <sub>2</sub>	40.37	48.06	33.45	26.2	29.39	25.5	31.67	37.71	29.1
TiO <sub>2</sub>	0.41	0.55	0.43	0.5	0.34	0.3	0.31	0.53	0.28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.68	8.86	7.51	7.82	7.11	6.66	6.9	10.69	5.21
FeO	29.66	25.86	40.17	36.06	41.23	41.93	42.45	30.17	49.39
MnO	0.121	0.311	0.037	0.405	0.153	0.144	0.068	0.155	0.001
MgO	5.86	3.11	3.1	3.78	2.8	2.37	3.63	4.51	2.42
CaO	5.87	4.49	4.49	9.39	6.73	8.75	4.21	6.05	3.78
Na <sub>2</sub> O	0.34	2.23	1.65	2.3	0.16	0.15	2.4	2.52	0.16
K <sub>2</sub> O	0.88	2.13	1.54	2.41	1.65	1.8	0.95	2.06	0.27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.6	0.79	1.34	6.4	3.66	5.62	1.02	1.94	0.48
S	0.004	0.006	>0.001	>0.001	>0.001	>0.001	>0.001	0.006	0.001
Сумма	95.78	96.38	93.71	95.26	93.21	93.23	93.61	96.34	91.11
P	0.89	-	0.909	0.84	-	-	-	-	-
Sc	0.0003	-	0.0003	0.0003	-	-	-	-	-
V	0.003	-	0.005	0.015	-	-	-	-	-
Cr	0.003	-	0.005	0.05	-	-	-	-	-
Co	0.0032	-	0.016	0.01	-	-	-	-	-
Ni	0.007	-	0.007	0.015	-	-	-	-	-
Cu	0.01	-	0.03	0.008	-	-	-	-	-
Zn	0.02	-	0.077	0.033	-	-	-	-	-
Ga	0.0012	-	0.0016	0.0012	-	-	-	-	-
Ge	-	-	0.0005	0.0003	-	-	-	-	-
As	-	-	0.014	0.011	-	-	-	-	-
Y	0.0005	-	0.0007	0.0007	-	-	-	-	-
Zr	0.008	-	0.004	0.007	-	-	-	-	-
Nb	0.0015	-	0.002	0.001	-	-	-	-	-
Ag	0.00014	-	0.00015	0.00012	-	-	-	-	-
Sn	0.0006	-	0.0005	0.0004	-	-	-	-	-
Sb	-	-	0.003	0.01	-	-	-	-	-
Ba	0.043	-	0.048	0.02	-	-	-	-	-
Pb	0.0016	-	0.001	0.0016	-	-	-	-	-
Bi	0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-
La	0.003	-	0.005	0.003	-	-	-	-	-
Yb	0.00028	-	0.00023	0.00022	-	-	-	-	-

1) Саровское городище в Нарымском Приобье (I в. до н.э. – IV в. н.э.); 2) Рафайловское и 3) Андреевское-VII городища (VII–V вв. до н.э.), Прииртышье; 4) поселение Дуванское-II (конца I тыс. до н.э. – начала I тыс. н.э.), Прииртышье [Зиняков, 1997; Водясов и др., 2017]; 5) святилище Усть-Полуй, Заполярье (III в. до н.э. – I в. н.э.) [Водясов, Гусев 2016].

### Литература

- Асочакова Е.М., Коноваленко С.И.* К геохимии оолитовых и болотных железных руд Томской области // Вестник Томского государственного университета. 2010. № 341. С. 222–225.
- Водясов Е.В., Гусев А.В., Асочакова Е.М.* Усть-Полуй: древнейшие свидетельства черной металлургии в Арктике // Сибирские исторические исследования. 2017. № 3. С. 113–132.

*Водясов Е.В., Гусев А.В.* Древнейшие свидетельства освоения человеком железа в Нижнем Приобье (по материалам раскопок Усть-Полуя в 2010–2012 гг.) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2016. № 4 (35). С. 58–68.

*Гусев А.В.* Время Усть-Полуя // История Ямала: взгляд из музейных хранилищ. Екатеринбург: Уральский рабочий, 2008. Вып. 1. С. 5–14.

*Гусев А.В., Федорова Н.В.* Древнее святилище Усть-Полуй: конструкции, действия, артефакты. Итоги исследований планиграфии и стратиграфии памятника: 1935–2012 гг. Салехард, 2012. 59 с.

*Зиняков Н.М.* Черная металлургия и кузнечное ремесло Западной Сибири: Учеб. пособие для вузов по специальности «Археология». Кемерово: Кузбассвуиздат, 1997. 368 с.

*Crew P.* CaO enhancement in slags: the influence of fluxing or fuel ash? // Early Ironworking in Europe II conference. Plas Tan y Bwlch. 2007. P. 50–52.

*Pleiner R.* Iron in Archaeology: The European Bloomery Smelters. Archeologický ústav AVČR, 2000. 400 p.

## ЧАСТЬ 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГЕОАРХЕОЛОГИИ И АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ

*И.В. Чечушков*

*ДАУП Пуммсбург, США, Chivpost@gmail.com*

### **«Зима близко»: городища бронзового века во вмещающем ландшафте (опыт ГИС-анализа)**

Понимание социальных процессов эпохи бронзы на территории степной природной зоны Евразии напрямую связано с поиском объяснения системы расселения. Так, открытие в Южном Зауралье и Северном Казахстане серии поселенческих памятников типа Синташты, Петровки, Аркаима и Устья привело исследователей к заключению об оборонительном назначении обводных рвов и валов, а также о высокой роли военного дела в жизни древних скотоводческих сообществ [Зданович, 2011]. Этот взгляд был усилен вследствие сравнительно пышного погребального обряда синташтинских могильников, где появились новые для эпохи бронзы типы наступательного вооружения. Обсуждая земляные обводные сооружения, авторы раскопок зачастую исходили из предпосылки об их военном назначении, в результате на графических реконструкция [Генинг и др., 1992] поселения бронзового века приобрели черты, свойственные средневековым крепостям [Раппопорт, 1965].

Вплоть до настоящего времени городища синташтинско-петровского типа не имеют убедительного объяснения. В археологии наиболее значимыми маркерами конфликтности среды являются следы военных катастроф на поселениях и боевой травматизм на человеческих останках, однако в материальном мире памятников синташтинско-петровского типа эти два признака практически не встречаются [Виноградов, 2011]. Это обстоятельство заставляет задуматься о назначении систем обводных рвов и стен на поселенческих памятниках, а также обратиться к поиску иных объяснительных моделей.

С целью поиска ответа на вопрос об их предназначении проведен ГИС-анализ архитектурных сооружений и местоположения в рельефе пяти опорных поселений (Устье I, Сарым-Саклы, Каменный Амбар, Журумбай и Коноплянка). Эта проблема имеет фундаментальное антропологическое значение, поскольку создание подобного ансамбля требует концентрации трудовых ресурсов, централизованного управления и интеллектуальных усилий.

В основе анализа лежит метод инструментального картографирования памятников археологии с применением инструментов геостатистики [Чечушков, 2015]. Метод позволяет производить построение электронной модели современного рельефа на основании инструментальной съемки. Для ответа на вопрос о назначении внешних стен поселений, требуется понимать их конструкцию и прежде всего – высоту, поскольку именно этот параметр является основным с точки зрения оборонительной стратегии. Эта задача решалась посредством изучения современного состояния микрорельефа, который в той или иной степени позволяет судить о внешней стене в древности.

*Укрепленное поселение Устье I* расположено на первой надпойменной террасе правого берега р. Нижний Тогузак в Варненском районе Челябинской области. Поселение несколько раз перестраивалось, причем переносилась и линия обводных сооружений. Автором раскопок была произведена реконструкция внешней стены синташтинского этапа существования памятника и сделан вывод, что стена представляла собой набранный из бревен фасад, зафиксированный насыпанным с внутренней стороны грунтом [Виноградов, 2013]. В качестве модельного был избран участок петровского вала в северной части раскопа I. Для расчета высоты вала была применена следующая методика:

1) на основе модели рельефа вычисляется высота вала как среднее арифметическое с 95 % интервалом ошибки ( $\bar{x} \pm \text{стандартная ошибка при 95 \% ДИ}$ );

2) рассчитывается объем грунта, заполняющего пространство между поверхностью, погребенной почвой и в заполнении рва на модельном участке;

3) исходя из ширины основания стены строится 3d-модель вала, затем подбирается наиболее близкая по объему и определяется ее высота;

4) к модельной высоте добавляется ошибка среднего, рассчитанная путем умножения ошибки среднего для археологизированного вала на коэффициент разницы между действительной средней высотой и модельной.

Для петровской стены Устья I смоделированное трехмерное пространство соответствует объему грунта в 110 м<sup>3</sup>. При ширине основания стены 3 м и длине на модельном участке в 27 м, этот объем грунта соответствует валу п-образной формы высотой около 2.2 м. Вычисленное значение высоты (2.2 м) стены отличается от высоты развала стены (среднее значение гребня стены в современном рельефе составляет  $0.41 \pm 0.08$  м) в 5.3 раза. Таким образом, вероятная высота древней стены Устья I лежит в интервале между 1.78 и 2.62 м ( $2.2 \pm 0.42$  м).

*Поселение Сарым-Саклы* располагается на правом берегу р. Зингейка в Кизильском районе Челябинской области [Зданович, Батанина, 2007]. Памятник представляет собой замкнутую, округлую в плане структуру диаметром до 126 м, образованную системой рвов, валов и жилищно-хозяйственных построек. Ров представлен узким плавным кольцеобразным понижением рельефа шириной от 3 до 4.8 м, а стена – округлым в плане валом с внешним диаметром до 115 м. С моей точки зрения, данные о структуре вала и рва позволяют произвести реконструкцию стены, даже при условии отсутствия раскопочных исследований. В этой связи, представляется оправданным подход исследователей поселения Синташта, предложивших использовать объем грунта, заполнявшего тело вала и ров поселения, в качестве меры высоты древней стены [Генинг и др., 1992]. Очевидно, стена представляла собой насыпанный земляной вал, поэтому, зная объем грунта в развале на определенном участке, можно определить его минимально возможную высоту. В качестве исходных данных для расчетов использованы следующие параметры: средняя ширина рва –  $2.27 \pm 0.3$  м (95 % доверительный интервал;  $n = 11$ ); средняя ширина основания стены –  $3 \pm 0.3$  м (95 % ДИ;  $n = 11$ ); средняя высота стены от уровня современной поверхности жилищных впадин, принятая в качестве условной глубины вертикального разреза от поверхности до погребенной почвы –  $0.46 \pm 0.05$  м (95 % ДИ;  $n = 10$ ).

Первые два параметра известны благодаря магнитометрической съемке [Федорова и др., 2012]. Средняя высота гребня стены рассчитывается исходя из измерений профилей рельефа на электронной модели высот. Неизвестными исходными остаются форма и глубина рва. Основываясь на том, что рвы раскопанных поселений Устье, Каменный Амбар и Синташта имели полукруглое сечение при средней глубине 1.6 м ( $\bar{x} = 1.6 \pm 0.2$  м, 95 % ДИ), именно эти параметры приняты в качестве исходных. Для расчета объема грунта, составлявшего тело стены, в системе автоматического проектирования была построена электрон-

ная модель участка размерами  $26 \times 12$  м. Расчетный объем грунта, укладываемый в этом трехмерном пространстве при принятых условиях, составляет  $138 \text{ м}^3$ . Этот объем соответствует валу п-образной формы высотой около 2.8 м и шириной 3 м.

*Поселение Каменный Амбар* находится на левом берегу р. Карагайлы-Аят в Карталинском районе Челябинской области. Памятник окружен стеной и рвом и функционировал в два этапа, причем на втором обживаемая площадка была уменьшена [Носкевич и др., 2010; Корякова и др., 2011; Krause, Koryakova, 2013 и др.]. Анализ электронной модели высот демонстрирует наличие обводной стены, ее средняя современная высота составляет лишь  $0.24 \pm 0.06$  м (95 % ДИ). В качестве модельного был использован участок стены, примыкающий с юга к восточному входу в поселение. Смоделированное трехмерное пространство соответствует объему грунта  $35.7 \text{ м}^3$ . При ширине стены 4.8 м, и длине на модельном участке 4.5 м, этот объем грунта соответствует валу п-образной формы высотой около 2.6 м. С учетом разницы между расчетным значением высоты стены на модельном участке и интервалом ошибки среднего значения высоты стены, можно предположить, что истинная высота лежит в интервале от 1.95 до 3.25 м ( $2.6 \pm 0.65$  м).

Для успешной реализации оборонительной функции укрепленное поселение должно обладать рядом признаков, так или иначе диагностируемых методами археологии. Обводные стены синташтинско-петровских поселений, вероятно, представляли собой достаточно простые в конструктивном плане земляные насыпи, защищенные от эрозии глинобитными, деревянными или каменными конструкциями, и имеющие высоту от 2 до 3 м. Их исключительно оборонительная функция стен вызывает сомнения: они не были усилены бастionsами или башнями, а их высота не представляет собой непроходимого препятствия для атакующей пехоты.

Статистический анализ ширины рвов изученных поселений (Устье, Каменный Амбар, Синташта) свидетельствует о том, что среднее значение составляет  $3.6 \pm 0.4$  м (95 % доверительный интервал). Однако в данном случае важна вариативность значений в интервале от 1 до 8.8 м и достаточно большое значение среднеквадратического отклонения ( $\sigma = 1.4$ ;  $n = 60$ ). Гистограмма демонстрирует наличие двух пиков в изучаемой выборке, что также подтверждает ее гетерогенность. Это говорит о том, что строгого стандарта при строительстве рвов не существовало.

Рвы синташтинских поселений редко имеют глубину больше 2 м ( $\bar{x} = 1.6 \pm 0.2$  м, 95 % доверительный интервал), и ни в одном описанном случае не характеризуются V-образным профилем, считающимся наиболее эффективным с точки зрения обороны [Keeley et al., 2007]. Напротив, профиль рва как правило трапециевидный или закругленный, с уступами с обеих сторон. При этом, авторы раскопок поселения Каменный Амбар отмечают, что обводной ров не имел одинаковой глубины, а наиболее глубокие участки демонстрировали следы стоявшей в них воды [Krause, Koryakova, 2013]. Эти признаки свидетельствуют о том, что уровень угрозы не требовал серьезного развития оборонительных технологий строительства. С моей точки зрения, рвы синташтинско-петровских поселений, в первую очередь, выполняли функцию дренажных, а не оборонительных сооружений. Серьезное исключение составляет ров поселения Аландское [Зданович, 2011], однако вариативность в глубине и конструкции может быть связана с условиями конкретного ландшафта, а не только с постоянной военной угрозой.

Таким образом, во всех случаях высота стены на превышает 2–3 м, а с учетом рва – 4–5 м. Но при любых обстоятельствах такого рода вал не является непреодолимым препятствием, хотя в сочетании с частоколом по гребню может выполнять оборонительные функции.

Условия размещения крепости в ландшафте имеют важное значение для эффективности обороны. К стратегическим относятся такие факторы как затрудненность естественными препятствиями осады, обстрела и непосредственного штурма, условия видимости окружающей местности, исключающие неожиданное появление противника у границ поселения, либо скрытность местоположения. Для выявления условий размещения четырех описанных выше синташтинских поселений во вмещающем ландшафте были построены модели рельефа местности в их округе с использованием исходных данных NASA, бесплатно доступных в сети Интернет (ASTER GDEM ver. 2). Анализ моделей показывает, что все поселения занимают низинные части окружающего рельефа в радиусе 3 км: их абсолютные высоты лежат существенно ниже средних значений локальных высот, при этом далеко за пределами доверительных интервалов ошибок среднего значения (разница составляет: Коноплянка –14.9 м, Каменный Амбар –19.2 м, Устье –9.8 м, Сарым-Саклы –13.2 м, Журумбай –11.2 м). Другими словами, древние строители целенаправленно выбирали достаточно низкие места, вероятно, наиболее удобные с точки зрения доступа к воде, долинным пастбищам и ветрозащиты.

Следующим шагом анализа стало изучение условий видимости для трех укрепленных поселений (Каменный Амбар, Коноплянка и Журумбай) путем построения моделей градации видимости. В случае, если фортификационные сооружения были возведены с целью предотвращения неожиданной атаки, население должно было иметь систему предварительного оповещения о подступающей опасности, и хорошая видимость является одним из факторов такого оповещения. Модели видимости были построены для караульного, наблюдающего окружающее пространство из поселения и человека, находящегося в центре полигонов площадью 1 га в радиусе 3 км от каждого из поселений. Ключевым фактором, обеспечивающим наилучшую видимость, помимо отсутствия препятствий, является высота размещения наблюдателя. За модельное значение была принята высота в 4 м: рост человека, стоящего на обводной стене со средней высотой, около 2.3 м. Для наблюдателя за пределами поселений в качестве модельной была принята высота 2 м (всадник верхом на коне).

Модели демонстрируют, что во всех случаях поселения локализованы достаточно низко во вмещающем ландшафте, и даже нахождение наблюдателя на гребне обводной стены не увеличивает видимость существенным образом (табл. 1).

*Таблица 1*

**Видимость в пределах 3-х километровой зоны от каждого поселения**

	Каменный Амбар	Коноплянка	Журумбай
Минимум	716.0	510.0	468.0
Максимум	7975.0	10547.0	9998.0
Среднее арифметическое (га)	3277.6	3522.8	3755.0
Среднеквадратическое отклонение	1222.3	1379.3	1669.3
Стандартная ошибка среднего	22.9	25.9	31.3
Нижний лимит 95 % вероятности среднего значения	3232.5	3472.0	3693.5
Верхний лимит 95 % вероятности среднего значения	3322.6	3573.6	3816.5
Видимость с поселения при высоте наблюдателя 4 м (га)	2196.0	2899.0	2.664.0
Разница в значениях видимости с территории поселения и среднем в пределах 3 км зоны	-388.6	-633.8	-1091

Как можно ожидать, видимость имеет тенденцию к автокорреляции с абсолютной высотой элемента рельефа ( $r = 0.6$ ,  $p < 0.005$ , 43 % дисперсии объяснено для области Каменного Амбара,  $r = 0.4$ ,  $p < 0.005$ , 14 % дисперсии объяснено для области Коноплянки и  $r = 0.7$ ,  $p < 0.005$ , 49 % дисперсии объяснено для области Журумбая). Однако, во всех случаях площадки имеют достаточно близкий горизонт, что является неприемлемым с точки зрения безопасности. Построенные модели предсказывают, что в качестве выносных наблюдательных пунктов могли быть использованы высокие точки окружающего рельефа за пределами поселений с лучшей видимостью. Для проверки гипотезы о возможном существовании таких пунктов в округе Каменного Амбара была предпринята археологическая разведка в локациях, предсказанных моделью в качестве мест с наибольшим процентом видимости. Мы предположили, что на протяжении примерно двух столетий существования укрепленного поселения, постоянный форпост неминусом оставил бы следы на поверхности, даже если речь идет лишь о наблюдательном пункте стояночного типа. Культурного слоя бронзового века в точках, наиболее удобных для наблюдения, не выявлено. Следовательно, гипотеза о размещении дозорных за пределами поселения Каменный Амбар не находит фактического подтверждения.

Таким образом, требуется разработка альтернативных гипотез, объясняющих выбор места для поселения. В качестве рабочей была принята гипотеза о том, что люди стремились найти места, наиболее пригодные для содержания и сохранения поголовья скота. Требованиями к таким местам является постоянный доступ к воде и относительная защищенность от суровых климатических условий. Последняя часть этой гипотезы может быть проверена через анализ скорости ветра в зависимости от элементов рельефа. Для проведения этого анализа была использована статистика метеорологических наблюдений, проводимая на Аркаиме с 1998 по 2004 гг. Средние значения скорости ( $3.7 \pm 0.1$  м/с;  $n = 1733$ , 95 % CL) и направления ветра ( $270^\circ$ ;  $n = 223$ ) были использованы в качестве исходных данных для программы моделирования потоков воздуха в ландшафте WindNinja (The Fire, Fuel, and Smoke Science Program of the Rocky Mountain Research Station of the U.S. Forest Service). Полученные модели скорости ветра позволяют заключить, что во всех случаях поселения располагались в местах с наименьшей скоростью ветра. Так, Каменный Амбар располагается в зоне с низкой и средней скоростью ветра (3.64–3.66 м/с), Журумбай – в зоне со средней скоростью (3.7 м/с), а Коноплянка – в зоне слабого ветра (3.6 м/с). Скорость ветра играет важную роль не только с точки зрения ветроустойчивости строений, но особенно важна в зимний период. Так, существует зависимость между скоростью ветра и ощущаемой температурой, вычисляемая по формуле:

$$W = 13.2 + 0.6215T_{\text{air}} - 11.37V^{0.16} + 0.3965T_{\text{air}} \times V^{0.16} \quad (1)$$

где:  $W$  – индекс холода, основанный на шкале Цельсия,

$T_{\text{air}}$  – температура воздуха по шкале Цельсия,

$V$  – скорость ветра на высоте 10 м от уровня поверхности в км/ч.

В соответствии с метеорологическими наблюдениями, проводимыми на Аркаиме, средняя температура зимних месяцев –  $14.2^\circ\text{C}$ . При средней скорости ветра 3.7 м/с, индекс холода по формуле (1) будет равен  $-21.2^\circ\text{C}$ . При абсолютном зарегистрированном в регионе минимуме  $-50^\circ\text{C}$  [Левит, 2005], индекс холода составляет  $-64.8^\circ\text{C}$ . Таким образом, разумно предположить, что обитатели южноуральской степи в древности выбирали для своих поселений наиболее тихие места.

Относительно доступа водопоя для скота требуется сказать, что во всех случаях поселения размещены в непосредственной близости от водоема, как правило, по берегам рек Урало-Тобольского бассейна. Даже сегодня в период половодья вода может подниматься до 2.5 м, что зафиксировано в ходе метеорологических наблюдений на Аркаиме [Кисленко,

+2004; Левит, 2005]. Таким образом, синташтинско-петровские поселения находятся в зоне риска сезонного подтопления, что могло негативно сказываться на их деревянно-земляной архитектуре. С этой точки зрения, обводные валы и рвы могли служить в качестве системы защиты поселений от высокой воды в сезоны половодья. Для проверки этой гипотезы был проанализирован ландшафт вокруг поселений: древние и современные русла рек нанесены на карту после чего при помощи компьютерной программы ESRI ArcGIS 10.5 были рассчитаны модели стоков для элементов рельефа в радиусе 3 км от каждого поселения. Это позволило выделить локации с высокой вероятностью подтопления в период половодья. Во всех случаях поселения тяготеют к локальным повышениям, что снижало вероятность подтопления. Так, Каменный Амбар располагается на надпойменной террасе, которая в бронзовом веке была второй, а не первой как в настоящее время. Коноплянка и Сарым-Саклы расположены на пойменных островах.

В качестве последнего шага, все три модели были совмещены для получения финальных аккумулярующих моделей. Все исходные модели были классифицированы на три категории: низкая, средняя и высокая предпочтительность каждого местоположения в ландшафте (табл. 2).

По результатам моделирования был сделан вывод, что во всех случаях поселения расположены в достаточно выгодных точках рельефа с тяготением к скрытым местам с низкой скоростью ветра, низким или средним риском паводка и крайне низкой видимостью.

Анализ расположения памятников во вмещающем ландшафте показывает их тяготение к пониженным и равнинным элементам рельефа, где нет существенных препятствий, а также факторов, снижающих эффективность обстрела. Кроме того, поселения хорошо видны с окружающих сопок. Все поселки так или иначе демонстрируют близость к источникам воды, что является критически важным фактором для скотоводов. При этом выбор местожительства не демонстрирует очевидной закономерности с точки зрения контроля доступа к стратегически значимым ресурсам или путям сообщений. Особого внимания заслуживает логика рассуждений Н.П. Анисимова [2009], выделяющая ключевые факторы системы жизнеобеспечения. Вполне вероятно, что синташтинско-петровские поселения использовались в качестве мест содержания скота, что, в частности, подтверждается картой химических аномалий с повышенным содержанием фосфора с поселения Каменный Амбар [Krause, Koryakova, 2013]. Не вызывает сомнений и факт проживания людей в пределах поселений, и эти явления не противоречат одно другому, поскольку содержание скота в жилых помещениях является хорошо известным этнографическим явлением, особенно в условиях суровых зим. Однако в таком случае строительство сложной системы обводных стен и рвов по-прежнему выглядит избыточным и трудозатратным, поскольку для содержания и защиты скота от хищников нет необходимости выкапывать ров и насыпать вал. Скотоводческое хозяйство существовало в степи задолго до формирования синташтинских архитектурных традиций и не угасло вместе с ними, и традиция возведения такого рода архитектурных сооружений существовала бы на значительно большей территории и более длительное время. Следовательно, фактор содержания скота, при всей его значимости и выраженности, также не являлся ключевым при реализации проектов строительства поселков.

Таблица 2

**Классификация исходных моделей**

Класс	Скорость ветра	Риск потопа	Видимость
1	Высокая	Высокий	Низкая
2	Средняя	Средний	Средняя
3	Низкая	Низкий	Высокая



Вопрос о влиянии окружающей среды на образ жизни, как нам кажется, должен являться отправной точкой при построении объяснительной модели, описывающей систему расселения и обживания конкретных территорий. В этой связи вспомним, что и сегодня степные реки Урало-Тобольского водораздела характеризуются повышенным сезонным стоком, а основная доля их питания приходится на осадки [Левит, 2005]. Подъем воды во время весенних паводков может достигать 2 м, но и последствия осадков могут быть не менее катастрофическими. Именно этот фактор мог стать ключевым при реализации проектов синташтинских поселений, которые таким образом являются не только укрепленными, но в первую очередь – защищенными от сезонных потоков. Если предложенное объяснение верно, то не повышенная конфликтогенность среды, а хозяйственная рациональность стала фактором формирования комплексного общества и связанного с ними яркого облика синташтинско-петровских древностей. Поселения являлись основой системы жизнеобеспечения коллектива, поэтому их строительство было напрямую связано с существованием элиты.

В то же время, предложенное объяснение не отрицает социальных и экономических факторов, сыгравших свою роль при возникновении традиции возведения поселений, но предполагает баланс нескольких. Безусловно, животноводство также повлияло на облик материальной культуры, включая жилые помещения. Выживание коллектива скотоводов напрямую зависело от воспроизводства домашних животных, поэтому забота о них являлась основой ежедневной рутины.

Проведенный анализ синташтинско-петровских поселений позволяет заключить, что роль обводных стен и рвов заключалась в формировании защищенной среды, искусственной экологической ниши, при этом военная функция не являлась ведущей. Об этом свидетельствует целый ряд наблюдений: незначительная высота обводных стен, отсутствие стандартов при строительстве рвов, выбор наименее удачных для получения обзора мест в ландшафте. С нашей точки зрения, феномен синташтинско-петровских поселков демонстрирует, что социальная комплексность возникает и развивается не только как ответ на конфликтогенную среду, но и в качестве медиатора внутри экономической системы, что у уральских скотоводов бронзового века выразилось в возведении поселков-кард, защищенных от суровых климатических условий и угрозы угона скота.

## Литература

*Анисимов Н.П.* Аркаим – страна кард: эмпирика пространства зауральской среды // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. 2009. Т. 2. С. 16–21.

*Виноградов Н.Б.* Степи Южного Урала и Казахстана в первые века II тыс. до н.э. (памятники синташтинского и петровского типа). Челябинск: Абрис, 2011. 175 с.

*Виноградов Н.Б.* Древнее Устье. Укрепленное поселение бронзового века в Южном Зауралье Челябинск: Абрис, 2013. 482 с.

*Генинг В.Ф., Зданович Г.Б., Генинг В.В.* Синташта: Археологические памятники арийских племен Урало-Казахстанских степей. Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 1992. 408 с.

*Зданович Г.Б.* «Укрепления», «крепость» в археологии синташтинско-аркаимской культуры и в поэтической традиции «Ригведы» // Вопросы археологии Урала: сборник научных трудов. 2011. № 26. С. 40–63.

*Зданович Г.Б., Батанина И.М.* Аркаим – Страна городов. Пространство и образы. Челябинск: Крукс, 2007. 260 с.

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

*Кисленко А.М.* Летопись природы 1999–2002 г. Метеорологический и фенологический мониторинг. Челябинск: Музей-заповедник «Аркаим», 2004.

*Левит А.И.* Южный Урал: география, экология и природопользование. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 2005. 246 с.

*Носкевич В.В., Федорова Н.В., Муравьев Л.А.* Картирование археологических памятников с помощью магнитометрии // Уральский геофизический вестник. 2010. № 17. С. 47–52.

*Раппопорт П.А.* Древние русские крепости. М.: Наука, 1965. 88 с.

*Федорова Н.В., Носкевич В.В., Иванченко В.С., Бебнев А.С., Маликов А.В.* Геофизические методы исследования археологических памятников Сарым-Саклы и Воровская Яма (Южный Урал) // Уральский геофизический вестник. 2012. № 22. С. 46–53.

*Чечушков И.В.* Методы геостатистики в изучении поселенческих памятников бронзового века // Этнические взаимодействия на Южном Урале: материалы VI Всерос. науч. конф. Челябинск: Челябинский государственный краеведческий музей, 2015. С. 90–96.

*Keeley L.H., Fontana M., Quick R.* Baffles and bastions: The universal features of fortifications // Journal of Archaeological Research. 2007. Vol. 15, № 1. P. 55–95.

*Krause R., Koryakova L.N.* Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Trans-Urals (Russia). Bonn: Habelt, 2013. 352 p.

*И.А. Юсупов*

*ЮУрГУ, г. Миасс, il2il2il2@mail.ru*

### **Каменный бисер памятника Гонур Депе (юго-восточные Каракумы): минералогия и технология изготовления** *(научный руководитель А.М. Юминов)*

Небольшие украшения из камня, бусины, пронизи и бисер были широко распространены в Передней Азии и Индии со II тыс. до н.э. Их находки фиксируются многочисленными исследователями на многих археологических памятниках. Однако существует крайне ограниченное число публикаций, посвященных изучению древней технологии изготовления подобных артефактов. Объектом настоящего исследования является каменный бисер, обнаруженный в захоронениях Гонур Депе.

Административно-культурный центр Гонур Депе находится в 85 км севернее г. Байрамали (юго-восточные Каракумы) в дельте высохшей р. Мургаб и является самым ярким объектом Бактрийско-Маргианской археологической культуры [Сарианиди, 2002]. На его территории археологами было выявлено более 5000 погребений. В цисте 4070, датированной 1800–1700 гг. до н.э., обнаружены 84 золотых бусины и более 200 бусин (в том числе, бисера) из цветного камня. Для лабораторных исследований были доступны 6 образцов.

Бисер представлен небольшими (не более 0.5 см в поперечнике) каменными изделиями с просверленными по центру сквозными отверстиями диаметром 2–3 мм. Для его изготовления использовались цветные камни синего (лазурит), зеленого (бирюза, алюмохалькоцидерит), красного (сердолик) и черного (талк-хлоритовый стеатит) цветов. Поверхность бисера, несмотря на малые размеры, была тщательно выведена и отполирована, что свидетельствует о высокой технологии обработки камня.

Выделены три основные формы бисера (в порядке убывания): цилиндрический, шайбовидный и биконический. Цилиндрические формы являются традиционными формами индийских и персидских мастеров. Бусины биконической формы производились в Индии с эпохи бронзы до раннего средневековья [Литвиновский, 1972].

Отверстия имеют округлую или близкую к ним форму. Поверхность отверстий ровная, хорошо приполированная. Для сверления использовались сверла различного диаметра от 1.4–1.5 до 2.3–2.5 мм. По особенностям строения каналов отверстий установлено, что для сверления бисера были применены три разнотипных методики: одностороннее и двустороннее сверления, а также повторное досверливание. Различия в технологии сверления свидетельствуют о том, что эти изделия являются продукцией нескольких ремесленных центров [Леммлейн, 1947].

На поверхности отверстий присутствуют почковидные и шаровидные 50–200 мкм наросты мелкокристаллических агрегатов желтовато-серого цвета, содержащие свинец, кислород, хлор и фосфор. По набору представленных элементов это соответствует пироморфиту  $Pb_5[Cl(PO_4)_3]$  – типичному минералу зоны окисления свинцовых месторождений. В данном случае пироморфит мог образоваться по частицам металлического свинца, которые были затерты в канале отверстия при сверлении камня свинцовым прутком с добавлением абразива.

## Литература

Леммлейн Г.Г. Техника сверления каменных бус из раскопок на Кавказе // КСИИМК. Вып. XVIII. М.; Л., 1947. с. 22–31

Литвиновский Б.А. Древние кочевники «Крыши мира». М.: «Наука», 1972. 274 с.

Сарианиди В.И. Маргуш. Древневосточное царство в старой дельте реки Мургаб. Ashgabat: Turkmendowlethabarlary, 2002. 360 с.

*А.Е. Гузаирова*

*ЮУрГУ, г. Муасс, guzairova.akbars@mail.ru*

### **Материал заполнения корзины с административно-культурного центра Гонур Депе (юго-восточные Каракумы)** *(научный руководитель А.М. Юминов)*

Гонур Депе является одним из наиболее известных и значимых археологических памятников бронзового века, расположенных на территории современного Туркменистана. Он существовал с конца III тыс. до середины II тыс. до н.э. [Сарианиди, 2008]. Несмотря на то, что древний город был расположен в песках юго-восточных Каракумов, с его площади археологами была собрана большая коллекция каменного сырья и орудий [Юминов, 2012].

При исследовании каменного материала в одном из раскопов был обнаружен слепок отвердевшей субстанции с четкими отпечатками ивовых (?) прутьев. Данный артефакт был интенсифицирован как реплика дна и части боковой стойки плетеной корзины. Обломок имеет трапециевидную форму. Его длина составляет 21–22 см, ширина – 10–12 см, высота – 4–5 см. На отпечатке фиксируется примерно четвертая часть дна корзины с фрагментами крестовины из 3–4 переплетенных прутьев толщиной в поперечнике около 1 см. Крестовина прочно оплетена плотно прилегающим 5–7 мм прутом. Боковая стенка корзины выполнена простым послойным плетением, в котором одиночные прутья вплетены через стойку в виде непрерывной ленты и наслаиваются рядами по пологой спирали.

Судя по представленным отпечаткам, материал заполнения корзины первоначально был пластичным, а затем затвердел и превратился в плотную камнеподобную массу светлосерого цвета. Поверхность покрыта тонкой (не более 1–2 мм) серо-коричневой коркой патины «пустынного загара». Образец имеет тонко- и скрытозернистую структуру, однородную текстуру и пористое строение. Слоистость отсутствует. Поры имеют угловатую и овальную форму поперечником 0.5–4 мм. Материал непрозрачен, обладает матовым блеском, относительно хрупкий, легкий, не магнитен. С соляной кислотой не взаимодействует, за исключением слабой реакции на заветренной поверхности. Рентгенофазовый анализ показал, что в составе материала преобладает гипс, который был диагностирован по основным отражениям ( $d$ , Å): 7.61; 4.28; 3.06; 2.93 и др. В нижней части слепка наблюдается скопление мелкообломочного материала (зерен кварца, плагиоклазов и слюд) поперечником 0.05–0.2 мкм. Также отмечено присутствие большого количества органических остатков.

Гипс на Гонур Депе является одним из самых распространенных видов минерального сырья. В большом количестве он использовался для внутренней обмазки хумов с Сомой-Хамой, а также для побелки алтарей и стен ритуальных зданий [Юминов, Манбетова, 2016].

На территории современного Туркменистана имеется большое количество месторождений и рудопоявлений гипс-ангидритового сырья: Большое Балханское, Копетдагское, Гаурдак-Кугитангское, Бадхызское, Карабильское и др. Они находятся в пределах 100–300 км от Гонур Депе.

## Литература

*Сарианиди В.И.* Археологические доказательства протозороастризма в Бактрии и Маргиане // ТрМАЭ. Т. 2. М.: Старый сад, 2008. С. 9–22.

*Юминов А.М.* Горные породы, употреблявшиеся для изготовления орудий и изделий из камня, обнаруженные при археологических раскопках административно-культового комплекса Гонур Деде (Южная часть дворца и Теменос) // Труды Маргианской археологической экспедиции. Т. 4. Исследование Гонур Деде в 2008-2011 гг. / гл. ред. В.И. Сарианиди. М.: Старый сад, 2012. С. 163–166.

*Юминов А.М., Манбетова Г.Р.* Минеральный состав и геохимические особенности внутренней обмазки хумов для производства Сомы-Хаомы в административно-культовом центре Гонур Деде (юго-восточные Каракумы) // Геоархеология и археологическая минералогия-2016. Миасс: ИМин УрО РАН, 2016. С. 89–93.

*А.И. Абзалова*

*МБОУ СОШ № 13, г. Полевской, Свердловская обл., rao-arh@ya.ru*

### Реконструкция костюма шамана иткульской культуры

*(научный руководитель А.В. Непомнящий)*

Шаманизм возник на основе древнейших ритуалов и мифологии, прошел сквозь века до нашего времени. Исследователи иткульской культуры выделяют святилища и культовые места, в том числе, на производственных площадках. Главная роль на них была отведена шаманам. Их костюмы реконструируются с помощью этнографических данных и археологического инвентаря погребений [Сериков 2000, 2003, 2005; Шаманизм..., 2006].

К данному моменту в иткульской культуре не известны погребения шаманов, но археологи фиксируют артефакты, которые носят культовый характер и могли принадлежать костюму шамана [Бельтикова 1977, 1986, 1993; Бельтикова, Стоянов, 1984].

Целью исследования является попытка реконструкции костюма шамана иткульской культуры.

В число основных атрибутов шаманов входили украшения его костюма, пояс, головной убор и маска. Одним из важнейших атрибутов шаманского костюма являются находимые в погребениях кости животных, которые являлись деталью костюма. Часто погребения шамана сопровождают наконечники стрел. Самыми распространенными образами шаманского наряда являются птица, олень и медведь.

Среди артефактов иткульской культуры известны те, которые могли быть атрибутами костюма шамана, например, медные изделия с преобладающим мотивом изображения птицы из клада на г. Азов. На большинстве артефактов с обратной стороны имеется ушко, с помощью которого их можно прикрепить к одежде, среди них медная бляшка в виде свернувшегося хищника. На иткульских городищах известны украшения – подвески из малахита, которые исследователи относят к социально значимым членам племени, в том числе, шаманам. На Иткульском городище зафиксирован фрагмент изображения головы хищника на тальке размером 2.5 × 1.5 см с отверстием для крепления. На Думной горе найдена литейная форма багарейного типа с негативами изображений птицы, куницы и фигурного орнамента. Возможно, это литейная форма, в которой по заказу шамана отливались изделия, принадлежащие тричастному миру.

Вероятно, костюм шамана иткульцев не отличался от обычной одежды и состоял из штанов широкого покроя, куртки, длиной ниже колена, пояса и повязки на голове. Вы-

деленные нами артефакты могли быть атрибутами костюма шамана. На налобной повязке располагались медные диски и перья птицы. На переднике находились бляшка в виде свернувшегося хищника и птицевидные изделия, на поясе – антропоморфы, изделия голов зверей и стрелы. По всей площади куртки пришиты кости животных, на рукавах – перья птиц.

Дальнейшие исследования памятников этой культуры могут скорректировать или дополнить атрибутику и костюм шамана иткульских металлургов.

## Литература

*Бельтикова Г.В.* Иткульские поселения // Археологические исследования на Урале и в Западной Сибири. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1977. С. 119–133.

*Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1986. С. 63–79.

*Бельтикова Г.В.* Литейные формы иткульского очага металлургии (VII–III вв. до н.э.) // Знания и навыки уральского населения в древности и средневековье. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1993. С. 38–75.

*Бельтикова Г.В.* *Стоянов В.Е.* Городище Думной горы – место специализированного металлургического производства (предварительное сообщение) // Древние поселения Урала и Западной Сибири. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1984. С. 130–145.

*Серигов Ю.Б.* Атрибуты шаманского культа // Труды междунар. конф. по первобытному искусству. Т. 2. Кемерово, 2000. С. 207–219.

*Серигов Ю.Б.* Шаманские погребения каменного века // Этнографо-археологические комплексы: Проблемы культуры и социума. Т. 6. Новосибирск, 2003. С. 141–164.

*Серигов Ю.Б.* К вопросу о семантике некоторых атрибутов шаманов каменного века // Структурно-семиотические исследования в археологии. Т. 2. Донецк, 2005. С. 73–84.

Шаманизм народов Сибири. Этнографические материалы XVIII–XX вв.: Хрестоматия. СПб.: Фил. ф-т СПбГУ, 2006. 664 с.

*А.А. Асанова*

*МБОУ СОШ № 17, г. Полевской, Свердловская обл., raо-arheya.ru*

## Антропоморфные изображения иткульской культуры

*(научный руководитель О.В. Непомнящая)*

Вопросы мировоззрения древнего населения Урала в раннем железном веке до конца не изучены. Наиболее исследованными являются орнитоморфные изображения иткульского населения, но наряду с орнитоморфными фиксируются антропоморфные изображения, которые отличаются большим разнообразием образов.

Цель работы: выдвижение версии о функциональном назначении антропоморфных изображений с памятников иткульской культуры.

К задачам работы относятся историографический анализ литературы по проблеме интерпретации антропоморфных изображений раннего железного века; характеристика жертвенных комплексов и антропоморфных изображений на памятниках иткульской культуры.

В работе рассмотрены варианты интерпретации антропоморфных изображений, предложенные Н.Н. Бортвиным [1949], В.Д. Викторовой [2002, 2004, 2008], Ю.П. Чемякиным [2002, 2016], С.Н. Паниной [2012], Ю.Б. Сериговым [2006], на жертвенных комплексах культовых памятников иткульской культуры – Скворцовая гора V [Чаиркина, 2011], Шайдурихинский могильник, Березки VIIA, Куртугуз I, Иртышское городище.

Можно выделить два типа культовых памятников иткульской культуры:

1. Культовые памятники, расположенные на возвышенности (г. Азов, Куяш – Огневское и др.), где найдены птицевидные изображения, наконечники стрел, бляхи, антропоморфные фигуры.

2. Культовые памятники, содержащие погребальные комплексы (оз. Шайтанское, Иртяш, Скворцовая гора и т.д.), содержащие остатки человеческих костей, в большинстве случаев подвергшиеся термической обработке и сопровождающиеся бляхами и птицевидными изображениями.

Таким образом, можно предположить наличие разных культовых обрядов у населения иткульской культуры. Это можно объяснить разным назначением обрядов либо разными временными рамками, т.е. можно предположить, что в V–IV вв. до н.э. – время расцвета иткульской культуры – практиковались обряды, связанные с жертвоприношениями. В позднее время данный обряд был изменен, и жертвы были заменены антропоморфными изображениями. Вероятно, безликие антропоморфные фигуры свидетельствовали о лишении человека души.

### Литература

*Бортвин Н.Н.* Находка на г. Азов на Урале // Краткие сообщения ИИМК АН СССР: Сб., 1949. Вып. XXV. С. 118–124.

*Викторова В.Д.* Новации и традиции в культурах древнего населения верховьев реки Исети (эпоха раннего железного века) // Вестник Уральского отделения РАН. 2008. № 2 (24) С. 79–93.

*Викторова В.Д.* Клады на вершинах гор // Культовые памятники горнолесьного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. С. 158–173.

*Викторова В.Д.* Клады древних металлургов Урала // Клады: состав, хронология, интерпретация. С.-Пб., 2002. С. 38–42.

*Панина С.Н.* Иконографический анализ образов культовой металлопластики иткульской культуры лесного Зауралья. Ранний железный век // Археология Арктики. Мат. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию открытия памятника археологии «Древнее святилище Усть-Полуй». Екатеринбург: «Деловая пресса», 2012. С. 170–175.

*Сериков Ю.Б.* Культовый комплекс святилища на острове Шайтанский шихан // Пятые Берсовские чтения. Екатеринбург, 2006. С. 78–83.

*Чаиркина Н.М.* Погребальные комплексы эпохи энеолита и раннего железного века Зауралья. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 224 с.

*Челякин Ю.П.* Бронзовая пластика раннего железного века с Барсовой Горы // Вопросы археологии Урала. Вып. 24. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2002. С. 214–245.

*Челякин Ю.П.* Культовая металлопластика иткульской культуры // XV Бадеровские чтения по археологии Урала и Поволжья: мат. всерос. науч.-практ. конф. Пермь: Перм. гос. нац.-исслед. ун-т., 2016. С. 126–135.

**Т.И. Белозеров**

*МБОУ СОШ № 13, г. Полевской, Свердловская обл., raо-arheya.ru*

### Реконструкция металлургической печи иткульских металлургов

*(научный руководитель А.В. Непомнящий)*

В настоящее время в музеях Свердловской области демонстрируется несколько моделей металлургических горнов древности. В Свердловском областном краеведческом музее, выстроена модель горна древних металлургов округлой формы из гранитных камней и глины. Макет печи напоминает доменную печь в миниатюре. В музейном комплексе г. Полевской «Северская домна» демонстрируется макет Думной горы с древним металлургом возле печи – доменки. В археологическом музее Полевского края демонстрируется макет печи с мехами, реконструированный по итогам экспериментальных работ.

У всех вышеперечисленных моделей есть один существенный недостаток – они не могут показать технологию литья в действии.

Цель работы – создать безопасную для закрытых помещений (музеев) модель древнего горна с показом реального литья расплавленного металла в литейные формы.

Использование открытого огня в помещениях запрещено, поэтому было принято решение использовать в качестве нагревательного элемента паяльник. В качестве металла использовали сплав Розе (%): Sb – 25, Pb – 25, Bi – 50. Температура плавления +94 °С.

Основание конструкции выполнено из двух алюминиевых листов, каркас печи – из пластика. В основании конструкции закреплены два нагревательных элемента, смонтирована электрическая цепь с выключателями и защитой. Имитация горящих углей выполнена с помощью монтажной пены, красного скотча, светодиодов и ламп накаливания. Тигель изготовлен из глины кубкообразной формы с отверстием для «жала» паяльника. Дно выполнено из медной пластины. Двусторчатая литейная форма птицевидного идола изготовлена из талька с помощью обычных резцов.

Таким образом, удалось на практике реализовать проект модели действующей металлургической печи. Конструкция получилась безопасной, с защитой от коротких замыканий и перегрева. Главное, что с помощью модели можно показать самое интересное в металлургии – расплавку металла и отливку изделия в двусторонней литейной форме.

Продукт будет демонстрироваться в археологическом музее Полевского края. Данный проект можно реализовать во многих исторических и краеведческих музеях нашей страны, где существуют разделы о древней металлургии.

*М.А. Громогласов*

*МБОУ СОШ № 13, г. Полевской, Свердловская обл., raо-arheya.ru*

### **Уточнение функционального назначения льячки с Иткульского городища**

*(научный руководитель А.В. Непомнящий)*

В 1996 г. во время исследования Иткульского городища Г.В. Бельтиковой было зафиксировано небольшое изделие из талька, которое определено как льячка.

Целью данного исследования стало уточнение функционального назначения льячек у иткульских литейщиков с проведением экспериментов по разливу расплавленного металла. Иткульская металлоносная культура – одна из уникальных культур эпохи раннего железного века Урала [Бельтикова, 1986]. Основной металл, который использовали иткульцы, была чистая медь. Тем не менее, около 12 % всех проанализированных изделий изготовлено из искусственных или естественных сплавов. Льячка – это ковш малого объема для отливки металла, изготовленный из керамики или талька. Льячки использовались в конце плавки, зачерпывая ими расплавленный металл для разливания в формы.

Исследуемая льячка выполнена из талька, имеет ложкообразную форму с углублением в центре и «носиком» для слива. Ее длина составляет 3.5 см, ширина – 2.3 см, толщина – 0.8 см. Вес льячки 12 г, объем достигает примерно 3 мл; цвет черно-коричневый, т.к. изделие покрыто сажей. Исследователи на различных памятниках от эпохи металла до средневековья фиксируют миниатюрные сосуды в районе печей-горнов, давая им свои определения функционального назначения. Большинство исследователей объясняют подобные артефакты как мелкие сосуды-ложки для разлива расплавленного металла в литейные формы.



С целью более точного определения функционального назначения льячки был проведен эксперимент в полевом лагере. До начала эксперимента была изготовлена льячка из талька, затем построена печь, изготовлены меха. Лом меди помещался в тигель, расплавленный металл заливался в литейные формы. Для льячки была изготовлена ручка из ветки кустарника, которая была закреплена бечёвкой. После того, как металл расплавился в тигле, он быстро зачерпывался предварительно нагретой на огне льячкой. Льячку необходимо быстро поднести к литейной форме и залить в нее металл. В этот момент происходила кристаллизация меди, и отлить изделие не получилось. Эксперимент был повторен 3 раза, но результат был один – медь кристаллизовалась, т.е. льячка не смогла выполнить свою основную функцию при работе с расплавленным металлом.

С целью уточнения наличия видов металла на льячке экспертно-криминалистическим центром ГУ МВД России по Свердловской области была проведена экспертиза с использованием методов оптической микроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа. В элементном составе материала, со стороны внутренней поверхности черпака льячки, обнаружены Pb и Sn, содержания которых превышают таковые на поверхности черпака с внешней стороны. При этом на поверхностях ручки указанные элементы не выявлены. Кроме этого, на внешней стороне черпака и на ручке отмечено повышенное содержание Zn.

Эти результаты позволили выдвинуть идею о том, что иткульцы использовали льячку для расплава определенной части олова или свинца с целью добавки его в тигель с расплавленной медью для получения бронзы. Эксперимент, проведенный с добавкой олова в медь, состоялся, и была получена бронза с содержанием олова примерно 5 %.

Таким образом, в результате проведенных исследований была подтверждена гипотеза о том, что в качестве инструмента для разлива расплавленного металла льячка использоваться не могла. Она вполне вероятно применялась в качестве инструмента, с помощью которого легировалась медь. Полученные выводы не противоречат заключению С.В. Кузьминых и А.Д. Дегтяревой [2015] об использовании иткульскими литейщиками бронз.

## Литература

*Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Сб. науч. тр. Свердловск, 1986. С. 63–79.

*Кузьминых С.В., Дегтярева А.Д.* Цветная металлообработка иткульской культуры (предварительные результаты аналитических исследований) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2015. № 4. С. 57–66.

*Примечание редколлегии.* Остаются вопросы: чем разливали медь, и могли ли льячками разливать бронзу?

**М.В. Зорина**

*МБОУ СОШ № 13, г. Полевской, Свердловская обл., raо-arheya.ru*

## Изделия из малахита с Иткульского I городища

*(научный руководитель А.В. Непомнящий)*

Во время археологических раскопок на Иткульском городище были обнаружены небольшие фрагменты малахита с отверстиями. Г.В. Бельтикова опубликовала одно изделие без описания [1986].

Целью данной работы является определение функционального назначения артефактов для реконструкции украшений и их типизация у населения иткульской культуры.

Археологи определили, что человек начал использовать украшения в эпоху каменного века. Функциональное назначение украшений определялось исследователями как: собственно украшения, обереги, эквиваленты денег. Различия в форме и орнаментах украшений определяли границы культур. Археологами описано более 200 видов украшений. Они использовались для украшения волос, головных уборов, налобных повязок, ими расшивались одежда и обувь. В работе рассматриваются 9 изделий из малахита неправильной формы с Иткульского городища; 4 из них – с отверстием в центре или ближе к краю.

Основным занятием иткульцев была цветная металлургия, которая включала в себя полный цикл изготовления медных изделий от добычи руды, ее переработки, до выплавки металла. В качестве сырья древние рудознатцы использовали окисленные медные руды – азурит и малахит. На памятниках этой культуры отмечены украшения: подвески, бляшки, кольца, нашивки, бусины.

Из каменных украшений на Урале известны подвески, нашивки, бусы и браслеты, самая многочисленная группа украшений – подвески. Для их изготовления обычно использовались мягкие минералы твердостью не выше 4 единиц по шкале Мооса. Среди них известны малахитовая бусина из Синташтинского могильника эпохи бронзы, две малахитовые подвески из комплексов раннего железного века Шайдурихинского городища и поселения Палатки II. Исходя из полученных данных, нами предпринята попытка реконструкции этих трех видов украшений: бусина, скорее всего, является частью бус для украшения шеи; подвески могли служить кулонами для украшения шеи либо нашивками в районе груди для украшения лицевой стороны одежды.

Появившись в верхнем палеолите, все виды украшений обладали особым символическим значением. Часто украшения изготавливались из яркоокрашенных или редких (на тот момент) минералов, что служило дополнительным подчеркиванием статуса их владельца.

### Литература

*Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1986. С. 63–79.

**З.Ю. Зюзёв**

*МБОУ СОШ № 18, г. Полевской, Свердловская обл., рао-arheya.ru*

### **Определение функционального назначения биметаллических артефактов иткульской культуры**

*(научный руководитель А.В. Непомнящий)*

В настоящее время иткульская культура известна многим специалистам как металлоносная, т.е. обладающая технологиями выплавки и обработки цветного металла [Бортвин, 1949; Берс, 1963; Черных, 1972; Бельтикова, 1986, 1993; Бельтикова, Стоянов, 1984; История..., 2002; Викторова, 2004, 2008; Таиров, 2006, 2010]. На Иткульском городище Г.В. Бельтиковой были зафиксированы два биметаллических изделия из меди и железа, она дала краткое описание полифункционального биметаллического орудия типа стамески и фрагмента железного ножа с медной рукояткой [Бельтикова, 1986]. Причины появления исследуемых изделий у населения иткульской культуры археолог не определяла. Целью данной работы является определение причин появления биметаллических изделий в иткульской культуре и определение их функционального назначения. В задачи работы входило изучение истории развития древней металлургии и взаимоотношений иткульского металлургического очага, а также изготовление копии биметаллического ножа.

В ходе исследования была выдвинута гипотеза о том, что появление биметаллических орудий труда в иткульской культуре связано с расслоением общества на социальные группы, а биметаллические изделия подчеркивали социальный статус человека. Отдельно аспект биметаллических изделий археологами не рассматривался, в литературе встречается только описание подобных артефактов. В ходе проведенного исследования мы пришли к выводу о том, что функциональное назначение исследуемых изделий – специальные инструменты для изготовления негативов литейных форм из талька. Подтверждением является то, что на памятниках обнаружены только орудия труда, они зафиксированы на производственных площадках городищ. Инструментальную версию дополняет рациональная, т.к. инструменты для работы по камню должны иметь жесткое крепление рукоятки и рабочей части. Гипотеза о статусной версии не имеет подтверждения к данному моменту.

### Литература

- Бельтикова Г.В.* Развитие иткульского очага металлургии // Вопросы археологии Урала. Вып. 21. Екатеринбург, 1993. С. 97–103.
- Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Свердловск: Изд-во УрГУ, 1986. С. 63–79.
- Бельтикова Г.В., Стоянов В.Е.* Городище Думной горы – место специализированного металлургического производства (предварительное сообщение) // Древние поселения Урала и Сибири. Свердловск, 1984. С. 130–144.
- Берс Е.М.* Археологические памятники Свердловска и его окрестностей. Свердловск, 1963. 52 с.
- Бортвин Н.Н.* Находка на горе Азов на Урале // КСИИМК. 1949. XXV. С. 118–124.
- Викторова В.Д.* Клады на вершинах гор // Культурные памятники горнолесного Урала. Екатеринбург, 2004. С. 27–30.
- Викторова В.Д.* Новации и традиции в культурах древнего населения верховьев реки Исети (эпоха раннего железа) // ВУО РАН. 2008. № 2 (24). С. 79–93.
- История Урала с древнейших времен до конца XIX века // Под ред. акад. Б.В. Личмана. Екатеринбург: Изд-во «СВ-96», 2002. С. 45–46.
- Таиров А.Д.* Кочевники Восточного Туркестана и формирование раннесарматской культуры Южного Урала // Вестник древней истории. 2006. № 1. С. 132–140.
- Таиров А.Д.* Биметаллический чекан из Южного Зауралья // Челябинский гуманитарий. 2010. № 4 (13). С. 101–108.
- Черных Е.Н.* Металл – человек – время / АН СССР. М.: Наука, 1972. 208 с.

***И.И. Киселев***

*МБОУ СОШ № 18, г. Полевской, Свердловская обл.,  
paо-arheya.ru*

### Уточнение функционального назначения медных ножей иткульских металлургов

*(научный руководитель А.В. Непомнящий)*

Настоящая работа является продолжением исследования об использовании медных инструментов для обработки талька.

Целью работы стало уточнение функционального назначения бытовых медных ножей иткульской культуры. В задачи входило изучение литературы по медным бытовым орудиям труда этой культуры [Бельтикова, 1977, 1986, 1988; Бельтикова, Стоянов, 1984] и сравнение сломанных и целых ножей после эксперимента по работе медными ножами с тальком.

Объектами исследования стали медные ножи с Иткульского и Иртяшского городищ. Ножи иткульских металлургов реконструируются по экспонатам археологического музея Полевского края. Средние размеры бытового ножа иткульского населения составляют 17 см в длину, при длине рукоятки и ширине лезвия – 7 см и максимальной толщине – 1.5 мм. Все исследователи едины во мнении, что ножи использовались для бытовых целей: разделки мяса и рыбы, заточки древков стрел и копий и др.

Ежегодно Полевской археологический отряд разбивает свой учебно-экспериментальный лагерь, во время которого был изготовлен медный нож по древним технологиям. Во второй части эксперимента был вырезан негатив будущей литейной формы из талька. Примерно через 2 часа работы с применением силового давления нож сломался на расстоянии 8.5 см от рукоятки. Эксперимент показал, что иткульцы могли использовать ножи не только в быту, но и при изготовлении литейных форм из талька, что подтверждается большим количеством сломанных орудий.

Таким образом, иткульский металлург при изготовлении каменных матриц мог использовать обычные бытовые ножи, т.е. эти орудия были многофункциональны.

## Литература

*Бельтикова Г.В.* Иткульские поселения // Археологические исследования на Урале и в Западной Сибири. Свердловск, 1977. С. 119–133.

*Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Вып. 18. Вопросы археологии Урала. Свердловск: УрГУ, 1986. С. 63–79.

*Бельтикова Г.В.* Памятник металлургии на острове Малый Вишневы // Материальная культура древнего населения Урала и Западной Сибири. Вопросы археологии Урала. Вып. 19. Свердловск, 1988. С. 103–117.

*Бельтикова Г.В., Стоянов В.Е.* Городище Думной горы – место специализированного металлургического производства (предварительное сообщение) // Древние поселения Урала и Западной Сибири. Вопросы археологии Урала. Вып. 17. Свердловск, 1984. С. 130–144.

***В.А. Старчуков***

*МБОУ СОШ № 18, г. Полевской, Свердловская обл., raо-arheya.ru*

## **Анализ литейной формы батарейного типа с городища на Думной горе**

*(научный руководитель В.А. Непомнящий)*

Гора Думная находится на южной окраине г. Полевского (Свердловская область) на правом берегу р. Полевой. Многочисленные археологические раскопки, проводимые в данном районе, выявили наличие иткульского городища с хорошо развитым металлургическим и металлообрабатывающим производством [Берс, 1963; Бельтикова, Стоянов, 1984; Бельтикова, 2012]. Археологи отмечают уникальность иткульской культуры как основного производителя металлических изделий на Урале в эпоху раннего железного века. Для плоского и объемного литья древние мастера в основном использовали закрытые тальк-хлоритовые или керамические формы с негативом на одной плоскости. Значительно реже встречаются двусторонние матрицы, обнаруженные на г. Думной.

Г.В. Бельтиковой [2012] описана литейная форма батарейного типа, на которой четко фиксируются несколько негативных изображений. На первой створке с одной стороны – выдра, на другой – петля к фигурке птицы. На второй створке на одной стороне вырезана бляшка с растительным орнаментом, на другой – изображение птицы.

Прямых и достоверных аналогий в иткульской культуре на сегодняшний день не обнаружено. Наиболее близкими являются литейные формы с оз. Щелкун, Шигирского торфяника и оз. Исетское, на которых также на одну матрицу были сведены негативы изображений, близких по назначению предметов [Викторова, 2008].

Птица на мировом дереве всегда является представителем верхнего мира. Большая часть иткульских птицевидных изделий имеет на обратной стороне ушко и могла пришиваться на костюм шамана. Выдра, по этнографическим данным, это представитель нижнего мира, и в древности она считалась духом-помощником шамана. Третье изображение (растительный орнамент) относится к культовой металлопластике [Чемякин, 2016]. На наш взгляд, было бы логично отнести его к среднему миру. Возможно, это символическое изображение человека, не исключено, что и самого шамана. На изображении имеется окружность, напоминающая голову, и форма, похожая на тело. Metallурги в давние времена считались колдунами. По своей значимости ремесло кузнеца следует непосредственно за профессией шамана. Наличие сложной литейной формы батарейного типа для отливки культовых изделий с Думной горы дает возможность выделить в иткульском обществе металлурга-шамана.

## Литература

*Бельтикова Г.В.* Оборонительные конструкции городища на горе Думной // Уральский исторический вестник. 2012. № 4 (37). С. 50.

*Бельтикова Г.В., Стоянов В.Е.* Городище Думной горы – место специализированного металлургического производства (Предварительное сообщение) // Древние поселения Урала и Западной Сибири. Свердловск: изд-во УрГУ, 1984. С. 130–145.

*Берс Е.М.* Археологические памятники Свердловска и его окрестностей. Свердловск: Свердловское книжное изд-во, 1963. 93 с.

*Викторова В.Д.* Новации и традиции в культурах древнего населения верховьев реки Исеть (эпоха раннего железного века) // Вестник Уральского отделения РАН. 2008. № 2 (24). С. 79.

*Чемякин Ю.П.* Культовая металлопластика иткульской культуры // XV Бадеровские чтения по археологии Урала и Поволжья: мат. всерос. науч.-практ. конф. Пермь: Перм. гос. нац.-исслед. ун-т, 2016. С. 255.

*Е.М. Чикирова*

*МБОУ СОШ № 13, г. Полевской, Свердловская обл., raо-arheya.ru*

## Реконструкция костяного панциря воина с Иткульского городища

*(научный руководитель А.В. Непомнящий)*

Городище Иткульское 1 является одним из значимых памятников иткульской культуры. Во время раскопок Г.В. Бельтиковой [1977] были найдены три пластины из кости с отверстиями, которые, предположительно, являлись составными частями костяного панциря.

Основными видами хозяйственной деятельности иткульского населения были горное дело и цветная металлургия. Степные районы Южного Зауралья в I тыс. до н.э. были заняты воинствующими племенами скифо-сарматского мира. Вероятно, с целью охраны рудников и секретов производства медных изделий иткультовцами были построены укрепленные городища.

Для защиты своего тела воины того времени использовали различные виды панцирей, которые изготавливались из кости, кожи и металла. Костяные панцири встречаются во многих культурах скифского мира и получили широкое распространение из-за своей дешевизны.

ны. До недавнего времени их употребляли чукчи, эскимосы и индейцы. Аналогии костяных пластин с иткульских памятников нам не известны.

По определению П.А. Косинцева, пластины были изготовлены из рога лося. Они имеют подпрямоугольную форму, размеры варьируют в пределах  $0.5 \times 3 \times 7$  см, диаметр отверстий не превышает 0.3 см.

Исходя из форм костяных пластин и расположения отверстий по периметру, можно предложить следующий вариант реконструкции костяного панциря. Четыре ряда костяных пластин связываются между собой по горизонтали. Далее ряды пластин скрепляются по вертикали. К верхнему ряду привязываются по пять пластин, которые выполняют функцию лямок. Возможен вариант нашивки пластин на головной убор для устройства защитного шлема.

Таким образом, изучив вооружение эпохи раннего железного века и используя работы предшественников [Хазанов, 1971; Горелик, 1993], нами был предложен возможный вариант реконструкции костяного панциря воина, обнаруженного на городище Иткульское 1.

### Литература

*Бельтикова Г.В.* Иткульские поселения // Археологические исследования на Урале и в Западной Сибири. Свердловск, 1977. С. 119–133.

*Горелик М.В.* Военное дело населения юга Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: ВО «Наука», 1993. С. 149–178.

*Хазанов А.М.* Очерки военного дела сарматов. М.: «Наука», 1971. С. 58.

*Р.Р. Гатиятуллин*

*Клуб юных археологов «Формика», Челябинск, mark1960@mail.ru*

### Находка удила постгуннского времени

*(научный руководитель С.В. Марков)*

В сентябре 2014 г. на территории Челябинского городского бора автором были найдены железные удила. По внешнему виду они выглядели необычно: вместо колец – псалии, на одном из них сохранился бронзовый зажим для ремня. Тщательное обследование места обнаружения артефакта признаков археологического памятника не выявило. Удила были определены как «случайная находка». Возникла проблема выяснения культурной идентификации и хронологической датировки найденного предмета.

Удила состоят из двусоставных грызел со стержневидными псалиями и имеют в сечении подквадратную форму. Грызла соединены между собой петлями. Псалии стержневидные. На нижних концах образовано плоское расширение в виде «лопаточки», оканчивающейся тупым углом. Верхний конец отогнут и на одном из псалиев оформлен в виде округлой «шишечки». На другом псалии «шишечка», вероятно, уничтожена коррозией. Псалии пропущены через концевые петли грызел. На одной псалии сохранилась железная петля полукруглой формы, приваренная (?) сбоку. На петле имеется фрагмент зажима с двумя «шпеньками» для крепления ремня. Зажим изготовлен из бронзовой пластины, согнутой вдвое. На втором псалии петля и зажим утеряны. На территории Южного Зауралья находок удила с подобной конструкцией ранее не было.

Конские удила являются распространенным элементом материальной культуры кочевников Евразии. Проблеме изучения конской сбруи посвящено значительное количество публикаций. Удила со сходными особенностями конструкции встречаются на огромной

территории Евразии от Алтая [Степи..., 1981; Тишкин, Горбунова, 2004] и Северного Кавказа до Австрии [Ахмедов, 2001]. Все они датируются периодом от V до VIII вв. Большинство аналогов относится к V–VI вв. Наличие бронзового зажима для ремня (аналоги встречаются в III–VI вв.) позволяет отнести найденные автором изделия к V–VI вв. Некоторые исследователи отмечают принадлежность подобных псалиев к гуннам или к народам, попавшим под их влияние [Ахмедов, 2001; Плетнева, 2003]. В конце IV – начале V в. н.э. в результате движения гунно-сарматских кочевников на север на Южном Урале меняется этнокультурная ситуация, и появление гуннских удилов на нашей территории, вероятно, было связано с этим фактором.

## Литература

Ахмедов И.Р. Псалии в начале эпохи Великого переселения народов // Культуры Евразийских степей второй половины I тыс. н.э. (из истории костюма). Т. 2. Самара, 2001. С. 220–251.

Плетнева С.А. Кочевники южнорусских степей в эпоху средневековья (IV–XIII века): Учебное пособие. Воронеж, 2003. 247 с.

Степи Евразии в эпоху средневековья: Коллективная монография / Археология СССР // отв. ред. тома С.А. Плетнева. М., 1981. 304 с.

Тишкин А.А., Горбунова Т.Г. Методика изучения снаряжения верхового коня эпохи раннего железа и средневековья: Учебное пособие. Барнаул, 2004. 126 с.

*П.С. Бронников*

*Клуб юных археологов «Формика», Челябинск, mark1960@mail.ru*

## Галечные лошिला по материалам поселения бронзового века Синташта 2 (научный руководитель С.В. Марков)

Летом 2016 и 2017 гг. автор принимал участие в научно-исследовательской экспедиции на поселение Синташта 2 (Левобережное). Одними из интересных и загадочных археологических находок на поселении были небольшие каменные гальки, поверхность которых с одной стороны была сточена. За два года раскопок на памятнике было найдено 27 подобных предметов [Петров др., 2017]. Большинство исследователей такие артефакты диагностируют как орудия, предназначенные для лощения лепной керамики. Задачами настоящего исследования стали выявление и характеристика следов сработанности на рабочей поверхности обнаруженных лошил и проведение экспериментальных работ для определения степени истирания орудий о поверхность глиняных сосудов.

Согласно работе Ю.Б. Серикова [2014], галечные лошила предназначались для обработки внешней и внутренней поверхности керамических сосудов. Сильная стертость рабочей поверхности и выявленная строгая параллельность царапин на ней, свидетельствуют о том, что при работе орудия не передвигались вдоль обрабатываемой поверхности, а непосредственно само лощение производилось быстрым центрированным движением. Лошила, скорее всего, относятся к позднему этапу существования поселения Синташта 2 и связаны с обработкой керамики черкасульского и межовского типов [Петров, 2017].

Серия поставленных экспериментов по стачиванию гальки доказала, что следы на рабочей поверхности орудий в основном зависят от количества и состава примесей, которые добавлялись в керамическую массу. Срок службы каменных лошил мог быть очень долгим – за 2.5 часа интенсивной работы оно истирается меньше, чем на 1 мм.

## Литература

*Петров Ф.Н., Батанина Н.С., Малая Н.В., Плаксина А.Л., Маркова Л.М., Носкевич В.В., Ын Ч.Я.* Поселение Левобережное (Синташта II) по материалам комплексных исследований 2015–2017 гг. // Археологические памятники Оренбуржья. Вып. 13. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2017. С. 113–139.

*Петров Ф.Н.* Керамический комплекс многослойного поселения Левобережное (Синташта-II) по материалам исследований 2015–2017 гг. // Труды V (XXI) Всероссийского археологического съезда. Т. I. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2017. С. 326–332.

*Сериков Ю.Б.* Керамические и каменные орудия для обработки поверхности глиняных сосудов. // Вестник Пермского университета. Вып. 1 (24). Пермь, 2014. С. 5–14.

*А.А. Маркелова*

*Клуб юных археологов «Формика», Челябинск, mark1960@mail.ru*

### **Палеоботанические исследования на укрепленном поселении Синташта-2**

*(научный руководитель С.В. Марков)*

Летом 2016 и 2017 гг. автор принимал непосредственное участие в археологических раскопках поселения Синташта-2. Это поселение расположено на левом берегу одноименной реки у пос. Комсомольский (Брединский район Челябинской области). Объектом исследований были растительные остатки, обнаруженные в грунте археологического раскопа: семена, листья, волокна травы и т.д. Они относятся к одним из самых недолговечных органических материалов.

Состав пригаров на поверхности синташтинской керамики показал, что древнее население в большом количестве варило каши из зерна злаков с разными добавками» [Гайдученко, 2004; 2010], а на поселении Аркаим существовали огороды, к которым были подведены оросительные каналы [Зданович, Батанина, 2007]. Вместе с тем, другие археологи осторожно относятся к существованию на Урале в бронзовом веке земледелия. Они считают, что экстремальные экологические условия степи прошлого времени ограничивали развитие земледелия, а масштабы производства если и были, то существовали в крайне ограниченном объеме.

Палеоботанические исследования на поселении Синташта-2 проводились под руководством Ын Чен Ян (Питсбургский университет, США). Нами было отобрано несколько проб общим объемом 11 л. Для обработки проб использовалась методика ручной флотации, разработанная Е.Ю. Лебедевой [2009]. После заливки водой и тщательного перемешивания пробы с поверхности ситом снимались фрагменты всплывшей органики: угольки и карбонизированные семена и зерна, современные корни. Затем материал сушился и сепарировался по отдельным группам. Особое внимание уделялось семенам растений, которые диагностированы по определителю [Доброхотов, 1961]. Как оказалось, все они были семенами сорных растений. Исследование почвенных проб не выявило наличие на поселении культурных растений. Палеоботанические данные, полученные Ын Чен Яном, также убедительно говорят о скотоводческом хозяйстве населения Зауральской степи эпохи бронзы и об отсутствии у данного населения любых форм земледелия.

## Литература

*Гайдученко Л.Л.* Каша Аркаима // Аркаим. По страницам древней истории Южного Урала. Труды музея-заповедника Аркаим. Челябинск, 2004. С. 111–116.



*Гайдученко Л.Л.* Биологические остатки из укрепленных поселений «Страны городов» Южного Зауралья // Аркаим – Синташта: древнее наследие Южного Урала. К 70-летию Г.Б. Здановича. Сб. науч. тр. Ч. 1. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2010. С. 96–108.

*Доброхотов В.Н.* Семена сорных растений. М. 1961. 464 с.

*Зданович Г.Б., Батанина И.М.* Аркаим – «Страна городов»: пространство и образы. Челябинск, 2007. 260 с.

*Лебедева Е.Ю.* Рекомендации по сбору образцов для археоботанического анализа // Аналитические исследования лаборатории естественнонаучных методов. Вып. 1. М.: ИА РАН, 2009. С. 258–267.

## АННОТАЦИИ

УДК 552.08 (575)

**Археологическая минералогия: объекты и методы исследований.** Юминов А.М., Зайкова Е.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Работа направлена на знакомство с современными методами минералогических исследований, связанных с изучением археологических материалов. Дано определение археологической минералогии и указана базовая информация о ее целях, задачах и объектах исследования. Приведены примеры исследования каменных артефактов, охарактеризованы допустимые возможности и ограничения современных аналитических методов. Предложены методики диагностики минералов и реконструкции первоначальной формы корродированных металлических изделий. Для установления источника сырья и выяснения особенностей древних производств определены минералы-индикаторы. Разработаны рекомендации по условиям хранения археологических артефактов.

Библ. 9.

УДК 902.2

**Роль металлопроизводства в жизни синташтинских и петровских общин (кланов): размышления полевого археолога.** Виноградов Н.Б. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Работа посвящена обсуждению исторического содержания памятников синташтинского типа. Автор считает, что синташтинские укрепленные поселения и связанные с ними могильники отражают жизнь общин как транскультурного феномена, объединявшего кланы горняков, металлургов, кузнецов и литейщиков нескольких соседних археологических культур Южного Урала. Металлопроизводство является важнейшей первопричиной серии выдающихся инноваций, усвоенных в последующем населением огромных территорий лесостепей и степей Южного Урала и Казахстана и определивших магистральные направления развития скотоводческих культур в позднем бронзовом веке.

Библ. 31.

УДК 902.6

**Современные методы датирования в геоархеологии: возможности и ограничения.** Кузьмин Я.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Показаны возможности и ограничения наиболее часто используемых методов четвертичной геохронологии. Наибольший возрастной предел имеют калий-аргоновое, аргон-аргоновое датирования и метод треков: он превышает 1–2 млн лет. К ним близки методы электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), урановых рядов и люминесцентные методы, однако нижний предел их применения составляет не более 500–600 тыс. лет (для ЭПР – до 1–2 млн лет). Методы урановых рядов (торий-урановый [ $^{230}\text{Th} - ^{234}\text{U}$ ] и протактиний-урановый [ $^{231}\text{Pa} - ^{235}\text{U}$ ]) имеют возрастной диапазон применения до 350–500 тыс. лет назад. Наиболее часто используемый метод четвертичной геохронологии из группы радиометрических способов определения возраста – радиоуглеродный ( $^{14}\text{C}$ ) – имеет более узкие возрастные рамки, не превышающие 50–55 тыс. лет. Основным преимуществом  $^{14}\text{C}$  метода является широкий набор объектов, к которым он применим – на сегодняшний день это около 20 основных типов углеродсодержащих веществ. Из дозиметрических способов датирования наиболее широко применяются люминесцентные методы (предел датирования до 250–300 тыс. лет, реже – до 300–500 тыс. лет) и метод ЭПР (диапазон датирования до 700–800 тыс. лет, по зубной эмали – до 1–2 млн лет). Рассмотрены факторы, осложняющие использование всех перечисленных методов в геоархеологических исследованиях.

Библ. 14.

УДК 550.4+903

**Изотопный анализ в практике археологических исследований (на примере памятников бронзового века).** Епимахов А.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе представлен обзор современного состояния работ по изучению бронзового века в рамках методов анализа стабильных изотопов. Установлено, что наиболее полно изучены особенности диеты (стабильные изотопы углерода и азота) синташтинского, петровского и алакульского населения Зауралья и Верхнего Притоболя. Имеющиеся данные позволили исключить влияние резервуарного эффекта на результаты радиоуглеродного датирования, т.е. подтвердили адекватность ранее сделанных заключений о границах хронологических интервалов культур. В исследовании изотопов стронция для реконструкции мобильности сделаны только первые шаги. Перспективы методов заключаются в максимальном пополнении источниковой базы и расширении спектра аналитических методов за счет анализа изотопов серы, кислорода и свинца.

Илл. 2. Библ. 19.

УДК 903.2+550.4.08

**Применение изотопного анализа свинца и меди в археометаллургии.** Киселева Д.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Методы геохимических исследований широко применяются в археологии для исследования микроэлементного и изотопного состава и структуры материальных предметов культурного наследия – ископаемых костных и зубных тканей человека и животных, древних орудий труда и предметов из металла, камня, керамики, источников природного сырья для их изготовления. В работе представлены основные данные по применению изотопных отношений свинца и меди в объектах археометаллургии и особенностям реализации аналитических методик.

Библ. 10.

УДК 903.2+550.4.08

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

Работа посвящена изотопно-геохимической (Sr, Pb) характеристике местонахождений ряда археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы; выявлению материалов, пригодных для определения локального биодоступного стронция и использования в археологической интерпретации ископаемых образцов костной и зубной ткани. Исследованы 36 образцов, характеризующих местность в районах археологических памятников бронзового века Каменный Амбар и Коноплянка, а также могильника Неплюевский: речная вода (р. Карагайлы-Аят, Яндырка, Акмулла), горные породы (граниты и гранитоиды, серпентиниты, филлит и кварцитосланец), различные части почвенного профиля, трава. Из всех исследованных материалов, характеризующих биодоступный стронций, наиболее близкой археологическим образцам является современная костная ткань.

Илл. 4. Библ. 9.

УДК 903.2+550.42

**Изотопный состав стронция в образцах шерстяного текстиля эпохи бронзы из могильников Березовый рог (лесная зона Восточной Европы) и Черняки II (Южное Зауралье).** Шишлина Н.И., Киселева Д.В., Медведева П.С., Леонова Н.В., Орфинская О.В., Зайцева М.В., Солошенко Н.Г., Азаров Е.С., Валиахметова З.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Целью работы является определение местного или не местного характера сырья археологических тканей из двух погребальных памятников бронзового века: могильника Черняки II (Челябинская область, федоровская культура) и могильника Березовый рог (Рязанская область, поздняяковская культура). Проведено исследование изотопного состава стронция  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в шерстяном волокне тканей и фоновых образцах (улитках). Значения в археологических образцах шерсти из обоих памятников превысили вариации в фоновых образцах, отражающих близлежащие геохимические ареалы. Это позволило предположить, что выпас животных (предположительно, овец), шерсть которых использовалась как текстильное сырье, происходил за пределами локальных участков, расположенных как поблизости, так и достаточно далеко от могильников.

Илл. 2. Табл. 1. Библ. 11.

УДК 54.06+903.2

**Рамановская спектроскопия при изучении ископаемой зубной и костной ткани человека.** Панкрушина Е.А., Киселева Д.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

По данным рамановской спектроскопии осуществлена попытка поиска связи между спектральными параметрами в колебательных спектрах костной и зубной ткани человека. Найдены закономерности между отношением суммарных аналитических площадей колебательных мод органической и неорганической составляющей и полом человека, которому принадлежал изученный образец ткани. Для достижения поставленной цели, исследование необходимо продолжить при большей выборке для статистической обработки результатов.

Илл. 1. Табл. 1. Библ. 6.

УДК. 902.24

**Топография поселенческих и погребальных площадок в бронзовом веке в Южном Зауралье.** Васючков Е.О. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе представлена информация об изучении модели расселения андроновского сообщества в бронзовом веке Южного Зауралья. Обсуждаются закономерности размещения могильников и поселений в окружающем ландшафте. Особенности взаиморасположения указывают на утилитарные мотивы локализации могильников и поселений (климат, хозяйственный тип, нормы гигиены), но полученные данные не отвергают зависимость расположения памятника в соответствии с религиозными представлениями.

Илл. 2. Табл. 1. Библ. 13.

УДК 631.48

**Результаты палеопочвенных работ на центральной бровке Большого Синташтинского кургана.** Плеханова Л.Н. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

При проведении палеопочвенных работ и повторном вскрытии с зачисткой насыпи Большого Синташтинского кургана, расположенного вблизи пос. Рымникский на р. Синташта (Челябинская область) выявлены черноземно-солонцовые комплексы под курганом. Участниками этой комплексности является черноземно-луговая почва, солонцы тонкостолбчатые и солонцы осолоделые, причем доля черноземно-луговой почвы на изученном участке составляет до половины его. Переходы между этими типами почв достигают нескольких метров, что позволяет зафиксировать мощная курганная насыпь, современная высота которой до 4.5 м при диаметре до 80 м. Морфологические описания, отбор монолита и проведение химических анализов почв позволили идентифицировать в насыпи кургана строительные блоки, идентичные по строению древним тонкостолбчатым солонцам, погребенным под этой же курганной насыпью. Кроме того, проведены описания до десятка различных искусственно замешанных блоков, также использованных при строительстве этой насыпи. Впервые для разрушающихся археологических объектов реализованы подходы автора по отбору и сохранению тонких клеевых монолитов.

Илл. 2. Табл. 2. Библ. 9.

УДК 903.01(470.51/.54)

**Первобытная техника и минеральное сырье в каменном веке Среднего Зауралья.** Сериков Ю.Б. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе анализируется взаимосвязь первобытной техники обработки камня и используемого в каменном веке Среднего Зауралья минерального сырья. В раннем палеолите использовались крупные фракции кремнистых туфов, алевротуфов и вулканомиктовых алевролитов. В верхнем палеолите в связи с переходом на пластинчатую технику расщепления камня широко использовалось галечное сырье. Оно представлено в основном кремнистыми сланцами, кремнем и яшмой. Реже применялись кварцит, роговик, халцедон, известняк и горный хрусталь. Основой материальной культуры в мезолите оставалась пластинчатая техника. Произошел переход на новые источники минерального сырья.

Появились специализированные камнеобрабатывающие мастерские. Открытие абразивной техники способствовало вовлечению в производство новых неизотропных пород камня. Основным видом сырья стали кремнистые сланцы. Также использовались халцедоны, яшмы, гранодиориты, алевролиты и песчаники. В неолите впервые начали широко изготавливать изделия из молочного кварца, плитчатого слоистого черного сланца и серого кварцита. Заметно увеличилось количество и разнообразие шлифованных орудий. Появляется техника пикетажа и сверление камня при помощи полых костей.

Библ. 4.

УДК 903.01

**Реконструкция технических приемов обработки камня и кости в каменном веке.** Сериков Ю.Б. // Геoarхеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Изобретение лука не только дало в руки древнего человека совершенное орудие убийства, но и позволило использовать его в качестве своеобразного «двигателя» для простейших технических приспособлений. Лук стал использоваться для добывания огня и сверления лучковым способом. Позднее на базе лучкового прибора появляется дисковый сверлильный станок. Еще более сложным техническим приспособлением является горизонтальный станок для сверления длинных цилиндрических отверстий. Автору удалось реконструировать горизонтальный токарный станок с лучковым приводом, на котором могли вытачивать костяные биконические наконечники стрел. Проведенные эксперименты позволили выяснить производительность и некоторые аспекты технологии изготовления отверстий большого диаметра при помощи полых костяных сверл. Также экспериментально был определен состав, который мог использоваться при химическом размягчении кости. На основании проведенного эксперимента стало понятно, почему кости мамонта в древности служили абразивами для изготовления костяных орудий.

Илл. 1. Библ. 8.

УДК 903.035.56(470.5)

**Использование костей мамонта в хозяйстве палеолитического населения Среднего Зауралья.** Меньшикова Е.С. // Геoarхеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В эпоху палеолита на территории Среднего Зауралья важным сырьем в хозяйстве древнего человека наравне с камнем являлась кость. Особое внимание уделено материалам Гаринской палеолитической стоянки. На ней обнаружена самая богатая и представительная на Урале коллекция костяных изделий эпохи палеолита. Древний человек широко применял кость для изготовления орудий труда, охотничьего снаряжения, предметов быта и искусства.

Библ. 5.

УДК 903.08(470.5)

**Каменные изделия с гравировками на территории Урала.** Давыдова Т.С. // Геoarхеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе рассмотрен ряд различных видов гравированных изделий, их сырьевой базы, форм нанесения гравировки, а также сюжетно-композиционные направления гравированных изображений. Спектр изделий с гравировками достаточно широк. Анализируя способы и факторы применения гравировки, выяснено, что в ряде случаев она могла применяться как элемент украшения, орнаментации, подчеркивания формы изделия и создания изображения. Предметный комплекс изделий с гравированными изображениями в рамках рассматриваемой территории представляет собой гравировки для оформления скульптур, украшения орудий, плиток и галек (чуринги), фигурные гравировки. Гравировки присутствуют на фигурных молотах, «утожках», подвесках, каменных дисках, пряслицах, штампах и др. Чаще всего они наносились на изделия из мягких пород камня: талька, сланца, туфа, алевролита, песчаника. Анализируя комплекс гравированных изделий, сделан вывод о взаимосвязи между минеральными характеристиками сырья и выбором древним человеком такой формы обработки как гравировка.

Библ. 7.

УДК 903.25 (470.51/.54)

**Украшения пояса в погребениях каменного века Урала.** Назмутдинова Н.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Погребения являются ценным археологическим источником. В них можно обнаружить важную информацию для изучения не только материальной, но и духовной культуры первобытного человека. Важную роль в костюме погребенного играл пояс. В мифологии многих народов пояс символизирует силу и защиту. В настоящее время поясные украшения известны на восьми уральских погребениях. Чаще всего к поясу крепились кости, зубы животных, подвески и скульптурки. Несомненным является факт того, что пояс служил показателем статуса человека.

Библ. 12.

УДК 903.21

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

Работа посвящена описанию каменных изделий, найденных в насыпи южного отвала древнего рудника Новотемирский. Изделия имеют подпрямоугольную форму с суженными сторонами и желобом посередине, которые обеспечивают удобный захват и фиксацию. Предметы сделаны из песчаника и, вероятно, были принесены горняками на месторождение с другой территории. Вероятно, данные орудия применялись для раскалывания и дробления крупных кусков породы при добыче и обогащении меди на руднике. Аналогии встречаются на древних рудниках Южных Мугоджар.

Илл. 2. Библ. 4.

УДК 903.25

**Зооморфное изображение из талька с Иткульского I городища.** Кузнецова М.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Зооморфное изображение из талька Иткульского I городища не является серийным и ранее не изучалось. А.В. Шаманаевым проведен трасологический анализ, который показал, что данное изображение характерно для скифо-сибирского звериного стиля, с племенами которых у иткульского населения были тесные контакты. Установить однозначно, как использовался предмет, на данный момент невозможно. Ясно, что данный предмет использовался не только целым, но и вторично, после поломки, на что указывает бережно затёртый край изделия со стороны морды животного.

Библ. 4.

УДК 903.23

**К вопросу о добавлении талька в керамическую посуду населения восточного склона Уральских гор.** Медведева А.С. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Искусственное добавление талька в керамические массы на территории Урала и Зауралья характерно для керамического производства неолита, энеолита, бронзового и раннего железного веков. Изучено 10 фрагментов керамики иткульской культуры. Во всех образцах установлена тальковая составляющая (не менее 30 %). Большая часть талька представлена пылевидной размерностью, максимальный размер частичек не превышает 0.5 см; в основном преобладают агрегаты пластинчатой и чешуйчатой формы.

Библ. 4.

УДК 903.23

**Следы ремонта глиняными заплатами на керамике бронзового века Южного Зауралья.** Гавриш К.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Изучены коллекции керамической посуды из лабораторий ЧПУ, ЧелГУ и КурГУ. Установлено, что следы ремонта глиняными заплатами фиксируются на сосудах синташтинской, петровской и ала-

кульской культур и не являются уникальными для посуды бронзового века нашего края. В некоторых случаях на одном сосуде совмещался ремонт бронзовыми скрепками и глиняными заплатами.

Библ. 8.

УДК 903.21

**Литейные формы бронзовых наконечников стрел раннего железного века.** Логиновских М.П. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Изучен имеющийся материал по иткульской металлургии и находкам литейных форм наконечников стрел. Проведена частичная реконструкция древней технологии выплавки металла в полевых условиях (археологическая экспедиция на памятнике Синташта-2) и процесса изготовления глиняной литейной формы в камеральных условиях. Выявлены основные этапы процесса изготовления форм, изготовлены глиняные литейные формы для выплавки трехстворчатых наконечников стрел.

Библ. 5.

УДК 902.2

**Материал, используемый для изготовления украшений древними жителями Тункинской котловины (Республика Бурятия).** Пашковская К.К. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Древние дюны являются известным ландшафтным памятником Тункинской котловины (Республика Бурятия). В песчаных раздувах дюн встречаются находки каменных, бронзовых и железных изделий прошлых эпох. Археологический материал оказывается на поверхности в результате интенсивной эоловой деятельности, уничтожающей археологические памятники. Во время экспедиций Детского центра «Лазурит» (п. Култук, Иркутская обл.) в районе с. Тунка были обнаружены многочисленные артефакты, в том числе, элементы украшений: перламутровая бусина в виде диска диаметром 11 мм с отверстием по центру; бусина из пирофиллита в виде цилиндра с отверстием по оси цилиндра диаметром 5 мм и длиной 10 мм; половинка бусины из красновато-бурого песчаника; обработанный кусочек горного хрусталя треугольной формы; две раковины каури; необработанные кусочки лазурита, нефрита, серпентина, сердолика, лунного камня и др.

Библ. 3.

УДК 902.2

**Каменные наконечники стрел из Тункинской котловины (Республика Бурятия).** Михайлова С.М. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Во время экспедиций Детского центра «Лазурит» (п. Култук, Иркутская обл.) в песчаных раздувах древних дюн Тункинской котловины (Республика Бурятия) в числе многочисленных артефактов были обнаружены каменные наконечники стрел. Был проведен анализ формы и размеров наконечников. Для классификации наконечников использовались два конструктивных элемента – перо и насад. Всего было выделено 16 типов форм наконечников. Встречаемость наконечников различных типов сильно различается. Наиболее редкими являются наконечники с выступами по краю, широкой вогнутой базой и шипами одного размера. Их известно 2 шт: первый найден И.Д. Черским в 1875 г., другой – в ходе детской экспедиции 2004 г. Каменный материал, из которого изготавливались наконечники стрел, преимущественно представлен микрокварцитом и кремнем разного цвета. В меньшем количестве встречаются наконечники из халцедона и прозрачного горного хрусталя.

Библ. 4.

УДК 903.2

**Динамика изменения типов используемой руды и лигатур в металлургии эпохи бронзы Европы.** Григорьев С.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе рассматриваются основные закономерности в изменениях типов легирования в Европе в эпоху бронзы, где существовала прямая связь использования определенных лигатур с типами руды. В отличие от Евразии, где в синташтинское время доминировало производство мышьяковой меди в

результате плавки руд из ультраосновных пород, в Европе в конце энеолита происходит переход на широкое использование блеклых руд, дававших сплавы меди с мышьяком и сурьмой. Использовались относительно чистые руды, что обеспечивало низкотемпературный процесс без шлака. Расширение потребностей в металле, как и в Евразии, приводит к переходу на добычу медно-железистых сульфидов и оловянным лигатурам. Все эти процессы были осложнены различными торговыми и культурными связями и переплетены с социально-экономическими процессами.

Табл. 3. Библ. 23.

УДК 903.46

**Организация горного дела у населения алакульской культуры Южного Зауралья и Мугоджар.** Фомичев А.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Изучение рудников в Южном Зауралье и Мугоджарах позволяет уточнить сведения по вопросу организации добычи меди в позднем бронзовом веке. Население алакульской культуры активно осваивало доступные месторождения меди, разработка которых в основном велась открытым способом при помощи карьеров. Для добычи применялись архаичные орудия труда, изготовленные из подручного материала. Разработку карьеров вели члены общин скотоводов, свободные от выполнения своих традиционных обязанностей, под руководством лиц, связанных с металлургическим производством.

Библ. 9.

УДК 902/904

**К вопросу об источниках олова для металлургии бронзы на западной периферии алакульской культуры позднего бронзового века (II тыс. до н.э.).** Ткачев В.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе рассматривается проблема определения источников олова для бронзолитейного производства на Южном Урале в позднем бронзовом веке. Наиболее перспективным является среднеазиатское направление поиска исходного района получения этого ценного легирующего компонента. Многочисленные месторождения и рудопоявления касситерита в горных системах Зарафшана были освоены и активно эксплуатировались подвижными скотоводами, продвинувшимися в Среднеазиатское междуречье из степей Арало-Каспийского региона. Посредством торговых коммуникаций, совпадающих с «караванными дорогами» из Средней Азии через Северо-Восточное Приаралье в южноуральские степи и соответствовавших маршрутам сезонных миграций отдельных популяций скотоводческого населения западноалакульской и кожумбердынской культурных групп, обеспечивались оловом металлопроизводственные мастерские Приуральского и Урало-Мугоджарского горно-металлургических центров. Кызылкумский и Зарафшанский горно-металлургические центры Среднеазиатского междуречья в эпоху поздней бронзы (II тыс. до н.э.) следует рассматривать в системе Западноазиатской (Евразийской) металлургической провинции, в то время как оседло-земледельческие центры Бактрийско-Маргианского археологического комплекса находились в орбите Ирано-Афганской металлургической провинции.

Илл. 1. Библ. 10.

УДК 902:903-03

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

В работе представлены результаты рентгенофлуоресцентного анализа почв из заполнения колодца бронзового века поселения Чебаркуль III. Элементный состав извлеченных из колодца почв демонстрирует повышенные содержания меди, в то время как в почве культурного слоя поселения за пределами колодца такового не фиксируется. Выявление металла в почвах может быть связано с металлургическими процессами и функционированием колодца в составе особого вида металлургической печи.

Илл. 2. Табл. 2. Библ. 9



УДК 902/904, 908.

**История изучения металлургии бронзового века Южного Зауралья.** Попкова А.Ю. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе представлена краткая история изучения металлургии бронзового века в Южном Зауралье. В зависимости от стадий металлопроизводства и методов их изучения освещены в историческом порядке основные результаты исследований этой отрасли хозяйства древнего населения.

Библ. 12.

УДК 903.2

**Геоархеологическая система исторических медных рудников Приуралья (Каргалинского) степного горно-металлургического центра.** Богданов С.В., Ткачев В.В., Юминов А.М., Абраменко С.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Изучение химизма окисленных медных руд степного Приуралья в 2016–2017 гг. позволило выделить 5 геохимических групп медистых песчаников: «чистой меди», серебряной, свинцовой, цинк-никелевой и хром-никелевой специализации. Все варианты окисленных руд отличаются «конфликтным» составом. Горно-металлургические традиции бронзового века характеризуются высоким уровнем организации производства. Истоки традиций восходят к древнейшим памятникам константиновского типа ЦМП первой половины IV тыс. до н.э.

Илл. 5. Библ. 38.

УДК 550.38+902.2

**Древние горные выработки по добыче железной руды в Приольхонье (Западное Прибайкалье).** Снопков С.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Западное Прибайкалье на протяжении последних двух тысяч лет являлось одним из центров производства железа. Благоприятной предпосылкой для развития металлургии железа в данном регионе является наличие многочисленных проявлений железных руд. Сырьевая база Приольхонья представлена несколькими типами железных руд, из которых наиболее распространенными являются россыпи бурожелезняковой «галки». Обследование известных рудопроявлений не выявило следов древних выработок. Исключение составляет Борсойское рудопроявление, на котором сохранилось несколько десятков горных выработок разного размера – от шурфов до небольших карьеров. Исследование отвалов показало, что разработка карьеров велась в несколько этапов.

Библ. 8.

УДК 550.38+902.2

**Обнаружение нового железовосстановительного горна на памятнике «Курминское озеро I» (Приольхонье, Западное Прибайкалье).** Данилевская В.Э. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Приольхонье (Западное Прибайкалье) является одним из центров, где в больших масштабах в древности происходила добыча железа. Здесь обнаружено более 30 памятников древней металлургии железа, представленных различными типами железовосстановительных горнов. Летом 2017 г. в районе р. Курма было проведено магниторазведочное изучение флангов археологического памятника «Курминское озеро I», где был раскопан железовосстановительный центр раннего железного века. В ходе исследований было выявлено три ранее неизвестных магнитовозмущающих объекта, один из которых подобен изученному металлургическому центру, а два других – принципиально различаются. Раскоп на одной из аномалий вскрыл одиночный железовосстановительный горн, подобный горнам раннего железного века. Одиночно расположенный горн обнаружен в Приольхонье впервые.

Библ. 4.

УДК 550.38+902.2

**Опыт комплексного геофизического изучения памятников древней металлургии Приольхонья (Западное Прибайкалье).** Давыденко С.Ю. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Главной проблемой изучения древних металлургических центров Приольхонья являются большие территории. Геофизические методы – один из способов изучения подобных археологических памятников. На археологическом памятнике Барун-Хал-3 были проведены опытные геофизические исследования методами магниторазведки электромагнитного профилирования и электротомографии. В результате выявлено, что основным методом, позволяющим обнаружить и оконтуривать металлургические центры является магниторазведка. Дополнительную информацию для реконструкции металлургических центров может дать электромагнитное профилирование и электротомография, которые позволяют не только выявлять антропогенные изменения в разрезе, но и проследить их на глубину.

Библ. 5.

УДК 550.38+902.2

**К вопросу о предназначении глиняных валиков при сооружении железвосстановительных горнов в Приольхонье.** Назин А.М. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

При раскопках средневековых железодельных горнов в Приольхонье были обнаружены спеченные глиняные «валики», имеющие форму разрезанного вдоль цилиндра диаметром 3–4 см. Было высказано предположение, что уложенные рядами «валики» представляли собой теплоизоляционное покрытие крышки горна, которое позволяло контролировать температуру внутри рабочей камеры. Подтверждением разного температурного воздействия на глиняные «валики» служат результаты измерения магнитной восприимчивости, которая меняется от 4 до 10 мили ед. СИ. Предложена реконструкция железодельного процесса: на внешнюю поверхность каменной плиты поперечно прилеплялись глиняные «валики»; при повышении температуры в горне «валики» нагревались, спекаясь, меняли окраску; по изменению состояния «валиков» древние металлурги оценивали температурный режим в горне.

Библ. 5.

УДК 904+908

**Куполообразное сооружение на мысе Улан-хан (Приольхонье, Западное Прибайкалье).** Дамбялов И.С. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

На побережье пр. Малого моря оз. Байкал обследована смолокурня, расположенная вблизи мыса Улан-хан. Смолокурня построена из камней, скрепленных глиняным раствором. Ее высота составляет 230 см от поверхности земли, толщина стен – 15 см. Сечение внутренней камеры купола на уровне земли практически круговое и имеет диаметр 260 см. Стены купола изнутри и снаружи покрыты глиняной обмазкой. Пол камеры купола имеет конусообразную форму с уклоном в центр и выложен каменной плиткой. Глубина конусообразной «чашки» – 105 см. В центре «чашки» находится отверстие размером 10 × 15 см. Сооружение с внешней стороны на 2/3 высоты обнесено стеной, сложенной из камней на глиняном растворе; диаметр стены около 400 см, толщина – примерно 30 см. Анализ находок возле смолокурни позволяет предположить, что она действовала в XIX – первой половине XX вв., а смола использовалась для «смоления» лодок, канатов, веревок и неводов. Уланханская смолокурня является объектом историко-культурного наследия и требует защиты.

Библ. 3.

УДК 902.66+553.43+553.412

**Некоторые аспекты геоархеологических исследований объектов металлопроизводства эпохи бронзы (на примере Донбасса).** Шубин Ю.П. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

При реконструкции древней горно-металлургической деятельности необходимо устанавливать вещественный состав и качество применяемых руд, их структурно-текстурные особенности, возможности их обогащения и металлургического передела по древним технологиям. Установление качества применяемых в древности руд важно также при оценке объемов добытой руды и выплавленного из нее металла. Знание геологических процессов, происходящих синхронно с древней производственной деятельностью необходимо учитывать не только при исторических реконструкциях производ-

ственной деятельности, но и при поисках следов производственных зон и поселений. Интерпретация результатов геоархеологических исследований должна вестись с учетом культуры и традиций народов, объекты производственной деятельности которых исследуются.

Библ. 6.

УДК 551.14:551.215

**Состав бронз поселения Шибаво из подъемных сборов сезона 2017 г.** Блинов И.А., Таиров А.Д. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Методом РФА исследованы бронзовые предметы из подъемных сборов сезона 2017 г. Изделия изготовлены из чистой меди, а также бронз, легированных оловом и свинцом, редко – мышьяком. Показано, что на результаты анализа влияет характер поверхности: в патинированной поверхности происходит накопление Pb и Sn, коэффициенты концентрации их составили около 2 и 1.8 %.

Илл. 1. Табл. 1. Библ. 1.

УДК 549:902(470.55)

**Металлургические шлаки и медные руды поселения бронзового века Левобережное (Южный Урал).** Анкушев М.Н., Петров Ф.Н., Блинов И.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе рассмотрен минеральный состав, текстурно-структурные и геохимические особенности металлургических шлаков поселения бронзового века Левобережное. Минеральный состав шлаков представлен оливином, стеклом, магнетитом; реликтовые минеральные включения – хромшпинелидами различного состава. Состав расплавных включений разнообразен: встречаются одно-, двух- и трехфазные включения меди, бронз, сульфидов и арсенидов. Металлургические шлаки сходны с образцами других укрепленных поселений синташтинской культуры. Предполагается использование медных руд, приуроченных к ультрабазитам. Минеральный состав единичного крупного фрагмента руды представлен кварцем, малахитом, мусковитом, хризокolloй и монацитом, что характерно для кислых и щелочных пород. находка может свидетельствовать о переделе руд различных месторождений или пробных плавках нового медного сырья.

Илл. 4. Табл. 4. Библ. 5.

УДК 54.06+549.27+553.068.5

**Элементы-примеси в самородной платине из россыпей Южного Урала: результаты ЛА-ИСП-МС анализа.** Артемьев Д.А., Зайков В.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

В работе приведена методика ЛА-ИСП-МС анализа самородной платины из двух россыпных зон Южного Урала – Малоиремельской и Казанской. Сделана попытка выявить возможные геохимические маркеры в минералах платиновой группы, которые могут указывать на источники вещества не только для россыпей, но и возможные источники сырья для золотых артефактов с включениями платиноидов. В исследованных группах зерен из разных россыпей отмечается существенное отличие в содержаниях Ni, Co, Au, Ag, Hg и Mo. Также довольно хорошо они разделяются по содержаниям Fe, Rh, V, Cr и Mn. Большая степень обогащения зерен платины многими халькофильными и благородно-металльными элементами Казанской россыпи связана с наличием в нем как изоморфных примесей, так и минеральных микровключений вследствие недалекого переноса от коренного источника эрозии.

Табл. 2. Библ. 10.

УДК 549.27

**Состав платиноидов Сулейменовской россыпи – возможного источника золота для артефактов (Южный Урал).** Рассомахин М.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Приведены результаты исследования методом РФА состава платиноидов из Сулейменовской россыпи золота, связанной с гипербазитами Нуралинского массива. Он близок малоиремельскому типу (также наряду с рутениевым присутствует осмиево-рутениевый тренд), но отличается наличием большего количества платиноидов с повышенным содержанием осмия. Показано отличие их от пла-

тиноидов из других россыпей золота на Южном Урале. Сделан вывод о необходимости накопления данных по составам платиноидов из россыпей и из включений в ювелирных изделиях древности для определения источника золота.

Илл. 1. Библ. 7.

УДК 902/904

**Минералогические исследования остатков производства железа святилища Усть-Полуй (Западная Сибирь).** Асочакова Е.М., Водясов Е.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Приведены результаты изучения остатков производства железа на памятнике Усть-Полуй, которые датируются III в. до н.э. – I в. н.э. и являются древнейшими свидетельствами черной металлургии в Заполярье. Памятник расположен на правом берегу р. Полуй, в 2 км от ее впадения в р. Обь на территории г. Салехард. Материал представлен обломками горных пород и шлаков с ферритом. Минеральный состав шлаков – оксиды (кристобалит, купрошпинель, магнезиоферрит) и силикаты (фаялит, геденбергит). Феррит представляет собой дендритовые агрегаты железа, покрытые оксидами железа (вюстит / маггемит) в силикатной матрице. Обломки горных пород представлены гранитами, кристаллическими сланцами и основными эффузивами, используемыми при постройке горна.

Илл. 1. Табл. 1. Библ. 8

УДК 902

**«Зима близко»: городища бронзового века во вмещающем ландшафте (опыт ГИС-анализа).** Чечушков И.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2018. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018.

Проведенный ГИС-анализ синташтинско-петровских городищ позволил заключить, что их строители и обитатели старались максимально приспособиться к окружающей среде и стремились создать комфортные условия для жизни в условиях суровых уральских зим и сезонного половодья. Так, изученные поселения располагаются в наиболее низинных точках рельефа, которые были способны смягчить влияние зимних сильных ветров с юго-запада. В то же время, данные местоположения обладают несомненными недостатками, а именно – чрезвычайно низкой видимостью окружающего пространства по сравнению с высокими точками рельефа и подвергаются рискам сезонных паводков. Вероятно, видимость не являлась ключевым фактором при выборе места постройки поселения, а проблема сезонных паводков решалась при помощи окружения жилищ дренажными системами, состоящими из рвов и валов. Таким образом, феномен синташтинско-петровских поселков демонстрирует, что социальная комплексность возникает и развивается не только как ответ на конфликтогенную среду, но и в качестве медиатора внутри экономической системы, что у уральских скотоводов бронзового века выразилось в возведении защищенных от суровых климатических условий и угрозы угона скота поселков-кард.

Илл. 1. Табл. 2. Библ. 15.

## Организации – участники Школы

**ЮУрГГПУ** – Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Челябинск

**Филиал РГППУ** – Российский государственный профессионально-педагогический университет, филиал в г. Нижний Тагил

**МБОУ СОШ** – Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение Средняя общеобразовательная школа (в разных городах)

**ИМин УрО РАН** – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

**Филиал ЮУрГУ** – Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе

**ИГМ СО РАН** – Институт геологии и минералогии СО РАН

**ТГУ** – Томский государственный университет, г. Томск

**ЮУрГУ** – Южно-Уральский государственный университет

**ЮУФ ИИиА** – Институт истории и археологии УрО РАН, Южно-Уральский филиал, г. Челябинск

**ИГГ УрО РАН** – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

**УрФУ** – Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

**ЦЕИ РАН** – Центр египтологических исследований РАН, г. Москва

**ИФХиБПП РАН** – Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пущино

**Аркаим** – Челябинский государственный историко-культурный заповедник «Аркаим», г. Челябинск

**СОШ № 13, г. Полевской** – МБУ ДО ПГО «ЦРТ им. Н.Е. Бобровой», СОШ № 13, г. Полевской, Свердловская обл.

**СОШ № 17, г. Полевской** – МБУ ДО ПГО «ЦРТ им. Н.Е. Бобровой», СОШ № 17, г. Полевской, Свердловская обл.

**СОШ № 18, г. Полевской** – МБУ ДО ПГО «ЦРТ им. Н.Е. Бобровой», СОШ № 18, г. Полевской, Свердловская обл.

**ДонГТУ** – Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск

**«Формика»** – Клуб юных археологов «Формика», г. Челябинск

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ПАМЯТИ ВИКТОРА ВЛАДИМИРОВИЧА ЗАЙКОВА.....	5
ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОАРХЕОЛОГИИ И АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ	
<i>Юминов А.М., Зайкова Е.В.</i> Археологическая минералогия: объекты и методы исследований.....	10
<i>Виноградов Н.Б.</i> Роль металлопроизводства в жизни синташтинских и петровских общин (кланов): размышления полевого археолога.....	15
<i>Кузьмин Я.В.</i> Современные методы датирования в геоархеологии: возможности и ограничения.....	23
<i>Епимахов А.В.</i> Изотопный анализ в практике археологических исследований (на примере памятников бронзового века).....	29
<i>Киселева Д.В.</i> Применение изотопного анализа свинца и меди в археометаллургии.....	33
<i>Киселева Д.В., Шагалов Е.С., Зайцева М.В., Стрелецкая М.В., Карпова С.В.</i> Изотопно-геохимическое (Sr, Pb) исследование разреза почвенно-растительного слоя в районе археологических памятников эпохи бронзы на Южном Урале.....	37
<i>Шишлина Н.И., Киселева Д.В., Медведева П.С., Леонова Н.В., Орфинская О.В., Зайцева М.В., Солошенко Н.Г., Азаров Е.С.</i> Изотопный состав стронция в шерстяном текстиле эпохи бронзы из могильников Березовый Рог (лесная зона Восточной Европы) и Черняки II (Южное Зауралье).....	41
<i>Панкрушина Е.А., Киселева Д.В.</i> Рамановская спектроскопия при изучении ископаемой зубной и костной ткани человека.....	47
<i>Васючков Е.О.</i> Топография поселенческих и погребальных площадок бронзового века в Южном Зауралье.....	50
<i>Плеханова Л.Н.</i> Результаты палеопочвенных работ на центральной бровке Большого Синташтинского кургана.....	54
ЧАСТЬ 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И МИНЕРАЛОВ-НЕМЕТАЛЛОВ ДРЕВНИМИ ОБЩЕСТВАМИ	
<i>Сериков Ю.Б.</i> Первобытная техника и минеральное сырье в каменном веке Среднего Зауралья.....	61
<i>Сериков Ю.Б.</i> Реконструкция технических приемов обработки камня и кости в каменном веке.....	66
<i>Меньшикова Е.С.</i> Использование костей мамонта в хозяйстве палеолитического населения Среднего Зауралья.....	71
<i>Давыдова Т.С.</i> Каменные изделия с гравировками на территории Урала.....	73
<i>Назмутдинова Н.В.</i> Украшения пояса в погребениях каменного века Урала.....	77
<i>Кожевников С.В., Анкушев М.Н.</i> Каменные орудия из отвала древнего рудника Новотемирский (Южное Зауралье).....	80
<i>Кузнецова М.А.</i> Зооморфное изображение из талька с Иткульского I городища.....	82
<i>Медведева А.С.</i> К вопросу о добавлении талька в керамическую посуду населения восточного склона Уральских гор.....	84
<i>Гавриш К.В.</i> Следы ремонта глиняными заплатами на керамике бронзового века Южного Зауралья.....	85

<i>Логоновских М.П.</i> Литейные формы бронзовых наконечников стрел раннего железного века.....	86
<i>Пашиковская К.К.</i> Материал, используемый для изготовления украшений древними жителями Тункинской котловины (Республика Бурятия) .....	88
<i>Михайлова С.М.</i> Каменные наконечники стрел из Тункинской котловины (Республика Бурятия) .....	90
<i>Шипов В.С.</i> Каменная плита с вырубленными пазами на горе Юрма (Южный Урал).....	92

### ЧАСТЬ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВНИХ РУДНИКОВ, РУД И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

<i>Григорьев С.А.</i> Динамика изменения типов используемой руды и типов лигатур в металлургии эпохи бронзы Европы .....	95
<i>Фомичев А.В.</i> Организация горного дела у населения алакульской культуры Южного Зауралья и Мугоджар .....	103
<i>Ткачев В.В.</i> К вопросу об источниках олова для металлургии бронзы на западной периферии алакульской культуры позднего бронзового века (II тыс. до н.э.) .....	106
<i>Алаева И.П., Рассомахин М.А.</i> Следы плавки меди в колодце поселения Чебаркуль III.....	112
<i>Попкова А.Ю.</i> История изучения горного дела и металлургии бронзового века на Южном Урале .....	117
<i>Богданов С.В., Ткачев В.В., Юминов А.М., Авраменко С.В.</i> Геоархеологическая система исторических медных рудников Приуральяского (Каргалинского) степного ГМЦ.....	121
<i>Снопков С.В.</i> Древние горные выработки по добыче железной руды в Приольхонье (Западное Прибайкалье).....	134
<i>Данилевская В.Э.</i> Обнаружение нового железовосстановительного горна на памятнике «Курминское озеро 1» (Приольхонье, Западное Прибайкалье).....	138
<i>Давыденко С.Ю.</i> Опыт комплексного геофизического изучения памятников древней металлургии Приольхонья (Западное Прибайкалье).....	140
<i>Назин А.М.</i> К вопросу о предназначении глиняных валиков при сооружении железовосстановительных горнов в Приольхонье .....	143
<i>Дамбялов И.С.</i> Куполообразное сооружение на мысе Улан-хан (Приольхонье, Западное Прибайкалье) .....	146
<i>Шубин Ю.П.</i> Некоторые аспекты геоархеологических исследований объектов металлопроизводства эпохи бронзы (на примере Донбасса).....	149

### ЧАСТЬ 4. СОСТАВ ДРЕВНИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И ШЛАКОВ

<i>Блинов И.А., Таиров А.Д.</i> Состав бронз поселения Шибяево из подъемных сборов сезона 2017 г .....	152
<i>Анкушев М.Н., Петров Ф.Н., Блинов И.А.</i> Минералогия металлургических шлаков и руд поселения Левобережное (Южный Урал).....	155
<i>Артемов Д.А., Зайков В.В.</i> Элементы-примеси в самородной платине из россыпей Южного Урала: результаты ЛА-ИСП-МС анализа .....	161
<i>Рассомахин М.А.</i> Состав платиноидов Сулейменовской россыпи – возможного источника золота для артефактов (Южный Урал) .....	165
<i>Асочакова Е.М., Водясов Е.В.</i> Минеральный состав остатков производства железа святилища Усть-Полуй (Западная Сибирь).....	167

## ЧАСТЬ 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГЕОАРХЕОЛОГИИ И АРХЕОЛОГИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ

<i>Чечушков И.В.</i> «Зима близко»: городища бронзового века во вмещающем ландшафте (опыт ГИС-анализа) .....	171
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Юсупов И.А.</i> Каменный бисер в административно-культовом центре Гонур Депе (юго-восточные Каракумы) Гонур Депе: минералогия и технология изготовления .....	179
<i>Гузаирова А.Е.</i> Материал заполнения корзины с административно-культового центра Гонур Депе (Туркменистан) .....	180
<i>Абзалова А.И.</i> Реконструкция костюма шамана иткульской культуры .....	181
<i>Асанова А.А.</i> Антропоморфные изображения иткульской культуры .....	182
<i>Белозеров Т.И.</i> Реконструкция металлургической печи иткульских металлургов....	183
<i>Громогласов М.А.</i> Уточнение функционального назначения льячки с Иткульского городища .....	184
<i>Зорина М.В.</i> Изделия из малахита с Иткульского I городища .....	185
<i>Зюёв З.Ю.</i> Определение функционального назначения биметаллических артефактов иткульской культуры.....	186
<i>Киселёв И.И.</i> Уточнение функционального назначения медных ножей иткульских металлургов .....	187
<i>Старчуков В.А.</i> Анализ литейной формы батарейного типа с городища на Думной горе.....	188
<i>Чикирова Е.М.</i> Реконструкция костяного панциря воина с Иткульского городища .....	189
<i>Гатиятуллин Р.Р.</i> Находка удила постгуннского времени .....	190
<i>Бронников П.С.</i> Галечные лоцила по материалам поселения бронзового века Синташта-2 .....	191
<i>Маркелова А.А.</i> Палеоботанические исследования на укрепленном поселении бронзового века Синташта-2.....	192
АННОТАЦИИ .....	194



## CONTENT

PREFACE .....	3
IN MEMORY OF VICTOR VLADIMIROVICH ZAYKOV .....	5
CHAPTER 1. GENERAL PROBLEMS OF GEOARCHAEOLOGY AND ARCHAEOLOGICAL MINERALOGY	
<i>Yuminov A.M.</i> The archaeological mineralogy: objects and analytical methods .....	10
<i>Vinogradov N.B.</i> The role of metal production in society of Sintashta and Petrine communities (clans): the reflections of a field archaeologist.....	15
<i>Kuzmin Ya.V.</i> The modern methods of dating in geochronology: opportunities and limitations .....	23
<i>Epimakhov A.V.</i> The isotopic analysis in the archaeological study (on the example of the Bronze Age objects).....	29
<i>Kiseleva D.V.</i> The application of lead and copper isotopic analysis in archaeometallurgy.....	33
<i>Kiseleva D.V., Shagalov E.S., Zaitseva M.V., Streletskaya M.V., Karpova S.V.</i> The isotopic-geochemical (Sr, Pb) study of the soil-vegetation layer in the area of the Bronze Age archaeological objects in the Southern Urals.....	37
<i>Shishlina N.I., Kiseleva D.V., Medvedeva P.S., Leonova N.V., Orfinskaya O.V., Zaitseva M.V., Soloshenko N.G., Azarov E.S.</i> The isotopic composition of Sr in woolen textiles of the Bronze Age from Berezovy Rog (forest zone of Eastern Europe) and Chernyaki II (Southern Trans-Urals) burial grounds .....	41
<i>Pankrushina E.A., Kiseleva D.V.</i> Raman spectroscopy in the study of fossil human dental and bone material .....	47
<i>Vasyuchkov E.O.</i> Topography of the settlement and funerary sites of the Bronze Age in the Southern Trans-Urals .....	50
<i>Plekhanova L.N.</i> The results of paleo-soil study at the central brow of Great Sintashta burial mound .....	54
CHAPTER 2. THE USAGE OF ROCKS AND NON-METALLIC MINERALS BY ANCIENT SOCIETIES	
<i>Serikov Y.B.</i> The primitive technology and mineral raw materials in the Middle Trans-Urals Stone Age .....	61
<i>Serikov Y.B.</i> The reconstruction of stone and bone processing techniques in the Stone Age.....	66
<i>Menshikova E.S.</i> The using of mammoth bones in the economy of the Paleolithic population of the Middle Trans-Urals region.....	71
<i>Davydova T.S.</i> The stone products with engravings in the Urals area .....	73
<i>Nazmutdinova N.V.</i> The ornaments of the belt in the burials of the Stone Age in the Urals.....	77
<i>Kozhevnikov S.V., Ankushev M.N.</i> The stone tools from the spoil heap of the Novotemirsky ancient mine (South Trans-Urals) .....	80
<i>Kuznetsova M.A.</i> The zoomorphic talc image from the Itkul I ancient settlement .....	82
<i>Medvedeva A.S.</i> To the issue of talc addition to ceramic ware by the population of the Urals eastern slope .....	84
<i>Gavrish K.V.</i> The traces of repair by clay patches on the Bronze Age ceramics in the Southern Trans-Urals .....	85

<i>Loginovskikh M.P.</i> The foundry forms the Early Iron Age bronze arrowheads.....	86
<i>Pashkovskaya K.K.</i> The material used to make jewelry by the ancient inhabitants of the Tunkinskaya depression (Republic of Buryatia).....	88
<i>Mikhailova S.M.</i> The stone arrowheads from the Tunkinskaya depression (Republic of Buryatia) .....	90
<i>Shipov V.S.</i> Stone slab with cut grooves on the Jurma mountain (Southern Urals).....	92

### CHAPTER 3. THE CHARACTERISTICS OF ANCIENT MINES, ORES AND MINERAL RAW MATERIALS DEVELOPED IN ANTIQUITY

<i>Grigoryev S.A.</i> The dynamics of transformations of ore and ligature types in the Bronze Age metallurgy in Europe.....	95
<i>Fomichev A.V.</i> The organization of mining at the Alakul culture population in the Southern Trans-Urals and Mugodzhary .....	103
<i>Tkachev V.V.</i> To the issue of Sn sources for the bronze metallurgy on the western periphery of the late Bronze Age Alakul culture (II millennium BC).....	106
<i>Alaeva I.P., Rassomakhin M.A.</i> The traces of copper smelting in the well of Chebarkul III settlement .....	112
<i>Popkova A.Yu.</i> The history of mining and metallurgy study of the Bronze Age in the Southern Urals .....	117
<i>Bogdanov S.V., Tkachev V.V., Yuminov A.M., Avramenko S.V.</i> The geoarchaeological system of historical copper mines of Near-Urals (Kargaly) steppe MMC .....	121
<i>Snopkov S.V.</i> The ancient mining workings for iron ore extraction in Priolkhonie (Western Baikal region) .....	134
<i>Danilevskaya V.E.</i> The discovery of a new iron recovery horn on «Kurminskoe Ozero 1» monument (Priolkhonie, Western Baikal region).....	138
<i>Davydenko S.Yu.</i> The experience of complex geophysical study of ancient metallurgy site from Priolkhonie (Western Baikal region) .....	140
<i>Nazin A.M.</i> To the issue of the purpose of clay rolls during the construction of iron-reinforced furnace in Priolkhonie .....	143
<i>Dambyalov I.S.</i> The dome-shaped building at the Ulan-khan cape (Priolkhonie, Western Baikal region).....	146
<i>Shubin Yu.P.</i> Some aspects of geoarchaeological research of the Bronze Age metal production facilities (on the example of Donbass) .....	149

### CHAPTER 4. THE COMPOSITION OF ANCIEN METAL GOODS AND METALLURGICAL SLAGS

<i>Blinov I.A., Tairov A.D.</i> The composition of Shibaevo settlement bronzes from the collection of 2017 field works.....	152
<i>Ankushev M.N., Petrov F.N., Blinov I.A.</i> Mineralogy of metallurgical slags and ores of Levoberezhnoe settlement (Sintashta II, Southern Urals) .....	155
<i>Artemyev D.A., Zaykov V.V.</i> The admixture elements in native Pt from placers in the Southern Urals: results of LA-ICP-MS analysis.....	161
<i>Rassomakhin M.A.</i> The composition of platinoids from Suleymenovskaya placer – a possible source of gold for artifacts (Southern Urals) .....	165
<i>Asochakova E.M., Vodyasov E.V.</i> The mineral composition of the iron production remains in the Ust-Poluy sanctuary (Western Siberia).....	167

CHAPTER 5. THE USING OF GIS TECHNOLOGIES FOR GEOARCHAEOLOGY AND  
ARCHAEOLOGICAL MINERALOGY

*Chechushkov I.V.* «Winter is near»: the Bronze Age settlement in landscape  
environment (GIS analysis experience) ..... 171

SHORT REPORTS

*Yusupov I.A.* Stone beads from Gonur Deppe administrative and cult center  
(South-Eastern Karakum): mineralogy and technology ..... 179

*Guzairova A.E.* Material filled the basket from Gonur Deppe administrative  
and cult center (South-Eastern Karakum)..... 180

*Abzalova A.I.* The reconstruction of the Itkul culture shaman costume..... 181

*Asanova A.A.* The anthropomorphic images of Itkul culture..... 182

*Belozеров T.I.* The reconstruction of Itkul metallurgical furnace ..... 183

*Gromoglasov M.A.* The specification of functional role of the lyachka from t  
he Itkul settlement..... 184

*Zorina M.V.* The malachite products from Itkul I settlement ..... 185

*Zyuzov Z.Yu.* The definition of bimetallic artifacts functional role in Itkul culture ..... 186

*Kiselev I.I.* The specification of functional role of copper knives for Itkul  
metallurgists..... 187

*Starchukov V.A.* The analysis of the battery-type casting from Dumnaya Mountain  
ancient settlement..... 188

*Chikirova E.M.* The reconstruction of the bone warrior shell from Itkul settlement..... 189

*Gatiyatullin R.R.* The find of post-hunnic period bit ..... 190

*Bronnikov P.S.* The polished pebble from Sintashta 2 Bronze Age settlement..... 191

*Markelova A.A.* Paleobotanical studies of Sintashta 2 Bronze Age settlement ..... 192

ABSTRACTS ..... 194

*Научное издание*

# **ГЕОАРХЕОЛОГИЯ И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ–2018**

*Рекомендовано к изданию  
Ученым советом Института минералогии УрО РАН*

ISBN 978-5-7691-2509-6



Редактор *Е.В. Зайкова*  
Компьютерная верстка *О.Л. Бусловская*  
Корректоры *Н.М. Анкушева, Е.Е. Паленова*

---

Подписано в печать 23.08.2018. 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