

Российская академия наук  
Уральское отделение  
Институт минералогии  
Министерство науки и образования РФ  
Южно-Уральский  
государственный университет

# ГЕОАРХЕОЛОГИЯ И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ-2015

Материалы Всероссийской молодежной  
научной школы



Российская академия наук  
Уральское отделение  
Институт минералогии

Министерство науки и образования РФ  
Южно-Уральский  
государственный университет

Российское минералогическое общество

**ГЕОАРХЕОЛОГИЯ  
И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ-2015  
Материалы Всероссийской молодежной научной школы**

**GEOARCHEOLOGY AND ARCHEOLOGICAL  
MINERALOGY-2015**

Миасс 2015

УДК 55:902

**Геоархеология и археологическая минералогия–2015.** Научное издание. Миасс: Институт минералогии УрО РАН, 2015. 203 с.

ISBN 978-5-892-04253-6

В сборнике опубликованы материалы II Всероссийской молодежной научной школы «Геоархеология и археологическая минералогия–2015». В первой части сборника освещены общие вопросы геоархеологии, включая обзор данных по применению аналитических и геофизических методов для археологических построений. Во второй части рассмотрены проблемы использования горных пород в палеолите и неолите. Третья часть касается строения древних рудников и продуктов палеометаллургии в виде шлаков бронзолитейного производства. В четвертой части даны сведения о составе меди, золота и других металлов древности. Издание рассчитано на специалистов, занимающихся исследованием месторождений золота, археологов, историков, аспирантов и студентов.

Проведение Школы и издание материалов осуществлено при поддержке РФФИ (проект 15-05-10252), ИМин УрО РАН и ЮУрГУ.

Ил. 37. Табл. 21.

Ответственный редактор: *профессор В.В. Зайков*

Члены редколлегии:

*Е.В. Зайкова, В.А. Попов,*

*А.Д. Таиров, П.В. Хворов*

**Geoarcheology and archeological mineralogy–2015.** Scientific edition. Miass: Institute of Mineralogy, UB RAS, 2015. 203 p.

Proceedings of the II All-Russian Youth Scientific School «Geoarcheology and archeological mineralogy – 2015» are dedicated to the problem of using of geological and mineralogical data in archeological studies. In the first chapter of the book the general problems of geoarchaeology are described, including a review of data on analytical and geophysical methods using in archaeological constructions. The second chapter deals with the problems of using rocks in the Paleolithic and Neolithic. The third chapter concerns the structure of the ancient mines and such paleometallurgy products as slags. The fourth chapter provides information on the copper, gold and other antiquity metals composition. The publication is intended for specialists involved in the study of gold deposits, archaeologists, historians and students.

The holding of the School and publication of abstracts was supported by RFBR (project 15-05-10252), Institute of Mineralogy Urals Branch of RAS and South-Urals State University.

Figs. 37. Tables 21.

*Editors-in-Chief: Professor V.V. Zaykov*

*Editorial board: E.V. Zaykova, V.A. Popov, A.D.Tairov, P.V. Khvorov*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В сборнике опубликованы материалы II Всероссийской молодежной научной школы «Геоархеология и археологическая минералогия – 2015», посвященной проблеме использования геологических и минералогических данных для целей археологии. Школа проводится Институтом минералогии УрО РАН и Южно-Уральским государственным университетом (ЮУрГУ, филиал в г. Миассе).

**Цель Школы** – знакомство молодых ученых, аспирантов и студентов с современными методами минералогического и геохимического исследования минерального сырья древности и продуктов древнего металлургического производства.

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 геологического и археологического профиля России и зарубежных стран.

Состав слушателей школы определен на конкурсной основе по присланным студентами и аспирантами документам: 1) расширенным тезисам по теме Школы; 2) аннотациям работы; 3) заключениям руководителей о возможности публикации и рекомендуемой форме представления докладов (устной или стендовой); 4) регистрационным формам. Для участия в Школе приглашены ученики школ – участники геологического и археологического внешкольного образования.

Первая часть сборника посвящена общим вопросам геоархеологии и методам изучения археологических памятников. Вводная статья В.В. Зайкова, А.Д. Таирова, Е.В. Зайковой касается геоархеологии благородных металлов. В статье рассмотрены вопросы добычи золота и серебра в древности, размещение «золотоносных» археологических памятников, минералого-геохимические способы определения источников золотосодержащего сырья. Нефритовая тема освещена в статье Р. Костова, проблемы палеометаллургии – С.А. Григорьевым. Компьютерный классификатор и инструменты многофакторной хемоинформатики для геоархеологических и археоминералогических исследований изложены О.В. Градовым, Ф.К. Ореховым, С.К. Панкратовым. Сведения об использовании рентгенофлуоресцентного метода изучения артефактов Большого Алтая рассмотрены А.А. Тишкиным.

Во второй части в статьях Ю.Б. Серикова и его учеников рассмотрен петрофонд древних обществ Урала. Исследованные горные породы и минералы представлены гранитами, сланцами, кварцем, кальцитом, гранатом. Петрографический состав каменных орудий Картамышского комплекса Донбасса охарактеризован Ю.П. Шубиным и Ю.М. Бровендером.

Третья часть посвящена древним рудникам и палеометаллургии. Рудники Урала, и Алтая описаны в статьях А.М. Юминова, А.И. Гусева, В.В. Зайкова, С.П. Грушина. Проблемы добычи и выплавки металлов на Урале, Донбассе, в Прибайкалье обозначены С.А. Григорьевым, И.А. Блиновым, М.Н. Анкушевым, Ю.П. Шубиным, С.В. Снопковым с соавторами. Минерально-сырьевая база для медеплавильных мастерских Елизаветовского скифо-античного городища показана О.С. Манюк.

В четвертой части рассмотрены изделия из золота и бронзы, выявленные в археологических памятниках на территории Евразии. Наиболее детально изучены артефакты из могильников Магнитный, Тегисжол, погребально-поминального комплекса Аржан-2. Авторы этих статей А.Д. Таиров, И.А. Блинов, В.В. Варфоломеев, К.В. Чугунов, Ю.М. Бровендер. Минералого-геохимические методы исследования

микровключений платиноидов, позволяющие определить тип использованных россыпей, рассмотрены В.В. Зайковым с соавторами.

В программу работы Школы входят знакомство участников с коллекциями уральских горных пород и руд, экскурсия на археологические памятники Урала.

Школа перенесла на российскую почву традиции близких по тематике мероприятий, проведенных в последние годы в зарубежных странах (Болгария, София, 2008; Германия, Бохум, 2011; Испания, Мадрид, 2015).

## ОРГКОМИТЕТ

### *II Всероссийской молодежной научной школы «Геоархеология и археологическая минералогия – 2015»*

*Зайков Виктор Владимирович*, д.г.-м.н., профессор, ИМин УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс – *председатель*;

*Юминов Анатолий Михайлович*, к.г.-м.н., ЮУрГУ, ИМин УрО РАН, г. Миасс – *заместитель председателя*;

*Зайкова Елизавета Владимировна*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, Миасс, *ученый секретарь*

### **Члены Оргкомитета**

*Гергова Диана*, доктор наук, ИА 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.

*Коротеев Виктор Алексеевич*, академик, ИГиГ УрО РАН, г. Екатеринбург.

*Корякова Людмила Николаевна*, д.и.н., профессор, ИИиА УрО РАН, г. Екатеринбург.

*Костов Руслан*, доктор наук, ИА БАН, 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 Валерий Владимирович*, д.г.-м.н., профессор, ИМин УрО РАН, ЮУрГУ, г. Миасс.

*Пучков Виктор Николаевич*, д.г.-м.н., член-корр. РАН, ИГ УНЦ РАН, г. Уфа.

*Сериков Юрий Борисович*, д.и.н., НГСПА, Нижний Тагил.

*Синяковская Ирина Васильевна*, к.г.-м.н., ЮУрГУ, г. Миасс.

*Скляр Евгений Викторович*, д.г.-м.н., член-корр. РАН, ИЗК СО РАН, г. Иркутск.

*Таиров Александр Дмитриевич*, д.и.н., профессор, ЮУрГУ, г. Челябинск.

*Теленков Олег Сергеевич*, к.г.-м.н., ИМин УрО РАН, г. Миасс.

*Чернышев Николай Михайлович*, член-корр. РАН, ВГУ, г. Воронеж.

*Тишкин Алексей Алексеевич*, д.г.-м.н., профессор, АГУ, г. Барнаул.

*Яблонский Леонид Теодорович*, д.и.н., профессор, ИА РАН, г. Москва.

### **Техническое сопровождение**

*Анкушев М.Н.*, ИМин УрО РАН, г. Миасс.

*Баженов Е.А.*, ИМин УрО РАН, г. Миасс.

*Блинов И.А.*, ИМин УрО РАН, г. Миасс.

*Бусловская О.Л.*, ИМин УрО РАН, г. Миасс.

*Тютев Я.М.*, ЮУрГУ, г. Миасс.

*Садыкова Р.З.*, ИМин УрО РАН, г. Миасс.

## ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОАРХЕОЛОГИИ

*В.В. Зайков<sup>1</sup>, А.Д. Таиров<sup>2</sup>, Е.В. Зайкова<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, [zaykov@mineralogy.ru](mailto:zaykov@mineralogy.ru)  
<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск,  
[sarmat-2007@mail.ru](mailto:sarmat-2007@mail.ru)*

### Геоархеология благородных металлов Центральной Евразии

Целью статьи является анализ данных об источниках золота и использовании золотосодержащего сырья для производства ювелирных изделий в эпоху бронзы и раннего железного века. Рассмотрены приемы геоархеологических исследований, связанных с позицией древних рудников и курганов, содержащих золотые изделия. Фактический материал получен при изучении археологических памятников в Уральском, Казахстанском и Алтае-Саянском регионах. Работы включали геолого-минералогическое исследование древних рудников, изучение состава золота в артефактах и определение вероятных мест добычи на основании минералого-геохимических индикаторов. В качестве таковых использованы гистограммы распределения состава золота в рудах и ювелирных изделиях, сопоставительные диаграммы пробности золота с учетом микровключений платиноидов. Последние являются свидетельством разработки россыпей золота, связанных с зонами глубинных разломов, которые содержат массивы гипербазитов. Основным параметром при сопоставлении принята пробность, которая измеряется в промилле (‰).

Изучение состава минералов благородных металлов в рудах месторождений и золотых изделиях выполнены двумя главными методами: рентгеноспектральным и рентгенофлуоресцентным. Рентгеноспектральный анализ (РСМА) выполнен в Институте минералогии УрО РАН на трех приборах: РЭММА 202М с энергодисперсионной приставкой (аналитик В.А. Котляров), Tescan Vega 3 sbu (аналитик И.А. Блинов) и микроанализаторе JEOL 733 (аналитик Е.И. Чурин). Исследование состава руд и артефактов рентгенофлуоресцентным методом выполнено на приборе INNOV-X α-4000 (аналитики П.В. Хворов, И.А. Блинов, операторы А.М. Юминов, А.Д. Таиров, М.Н. Анкушев). Обзор выполненных ранее исследований рудников, состава золотых изделий и платиноидов дан в работе [Зайков и др., 2012].

#### Древние рудники

Фиксированное начало добычи золота на исследуемой территории относится к первой половине II тыс. до н.э. (андроновский этап бронзового века, 2000–1500 лет до н. э.). С этим периодом связаны первые находки в курганах изделий из золота и серебра во всех регионах. Разработка месторождений носила прерывистый характер, что установлено по неравномерному распределению золотых предметов в разновозрастных захоронениях.

**Уральский регион.** Выявлено 8 древних рудников, в которых добывались руды золота и серебра (рис. 1). Разрабатывались зоны окисления на колчеданных месторождениях Баймакского района и Мугоджар, а также золото-кварцевые жилы в районе рудников Таш-Казган и Никольский. На колчеданных месторождениях золотоносные породы залегают в нижних горизонтах зон окисления, где обычно развиты сыпучки с аномальными содержаниями металла. Наиболее богатыми являются азурит–малахитовые руды с выделениями золота поперечником до 5 мм. Самые крупные карьеры выявлены на Дергамышском и Ишкининском рудниках.

На Южном Урале установлено 11 россыпных зон, шесть из которых содержат платиноиды. Известно о находке в золотоносных песках в десяти пунктах бронзовых и каменных кирок. Учтена добыча 240 т золота. Примерная цифра добычи золота в древности из россыпей по методике [Quiring, 1948] оценена в 24 т.

**Казахстанский регион.** На территории Казахстана установлено 12 древних рудников по добыче руд золота и серебра.

Древние рудники Бестобе и Степняк достигали несколько сотен метров длины и 30 м глубины. Наряду с открытыми выработками были и подземные в виде дудок, уклонов, рассечек и штреков; для укрепления выработок оставались целики. Объектами разработки служили участки кварцевых жил с содержанием 20–150 г/т золота. Сделаны многочисленные находки горных и рудодробильных орудий, каменных ступок и пестов близ мест дробления, обогащения и промывки руд. Выявлены и поселения древних рудокопов и металлургов с насыщенным культурным слоем. [Маргулан, 2001].

Многочисленные древние карьеры на Майкаине представляли собой большие заплывшие разрезы, которыми была вскрыта золотоносная зона окисления. Бурые железняки имели мощность 10–15 м, ниже залежали разнообразные песчаные сыпучки, образовавшиеся при окислении сульфидных руд. В верхних горизонтах преобладали скорлуповато-натечные разности гидроксидов железа, содержащие самородное золото. Они сменялись железняками ячеистого сложения, образованными смесями в различных пропорциях гетита, гематита, гидrogематита. Содержания в бурых железняках золота 5–10 г/т и серебра 100–200 г/т.

**Алтае-Саянский регион.** Известны данные о 23 древних рудниках на Салаире и в Рудном Алтае, где разрабатывались зоны окисления колчеданно-полиметаллических руд с высокими содержаниями золота и серебра. К этому же типу относятся остатки карьеров на Маинском колчеданном месторождении в Хакасии и Кызыл-Ташском в Туве.

На Рудном Алтае признаки добычи в древности золотых руд установлены на Змеиногорском руднике. Во время добычных работ VIII века здесь найден скелет рудокопа, при котором был кожаный мешок с золотоносными охрами [Максимов, 1977]. На нескольких месторождениях в Лениногорском и Зыряновском районах с колчеданно-полиметаллическими рудами также были выявлены признаки древних чудских копей.

Маинский рудник имеет вид оплывших карьеров диаметром 20–40 м и глубиной 5–10 м на западном фланге рудного поля. В составе зоны окисления отмечены бурые железняки, охры, опалы, кварцевые сыпучки. Мощность тел, сложенных продуктами окисления, варьирует от 4 до 20 м при протяженности 150–290 м. Они выклиниваются на глубине 100 м от поверхности. Установленные содержания золота в бурых железняках и опалита – 3–4 г/т, но по опыту работ на Майкаинском месторождении можно предположить, что в сыпучках были гораздо выше.

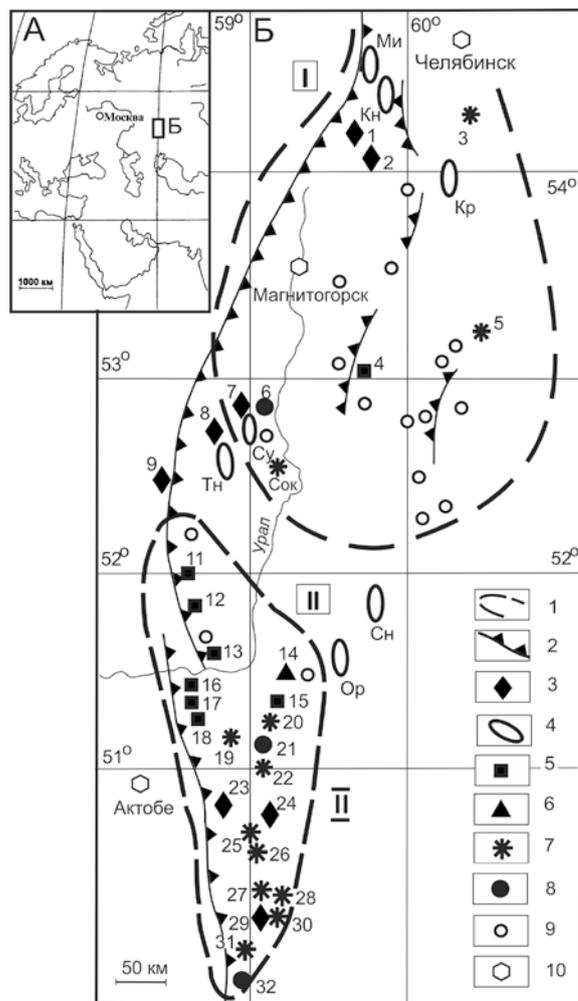


Рис. 1. Схема размещения древних рудников и поселений на Южном Урале.

1) примерные границы горно-металлургических центров, в которых добывали в древности золото (I – Зауральского, II – Мугоджарского); 2) фрагменты глубинных раломов с массивами гипербазитов; 3) рудники по добыче золотых и серебряных руд; 4) места находок древних орудий труда в золотых россыпях; 5–8) древние медные рудники: 5) в гипербазитах, 6) в контактах гранитоидов, 7) в базальтовых комплексах, 8) в риолит-базальтовых комплексах; 9) поселения бронзового века; 10) основные города.

Древние рудники: 1 – Таш-Казган, 2 – Никольский, 3 – Кичигинский, 4 – Воровская яма, 5 – Новониколаевский, 6 – Бакр-Узяк, 7 – Султановский, 8 – Тукан, 9 – Сакмарский, 10 – Соколки, 11 – Ивановский, 12 – Дергамышский, 13 – Ишкининский, 14 – Еленовский, 15 – Ушкаттинский, 16 – Придорожный, 17 – Чудской, 18 – Чанчарский, 19 – Чиликтинский, 20 – Аралча; 21 – Кызыл-Кибачи; 22 – Баксайс; 23 – Юбилейный, 24 – Кенгияк, 25 – Жинишке; 26 – Куркудук; 27 – Пшенсай; 28 – Сарлыбай, 29 – Шуулдак; 30 – Актогай; 31 – Милы-Аши, 32 – Жамантау.

Места находок древних орудий труда в россыпях: Ми – Миасской, Кн – Кундравинской, Кр – Крестовоздвиженской, Су – Султановской, Тн – Таналыкской, Сн – Суундукской, Ор – Орской.

В Туве древние рудники установлены на колчеданных и медно-кобальтовых месторождениях [Сунчугашев, 1969]. На Кызыл-Торгском золото-колчеданном руднике сохранилось около 30 выемок и карьеров, 8 шлаковых отвалов и медеплавильное сооружение. Большинство выработок представляют собой округлые ямы диаметром 5–10 и глубиной 2–4 м. Они сопровождаются отвалами высотой 1–2 м. Одна выработка имеет вид глубокого карьера длиной 20 и шириной 10 м. Разведочным шурфом вскрыта шахта глубиной 12 м, от которой на трех горизонтах отходили короткие штреки длиной 5–7 м. В стенках выработок сохранились участки окисленных прожилково-вкрапленных руд, покрытых копотью – свидетельством проходки выработки на пожар.

Самый крупный шлаковый отвал имеет размеры 46×56 м. В его южной части вскрыта медеплавильня в виде ямы диаметром 1.1 м и глубиной 0.8 м. Она засыпана обломками пород, кусками медных шлаков, кусочками древесного угля. В раскопе обнаружены обломки литейных форм для изготовления ножей, тесел, украшений, а также медные капли и фрагменты сопел и керамики. Обломки керамической посуды с налепными валиками характерны для позднего этапа уюкской культуры (V–III вв. до н.э.), когда происходила интенсивная выплавка металла.

На территории Алтае-Саянского региона установлено 16 россыпных зон, в 10 из которых содержатся платиноиды. В Туве основными источниками золота для древнего населения являлись россыпи по рекам Кара-Хем, Бай-Сют, Хопто, Черной, Шанган. В них при разработке в XX веке были выявлены древние орудия труда.

**Условия древних разработок.** Важной особенностью горнорудной деятельности бронзового века является разработка во всех областях Евразийской горно-металлургической провинции зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений. Исходя из особенностей строения этих залежей, можно полагать, что данное обстоятельство вызвано их большим масштабом и большей доступностью по сравнению с иными источниками сырья. Зоны окисления являются неизменным элементом колчеданных месторождений в условиях аридного и семиаридного климата. Они залегают в головке мощных рудных тел вблизи поверхности, представлены легко разрабатывавшимися охрами, «сыпучками» и бурыми железняками. Такие зоны имеют обычную мощность несколько метров, площадь – сотни и тысячи м<sup>2</sup>. Эти данные получены по многим месторождениям колчеданного семейства на Алтае и Урале. Извлечение золота проводилось обычным методом промывки рудной массы. По сравнению с зонами окисления, на месторождениях других типов (золото-кварцевых, золото-сульфидно-кварцевых, золото-скарновых) рудные тела с видимым золотом имеют сложную морфологию и меньшие параметры (мощности сантиметры–первые метры). Соответственно, разработка их сложнее, и они служили источниками металла после того, как были отработаны зоны окисления.

#### **Состав золотых изделий из археологических памятников**

Золотые изделия были обнаружены в курганах разных эпох — от бронзового века до раннего средневековья. Наиболее известными являются элитные могильники Аржан, Филипповка I и II, Иссык, Шиликты. В последние годы вскрыты курганы с богатым золотым инвентарем во всех исследованных регионах (Кичигино, Перволючан, Магнитный, Таксай, Талды-2). По составу золото разделено на самородное (Cu менее 2 %), легированное (Cu 2–8 %) и рафинированное (Au 97–100 %).

**Уральский регион** (рис. 2). Прежде всего обращает на себя внимание различная пробность изделий, датированных эпохой бронзы и раннего железа (рис. 3). К могильникам, датированным бронзовым веком, относятся Степной, Чекатай и Ушкаттинский. В золотых изделиях преобладающая пробность находится в пределах 600–780 ‰. 15 памятников отнесены к раннему железному веку. В курганах Переволочан I и Яковлевка II сохраняется низкая пробность золота (580–800 ‰). Они располагаются вблизи Баймакского рудного района с золотоносными зонами окисления колчеданно-полиметаллических месторождений. Вторая группа археологических памятников, среди которых Кичигино, Филипповка, Магнитный имеют среднюю и высокую пробность (800–980 ‰). Пример сопоставления состава золота и руд месторождений (рис. 4).

**Казахстанский регион.** В Казахстане изделия из золота установлены при раскопках древних некрополей бронзового и раннего железного века. Представлены они личными украшениями (серьги, височные подвески, кольца, перстни, кулоны, ожерелья, гривны, диадемы и т.п.) и различными подвесками, накладками, нашивными и накладными бляшками, служившими для украшения одежды, деревянных и кожаных изделий, конской упряжи и оружия. Особенно представительные коллекции предметов из благородных металлов получены при исследовании крупных курганов кочевой знати I тысячелетия до н. э. Широко известны такие памятники как курган Иссык в Семиречье, курганы 2 и 3 могильника Талды-2, Шиликтинские курганы, Таксай I [Акишев, 1978; Бейсенов, 2011; Черников, 1965].

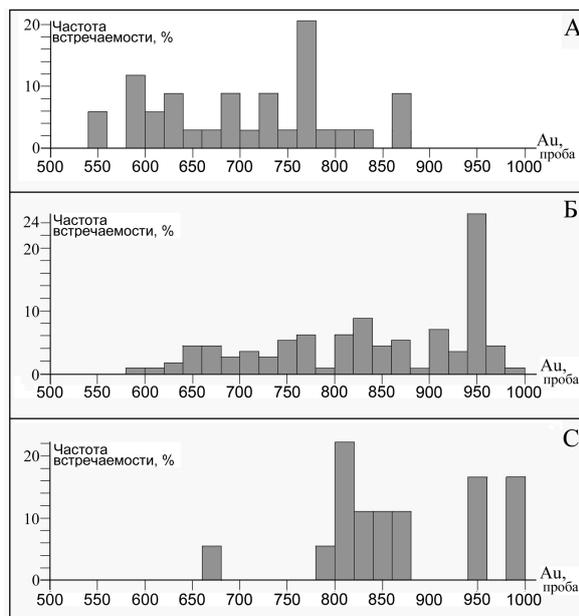


Рис. 2. Схема размещения исследованных археологических памятников на Южном Урале.

1–5) возраст памятников: 1) XV–XIII вв. до н.э.; 2) то же с включениями платиноидов; 3) VII–III вв. до н.э. с включениями платиноидов; 4) то же без включений; 5) III–IX вв. н.э. с включениями платиноидов; 6) фрагменты Главного Уральского (ГУР) и Восточно-Уральского (ВУР) разломов с массивами золотоносных гипербазитов; 7) основные города. Памятники с включениями платиноидов в золотых изделиях обозначены жирным шрифтом.

Рис. 3. Гистограммы состава золота из археологических памятников Урала

А – золотые изделия бронзового века (курганы Степной, Ушкатынский, Чекатай), 34 значения; Б – золотые изделия раннего железного века – до новой эры (курганы: Варненская группа, Б. Климовский, Переволочан I, курганы № 11 и 12, Переволочан II, курган № 3, Яковлевка II, Соржан-Кыстау, Прохоровка, Мавринский Увал, Филипповка, Кичигино) 114 значений; В – золотые изделия раннего железного века – новой эры (Магнитный, II Биктимировский, Крутая Гора) 18 значений.



Состав золотых изделий подчиняется той же закономерности, что и украшения Урала. Для курганов бронзового века (Джангильды, Сатан, Копа, Бозинген, Акимбек) характерны низкопробные украшения. Источником металла, видимо, являлись зоны окислений колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая и Майкаина. В курганах раннего железного века (Талды-2, Шерубай, Берел, Тарасу, Шиликты, Жалаулы) пробность изделий средняя и высокая. Особняком выделяется знаменитый курган Иссык с погребением «золотого человека» с пробностью золота 670–730 ‰. Источником руд для этих памятников являлись золото-кварцевые и золото-скарновые месторождения (Бестобе, степняк, Аксу и др.).

**Алтае-Саянский регион.** К бронзовому веку относятся могильники Чекановские, Фирсово, Рублево. В них изделия имеют пробность 600–800 ‰, а источниками сырья являлись близ расположенные зоны окисления колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая (рудники Змеиногорский, Лазурский, Новозолотушский). В курганах раннего железного века (Ханкаринский Дол, Инской Дол, Чинеты) сохраняется низкая пробность золотых изделий, по-видимому, продолжается разработка упомянутых рудников. Для других памятников (Бугры, Яломан) характерна высокая пробность золота. Источником сырья служили золото-скарновые и золото-кварцевые рудники Мурзинский, Сурич, Солонешный.

В Туве исследован состав двух археологических памятников Аржан и Догээ-Баары. Пробность изделий находится в пределах 750–920 ‰. Такой же состав имеет

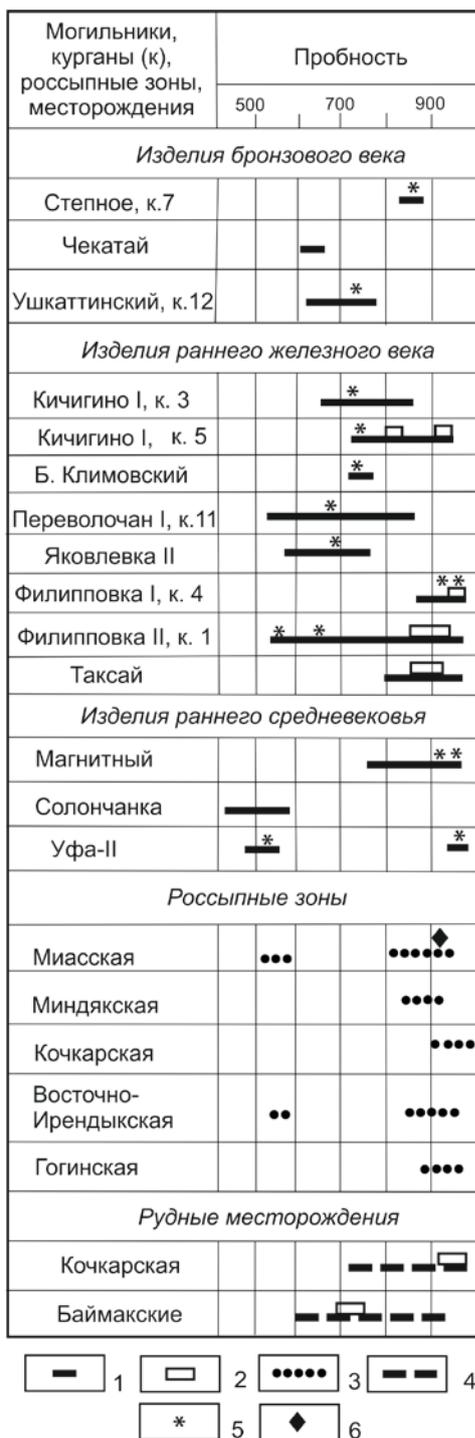


Рис. 4. Соотношение пробности золота в рудах месторождений и древних золотых изделиях Южного Урала.

1) изделия; 2) модальные значения; 3) россыпи; 4) руды месторождений; 5) позиция микровключений платиноидов; 6) позиция исследованных платиноидов из россыпей.

золото россыпей Байсют, Соруглуг-Хем, Алгияк, откуда и могло поступать золото. Незначительная часть металла добывалась в золото-полиметаллических рудниках (Кызыл-торг, Кызыл-Таш).

#### Микровключения платиноидов в древних золотых изделиях

В результате минералогических исследований получена информация о микровключениях платиноидов в археологических памятниках Центральной Евразии. Платиноиды относятся к минералам элементов платиновой группы (ЭПГ) и представлены металлами системы Os-Ir-Ru-Rh-Pt. Эти же минералы слагают микровключения платиноидов в древних золотых изделиях. Судя по округлой морфологии и широким вариациям состава большинства включений платиноидов, они были добыты в россыпях. Россыпное золото, содержащее платиноиды, использовалось древними ювелирами.

Сначала были установлены микровключения платиноидов в золотых изделиях Уральского региона. На основании геологических материалов показано, что их источниками являются россыпи, связанные с массивами гипербазитов. Сделанное в начальный период изучения золотых изделий из археологических памятников заключение, что аналогичные находки будут сделаны в Алтае-Саянском регионе, подтвердилось последующими работами [Дашковский, Юминов, 2012]. Платиноиды были выявлены и охарактеризованы в памятниках Алтая

(Ханкаринский Дол, Инской Дол) и Тувы (Аржан-2). Кроме этого, аналогичные находки были сделаны при изучении смежных территорий в Туркменистане (Гонур) и Северном Причерноморье (Фанагория).

Исследование состава платиноидов проведено рентгеноспектральным анализом с последующим определением позиции фигуративных точек на треугольных диаграммах Os–Ru–Ir–Pt (рис. 5). По составу платиноиды из исследованных коренных источников и россыпей Алтае-Саянского региона близки, и им аналогичны микровключения в золотых изделиях. Для Урала отмечено разнообразие микровключений: часть из них имеет пониженное содержание Os, а часть – Ir. На этом основании сделано предположение, что источником платиноидов в древних золотых изделиях являются два типа россыпей. Первые представлены россыпями, связанными с телами гипербазитов в кремнисто-базальтовых комплексах. Вторые приурочены к массивам в ксенолитах среди интрузий и испытавшим термальное воздействие.

Анализ приуроченности платиноидов к золоту определенной пробыности показал отличия для Алтае-Саянского и Уральского регионов. В первом практически все золото, включающее микровключения этих минералов (ЭПГ), имеет пробуность 500–720 ‰. На Урале наибольшее значение имеет золото с пробуностью 920–1000 ‰, в том числе и рафинированное.

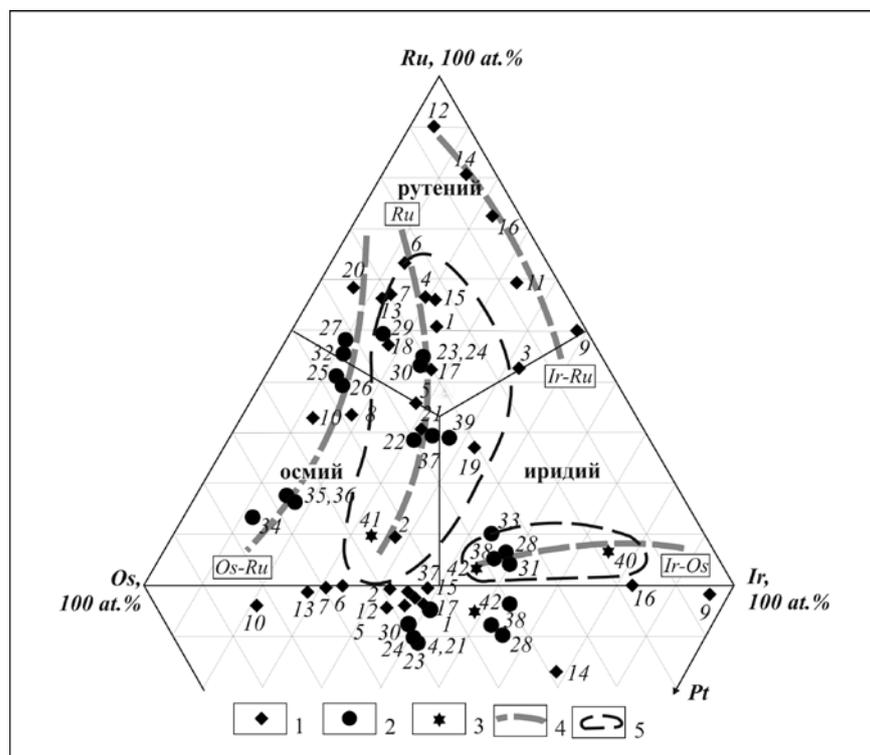


Рис. 5. Тройная диаграмма состава микровключений платиноидов из Филипповских могильников и месторождений Урала.

1) Филипповка I, курган № 1, 2) Филипповка I, курган № 4, 3) Филипповка II, курган № 1; 4) тренды составов микровключений осмия; 5) поля составов фигуративных точек осмия из россыпных месторождений золота и платиноидов Урала.

### **Проблема местных ювелирных мастерских и культурные связи регионов**

Большинство рассмотренных золотых изделий из исследованных памятников выполнены в «скифском зверином стиле». Часть из них была импортной и готовилась в мастерских Средней Азии и Ближнего Востока. Наряду с этим на примере уральских драгоценностей можно полагать, что часть изделий производилась в местных мастерских.

Многие высокохудожественные золотые изделия из могильников Южного Приуралья были выполнены в традициях ахеменидского искусства [Трейстер, 2012]. Однако на ряде изделий искажены важные для классических ахеменидских произведений детали – налицо примитивизм в исполнении предметов. К этому можно добавить, что фольга, покрывающая «золотых» оленей из кургана 1 Филипповки I, изготовлена примитивным способом, а это было по силам кочевническим мастерам.

Трудно представить, что добытое на Урале золото сначала путешествовало в мастерские ахеменидских сатрапий, было использовано для получения изделий, а потом вернулось обратно и сохранилось в курганах. Ведь наряду Pt-содержащими россыпями Урала в различных местностях существовало много других источников золота, связанных с коренными и россыпными месторождениями. Многие из них не содержат платиноиды и известны на Кавказе, Украине, в Карпатах, Турции и Иране. Поэтому гораздо более вероятно, что уральские золотые предметы с включениями платиноидов сделаны из золота местных «гипербазитовых» россыпей, а значит вблизи курганов существовали ювелирные мастерские. Их обнаружение становится актуальной задачей. Наиболее вероятными участками, где мастерские оставили ощутимые следы, могли быть поселения, существовавшие в бронзовом веке. Небольшой «зацепкой» могут служить следы плавки золотосодержащих руд в поселении Каменный Амбар вблизи г. Карталы. Там в шлаке обнаружено расплавленное включение золота. Плавилась халькозинсодержащие руды, вероятным источником которых являлись зоны окисления колчеданных залежей.

### **Задачи дальнейших исследований**

Исходя из полученного материала сформулируем главные задачи дальнейшего исследования золота из древних изделий и руд месторождений.

1) Определение изотопно-геохимических особенностей геоархеологического вещества новыми методами (например, LA-ICP-MS). Эти методы позволят получить обширный набор геохимических индикаторов золота из разных археологических памятников и месторождений, чего, к сожалению, мы пока не имеем.

2) Определение критериев отличия импортных и местных изделий на основе выявленных минералого-геохимических и искусствоведческих индикаторов.

3) Выявление древних ювелирных мастерских, что требует специализированных поисковых археологических работ.

*Исследование выполнено в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к и гранта РФФИ 15-05-00311.*

### **Литература**

- Акишев К.А.* Курган Иссык. Искусство саков Казахстана. М.: Искусство, 1978. 136 с.  
*Бейсенов А.З.* Талды-2 и памятники раннесакского времени степной Евразии // Сакская культура Сарыарки в контексте изучения этносоциокультурных процессов степной Евразии. Караганда, 2011. С. 14–20.

Дашковский П.К., Юминов А.М. Включения минералов платиновой группы в золотых изделиях из могильника Ханкаринский Дол (Алтай) // Вестник Новосибирского государственного университета, 2012. Т. 11. Вып. 7. Археология и этнография. С. 50–55.

Зайков В.В., Таиров А.Д., Зайкова Е.В., Котляров В.А., Яблонский Л.Т. Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Южного Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. 232 с.

Маргулан А.Х. Сочинения. Т. 2. Сарыарка. Горное дело и металлургия в эпоху бронзы. Джекказган – древний и средневековый металлургический центр (городище Милькудук). Алматы: Дайк-Пресс, 2001. 144 с.

Максимов М.М. Очерк о золоте. М.: Недра, 1977. 128 с.

Сунчугашев Я.И. Горное дело и выплавка меди в древней Туве. М.: Наука, 1969. 140 с.

Трейстер М.Ю. Ахеменидские импорты в Южном Приуралье. Хронология. Динамика. Состав. Мастерские. Местные подражания // Влияния хеменидской культуры в Южном Приуралье (V–III вв. до н.э.) М.: Таус, 2012. С. 268–282.

Черников С. С. Древнее горное дело в районе г. Степняк (по материалам обследования 1938 г.) // Известия АН КазССР. Серия Археология, 1948. Вып. 1 (46). С. 13–32.

Quiring H. Geschichte des Goldes. Die goldenen Zeitalter und wirtschaftlichen Bedeutung. Stuttgart: K. Enke Verlag, 1948. 318 p.

*А.Д. Таиров<sup>1</sup>, В.В. Зайков<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, sarmat-2007@mail.ru*

*<sup>2</sup>Институт минералогии УрО РАН*

### **Золотые изделия археологических памятников Центральной Евразии**

Исследование золотых изделий из археологических памятников Сибири, Казахстана и Урала позволило установить их состав и морфологические особенности. В работе использованы данные, полученные в Институте минералогии УрО РАН на приборе INNOV-X α 4000 (рентгенофлуоресцентный метод, аналитики П.В. Хворов, И.А. Блинов). Часть анализов выполнена рентгеноспектральным методом на приборах РЭММА 202М (аналитик В.А. Котляров), JEOL-733 (аналитик Е.И. Чурин). Учтены также материалы коллег по изучению украшений, выполненные в 1990–2013 гг. [Кузнецова, Мадина, 1990; Кузнецова, Тепловодская, 1994; Щербаков, Рослякова, 2000; Тишкин, Хаврин, 2006; Тишкин, Чугунов, 2008; Хаврин, Папин, 2006; Марсадоллов и др., 2013]. Микровключения платиноидов, присутствующие в золотых изделиях, охарактеризованы в статье [Зайков и др., 2015]. Данные о пробыности приведены в промилле (‰) [Петровская, 1973].

#### **Золотые изделия бронзового века**

Для анализа золотых изделий эпохи бронзы рассмотрены материалы археологических памятников трех регионов – Алтая, Казахстана и Южного Зауралья. На Алтае это материалы из могильников Чекановский Лог-2, Чекановский Лог-10, Рублево VIII и Фирсово-XIV. В Казахстане материалы для анализа получены из могильников Сатан, Копя, Акимбек, Нуркен, Бозинген в Центральном Казахстане и могильников

Джангильды 5 и Бестамак в Северо-Западном Казахстане. В Южном Зауралье проанализированы золотые изделия из могильника Ушкатты I, Степное 7, Чекатай.

*Золотые изделия эпохи бронзы Алтая (рис. 1)*

Все предметы из могильной ямы 2 могильника **Чекановский Лог-10**, а это подвески в 1.5 оборота, обоймы и «лапчатая» привеска, сделаны из весьма высокопробного близкого высокопробному и высокопробного самородного золота (пробность 911–959). Из такого же золота сделана и привеска в 1.5 оборота из могилы 28. На предмет из могилы 4 пошел самородный электрум (пробность 665), все остальные проанализированные украшения (серьги разного типа, обойма и «лапчатая» привеска) из разных могил этого некрополя изготовлены из самородного низкопробного золота (пробность 701–800).

Для создание украшений, найденных в могильной яме 41 могильника **Чекановский Лог-2** использовался электрум (пробность 627–665), причем как самородный (с содержанием меди до 2 %), так и легированный, т.е. с преднамеренной добавкой меди в расплав. Из самородного электрума (пробность 580) сделана серьга с раструбом из могильника Березовка I.

Большинство предметов (обоймы, «лапчатая» привеска, подвески в виде конуса и в 1.5 оборота, серьга трубчатая) из могильника **Фирсово-XIV** сделаны из самородного или легированного электрума. Некоторые предметы, такие как подвески в 1.5 оборота из могил 292 и 297, «лапчатая» подвеска из могилы 297, сделаны из низкопробного золота (пробность 741–770), а пронизка из могилы 213 – из весьма высокопробного самородного золота (пробность 980). Интересно отметить, что три остальных проанализированных предмета из могилы 213 изготовлены из электрума (пробность 614–675). В могиле 297 из трех проанализированных предметов два – сделаны из низкопробного золота (пробность 741–760), а один – из электрума (пробность 594).

В могильнике **Рублево-VIII** часть украшений (серьги трубчатые и с раструбом, пронизки, подвеска в 1.5 оборота, «лапчатая» привеска) сделаны из самородного электрума (пробность 668–695), часть (серьги с раструбом и трубчатые, «лапчатая» привеска) – из низкопробного самородного или легированного золота (пробность 716–794). Отдельные предметы (серьга трубчатая и пронизка) из легированного золота средней пробности (828–831). Причем в могиле 85 из восьми проанализированных предметов три – сделаны из низкопробного самородного золота, один – из легированного золота средней пробности, остальные – из самородного электрума.

Таким образом, на Алтае в эпоху бронзы для создания украшений главным образом использовались самородный или легированный электрум и низкопробное самородное золото. На этом фоне выделяется могильник Чекановский Лог-10, где почти половина предметов сделана из самородного высокопробного золота. Какой-либо корреляции между типом украшения и пробностью золота не отмечено.

*Золотые изделия эпохи бронзы Казахстана (рис. 2)*

В Центрально-Казахстанском могильнике **Сатан** для создания большинства украшений использовалась фольга, изготовленная из электрума, в основном, легированного (пробность 496–578). Лишь два предмета из восьми сделаны с использованием фольги из самородного или легированного низкопробного золота (пробность 737–740). Ту же картину мы видим и в могильнике **Копя**, где из четырех предметов три – изготовлены с использованием фольги из самородного или легированного электрума (пробность 509–629), а на четвертый пошла фольга из низкопробного легированного

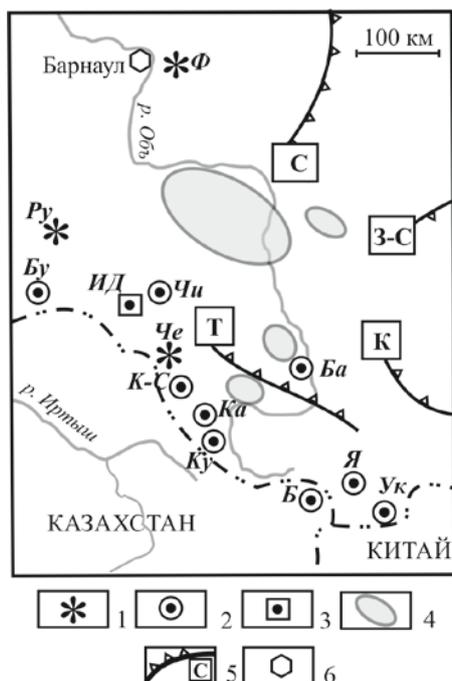


Рис. 1. Схема расположения золотоносных курганов, по которым опубликованы сведения о составе золота (западная часть Алтае-Саянского региона).

1–3) археологические памятники, по которым опубликованы сведения о составе золота: 1) бронзового века, 2) раннего железного века, 3) раннего железного века с микровключениями платиноидов; 4) россыпные зоны; 5) глубинные разломы с массивами платиноносных гипербазитов (С – Салаирский, З-С – Западно-Саянский, Т – Теректинский, К – Курайский); 6) основные города.

Наименования археологических памятников: Ф – Фирсово XIV, Ру – Рублево VIII, Бу – Бугры, ИД – Инской Дол, Ханкаринский Дол, Чи – Чинета, Че – Чекановские, К-С – Кок-Су-1, Ка – Катонский, Ку – Курту V, Ба – Башадар-2, Б – Берел, Я – Яломан; Ук – плато Укок – Ак-Алаха, Верхний Кальджин, Кутургунтас.

золота (пробность 722). Из электрума сделана фольга, покрывающая две обоймы из могильника **Акимбек** (пробность 667 и 688). Подвеска в 1.5 оборота из могильника **Ташик** изготовлена с использованием фольги из низкопробного (768) самородного золота, для такой же подвески из могильника **Нуркен** применена фольга из легированного золота средней пробности (813). В могильнике **Бозинген** половина украшений выполнена с использованием фольги из легированного электрума (пробность 604–697), вторая половина – из низкопробного самородного или легированного золота (пробность 717–791).

Таким образом, в Центральном Казахстане для производства украшений применялась фольга, полученная из самородных или легированных электрума и низкопробного золота и лишь изредка из легированного золота средней пробности.

По пробности золота, применяемого для создания украшений, от памятников Центрального Казахстана не отличается могильник **Джангильды 5** в Северо-Западном Казахстане. Здесь при создании шести предметов была использована фольга, сделанная из легированного или самородного электрума (пробность 617–673), а для двух – из низкопробного легированного и самородного золота (пробность 719–739).

По составу золота от выше описанных памятников Казахстана отличается могильник **Бестамак** в Тургайской впадине. Здесь лишь один предмет сделан с использованием фольги из легированного электрума (пробность 646). На создание трех предметов пошла фольга из легированного или самородного низкопробного золота (пробность 699–735). Пять предметов сделано с использованием фольги из самородного или легированного золота средней пробности (825–886).

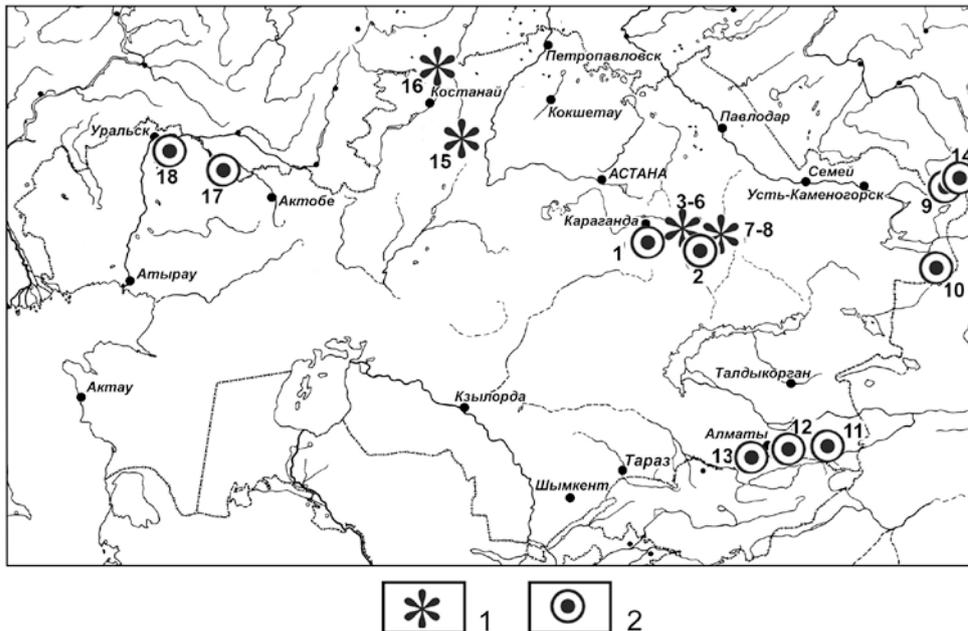


Рис. 2. Схема размещения исследованных археологических памятников в Казахском регионе.

1) – памятники бронзового века (могильники): 3–6 – Копа, Нуркен, Сатан, Ташик; 7–8 – Акимбек, Бозинген; 15 – Бестамак; 16 – Джангильды; 2) памятники раннего железного века: 1 – курган Шерубай; 2 – могильник Талды-2; 9 – могильник Тарасу; 10 – могильники Шиликты и Шиликты 2; 11 – Жалаулинский клад; 12 – курган Иссык; 13 – Каргалинский клад; 14 – могильник Берел; 17 – Покровский курган; 18 – могильник Таксай.

Таким образом, в Казахстане в эпоху бронзы, также как и на Алтае, для создания украшений использовалась фольга, изготовленная из электрума и низкопробного золота и лишь изредка из золота средней пробы. И лишь в могильнике Бестамак более половины предметов сделаны с использованием фольги из золота средней пробы.

Следует подчеркнуть, что в Казахстане фольга, идущая на однотипные украшения, изготавливалась из золота разной пробы.

#### *Золотые изделия эпохи бронзы Южного Зауралья*

В могильнике **Ушкатты I** на покрытие двух височных колец пошла фольга из легированного электрума (пробность 624 и 633), двух подвесок – низкопробное легированное золото (пробность 766 и 784), еще на одну подвеску – самородное золото средней пробы, но близкое низкопробному (пробность 802). Золото средней пробы (869) пошло на изготовление серьги из могильника **Степное 7**. В украшениях могильников Ушкатты I и Степное 7 выявлены микровключения платиноидов (осмия иридиево-рутениевого) среди золота низкой и средней пробы.

В кургане 1 могильника **Чекатай** три из четырех предметов сделаны с использованием фольги из самородного или легированного электрума (пробность 687–690). На четвертый же пошла фольга из низкопробного (724) самородного золота. Таким образом, в Южном Зауралье из 11 проанализированных украшений 5 – сдела-

но с применением фольги из электрума, 4 – низкопробного золота и 2 – золота средней пробы.

Итак, на Алтае, в Казахстане и Южном Зауралье в эпоху бронзы для создания украшений, в первую очередь, использовалась фольга, изготовленная из электрума, во вторую – фольга из низкопробного золота, изредка применялась фольга из золота средней пробы. На этом фоне выделяется алтайский могильник Чекановский Лог-10, где почти половина предметов сделана из самородного высокопробного золота. Какой-либо корреляции между типом украшения и пробностью золота не отмечено, т.е. фольга, идущая на однотипные украшения, изготавливалась из золота разной пробы.

### Золотые изделия раннего железного века

Анализ золотых изделий раннего железного века основывается на материалах археологических памятников Алтая, Тувы, Казахстана и Южного Урала.

Памятники Алтая раннего железного века, по которым получены данные о составе золота, разделены на две группы. Первая включает отдельные курганы и могильники северо-западных предгорий Алтая (Бугры, Ханкаринский Дол, Инской Дол, Чинеты II), вторая – памятники Горного Алтая (Ак-Алаха-1, Ак-Алаха-2, Ак-Алаха-3, Кутургунтас, Кальджин IV, Верх-Кальджин II, Ак-Кол на плато Укок, Яломан, а также Берел и Тарасу в казахстанской части Алтая).

#### *Золото изделий из курганов северо-западных предгорий Алтая*

Памятники Алтая раннего железного века, по которым получены данные о составе золота, разделены на две группы. Первая включает отдельные курганы и могильники северо-западных предгорий Алтая (Бугры, Ханкаринский Дол, Инской Дол, Чинеты II), вторая – памятники Горного Алтая (Ак-Алаха-1, Ак-Алаха-2, Ак-Алаха-3, Кутургунтас, Кальджин IV, Верх-Кальджин II, Ак-Кол на плато Укок, Яломан, а также Берел и Тарасу в казахстанской части Алтая).

Изделия из золота в курганах 1 и 4 могильника **Бугры** представлены бляхами-нашивками разной формы, сделанными из фольги, пронизками, а также большим количеством фрагментов фольги. В целом, абсолютно преобладают изделия с использованием фольги из низкопробного самородного или легированного золота (пробность 705–794). На втором месте изделия с использованием самородного или легированного золота средней пробы (829–876) и в два раза меньше изделий с использованием самородного или легированного электрума (пробность 600–687). В целом, соотношение этих групп можно выразить пропорцией 4.5:2:1.

Следует заметить, что ювелирные изделия из центральной могилы кургана 4 сделаны из золота более высокой пробы, чем в могиле 6 этого же кургана. Здесь изделий из золота средней пробы столько же, сколько изделий из низкопробного золота и электрума вместе взятых. Причем золото средней пробы самородное, лишь в одной бляхе-нашивке содержится 2.24 % меди. Среди низкопробного золота преобладает самородное (соотношение самородного и легированного 7:4), электрум же, в основном, легированный (соотношение самородного и легированного 2:4). В могиле 6 этого кургана все проанализированные изделия и их фрагменты сделаны из низкопробного легированного золота.

*Чинетский археологический район.* Золотые изделия из могильника **Ханкаринский Дол**, в основном, представлены фольгой и отдельными изделиями из нее.

Использовалось исключительно легированное золото различной пробы, лишь один фрагмент фольги содержал самородное золото (Cu 1.77 %). Из 32 проанализированных предметов и их фрагментов лишь для шести была использована фольга из низкопробного золота (пробность 706–771). На изготовление всех остальных предметов пошла фольга из электрума (пробность 501–694).

Фольга и нашивки из кургана 1 могильника **Инской Дол** сделаны преимущественно (12 изделий из 18 проанализированных) из легированного электрума (пробность 575–699). Для пяти предметов использована фольга из низкопробного золота. Причем, низкопробное золото близкое электруму (пробность 704–725) легированное, а с пробностью 768 – самородное. Для одного изделия была использована фольга из высокопробного самородного золота (пробность 922), что является необычным для исследованных нами памятников северо-западных предгорий Алтая.

Особенностью золотых изделий Ханкаринский Дол и Инской Дол являются микровключения платиноидов в низкопробном золоте. Среди них установлены осмий иридиево-рутениевый, рутений иридиево-осмиевый, иридий рутениево-осмиевый.

Из 26 проанализированных предметов (нашивка, заколка, фольга, серьга, обкладка ножа, гривна и др.) могильника **Чинета-II** 15 изготовлено из легированного электрума (пробность 602–696), а 11 – из низкопробного легированного (лишь в одном случае – самородного), близкого к электруму золота (пробность 725–742).

Таким образом, в Чинетском археологическом районе, памятники которого (Ханкаринский Дол, Инской Дол, Чинета-II) датируются, в целом, V–III вв. до н. э., для изготовления украшений использовались преимущественно легированный электрум и близкое к нему легированное низкопробное золото. Этим они отличаются от расположенного в этом же регионе могильника Бугры, где использовалось преимущественно низко- и среднепробное самородное и легированное золото.

#### ***Золотые изделия из курганов Горного Алтая***

Курганы раннего железного века на плато Укок, в целом, датируются VI–II вв. до н. э. и относятся к пазырыкской археологической культуре. Проанализированные предметы представлены различными украшениями (серьги, пластины) и фрагментами фольги, покрывавшей в древности деревянные изделия. В целом, абсолютно преобладают (18 из 24) изделия и фольга из самородного или легированного электрума (пробность 435–697). Четырежды встречено низкопробное самородное или легированное золото (пробность 700–790), однажды (серьга из кургана 1 Ак-Алаха-1) – легированное золото средней пробы. Две пластины из конского нахвостника из кургана Ак-Алаха-2 изготовлены из совершенно нетипичного для Алтая легированного весьма высокопробного золота (пробность 962 и 963). Следует заметить, что для изготовления одинаковых украшений использовалось золото разной пробы. Так, одна серьга из кургана 1 могильника Ак-Алаха-1 сделана из легированного золота средней пробы (818), а вторая – из легированного электрума (пробность 632). На изготовление же серьги из кургана Кальджин IV пошло низкопробное, но близкое среднепробному, легированное золото (пробность 790).

Единственный проанализированный предмет (бляшка в виде кошачьего хищника) из кургана 23 могильника **Тарасу** в казахстанской части Алтая сделана из самородного золота средней пробы (892). Из легированного золота средней пробы сделана также фольга из могильника **Берел** (пробность 855–864) из этого же региона.

С носителями булан-кобинской культуры связан могильник **Яломан II**, датированный II в. до н. э. – I в. н. э. Проведенный анализ показал разнообразие используемого золота. Из 62 проанализированных предметов 13 сделаны из, в основном, легированного электрума (пробность 526–699), 23 – из, в основном, легированного низкопробного золота (пробность 713–792), 17 – из, в основном, самородного золота средней пробности (800–876), 4 предмета изготовлены из самородного высокопробного золота (пробность 909–939) и еще 5 предметов – из самородного высокопробного золота (пробность 957–990). Таким образом большинство предметов (40 из 62) сделаны из легированного низкопробного золота и самородного золота средней пробности. Следует отметить и разнообразие состава золота изделий из одного и того же кургана. Так, в кургане 46А из трех проанализированных круглых блях-нашивок одна сделана из самородного высокопробного (909) золота, одна – из легированного низкопробного (729) золота, а третья – из самородного электрума (пробность 665). Четыре такие же круглые бляхи-нашивки из кургана 48 изготовлены из легированного электрума (пробность 526), легированного низкопробного (752), самородного среднепробного (816) и самородного весьма высокопробного (961) золота.

Таким образом, в пазырыкское время на Алтае использовались, в основном, самородные или легированные электрум и низкопробное золото. Золото средней пробности использовалось гораздо реже. Изредка встречающиеся изделия из самородного высокопробного или легированного весьма высокопробного золота заставляют предполагать импорт из других регионов золота или изделий из него. Разнообразие состава золота в булан-кобинское время свидетельствует, на наш взгляд, о расширении источников его получения.

#### ***Золотые изделия из курганов Тувы***

В кургане **Аржан-2** (вторая половина VII в. до н. э.) большинство проанализированных предметов (7 из 11) сделаны с использованием самородного и, в одном случае, легированного золота средней пробности (пробность 809–868). В двух случаях фольга сделана из самородного высокопробного золота (пробность 908 и 912), близкого золоту средней пробности. Для двух предметов (бисер и фольга) использовано низкопробное самородное и легированное золото, близкое золоту средней пробности (788 и 790). Следует отметить, что для изготовления фольги использовалось низко-, средне- и высокопробное золото. В высокопробной золотой фольге выявлены микровключения платиноида (осмия иридиевого).

В близком по времени могильнике **Догээ-Баары II** на изготовление большинства (6 из 8) предметов пошло самородное золото средней пробности (812–892). Для двух предметов использовано самородное высокопробное золото (пробность 909–930). В более позднем кургане **Аржан IV** два предмета сделаны с использованием фольги из самородного золота средней пробности (874 и 896), а пектораль была сделана из самородного низкопробного золота (пробность 740).

Таким образом, в раннем железном веке в Туве использовалось преимущественно самородное золото средней пробности. Применялось, но гораздо реже, самородное высокопробное и низкопробное золото.

#### ***Золотые изделия из курганов Казахстана***

Рассмотрение изделий из золота Казахстана целесообразно, на наш взгляд, проводить по регионам: Центральный Казахстан (Талды-2, Шерубай), Восточный Казахстан (Шиликты, Шиликты 2) Семиречье или Жетису (Жалаулинский клад, курган Исык, Каргалинский клад). При рассмотрении же памятников внутри регионов мы будем придерживаться хронологического принципа.

**Курганы Центрального Казахстана.** Все проанализированные предметы из кургана 2 могильника **Талды-2** (первая половина VII в. до н. э.) изготовлены из самородного высокопробного золота (пробность 906–930) и золота средней пробности (814–895). Из первого сделано семь предметов, из второго – шесть. Причем, для изготовления пронизей в виде рифленых трубочек использовано как высокопробное золото (шесть предметов), так и золото средней пробности (три предмета). Из трех украшений в форме противопоставленных голов архара одно изготовлено из высокопробного золота (924), а два – из золота средней пробности (870 и 875).

В кургане 5 могильника **Талды-2** (вторая половина VII в. до н. э.) все предметы также сделаны из самородного золота. Но, в отличие от более раннего кургана 2, здесь подавляющее большинство предметов (13 из 20) изготовлены из золота средней пробности (839–883). На производство трех предметов пошло высокопробное золото (924–930), четырех – низкопробное (718–794). В синхронном кургану 5 могильника **Талды-2** кургане **Шерубай** все три проанализированных предмета сделаны из золота средней пробности, близкого высокопробному (пробность 889–896).

Таким образом, в раннем железном веке в Центральном Казахстане для изготовления украшений применялось прежде всего золото средней пробности, затем высокопробное золото и лишь потом низкопробное. Напомним, что в эпоху бронзы в этом регионе для производства украшений применялась фольга, полученная из самородных или легированных электрума и низкопробного золота и лишь изредка из легированного золота средней пробности.

**Курганы Восточного Казахстана.** Все проанализированные предметы из кургана 5 (конец VIII – первая половина VII в. до н. э.) и кургана 7 (VI–V вв. до н. э.) могильника **Шиликты**, а также кургана 1 могильника **Шиликты 2** (VIII–VI вв. до н. э.) изготовлены из самородного золота. Абсолютное большинство предметов (11 из 13) сделаны из высокопробного и весьма высокопробного золота (пробность 929–954). Лишь два предмета (зернь на пластине в виде рыбы и орлиноголовая бляшка из кургана 5 могильника **Шиликты**) изготовлены из золота средней пробности, но близкого высокопробному (пробность 895). Из высокопробного и весьма высокопробного самородного золота выполнены все шесть предметов из кургана **Байгетобе** могильника **Шиликты-3**, проанализированных в лаборатории Отдела цветных металлов Института геологии им. К.И. Сатпаева Республики Казахстан [Толеубаев, 2011, с. 164–165].

**Курганы Жетису (Семиречья).** Абсолютное большинство проанализированных изделий из **Жалаулинского клада**, большая часть предметов которого относится ко второй половине VIII – первой половине VII вв. до н.э., сделаны из самородного золота, лишь один наконечник ремня – из легированного. Использовалось преимущественно (8 предметов из 13) высокопробное золото (пробность 905–934), а также золото средней пробности (837–894).

Для изготовления украшений из кургана **Иссык** (начало IV в. до н.э.) применялось как самородное, так и легированное золото. Основным материалом для создания украшений было самородное или легированное низкопробное золото (пробность 703–799), из которого сделано более половины (18 из 33) проанализированных предмета. Из преимущественно самородного электрума высокой пробности (666–697) и преимущественно самородного золота средней пробности (803–879) сделано, соответственно, восемь и семь предметов.

Две проанализированные бляшки из **Каргалинского клада** (II в. до н. э. – I в. н. э.) изготовлены из самородного высокопробного золота (пробность 934 и 947).

Таким образом, в Семиречье в раннесакскую эпоху (VIII–VI вв. до н. э.), так же как и в Восточном Казахстане, использовалось высокопробное самородное золото, меньшее применение находило самородное золото средней пробы. Позднее, в IV в. до н. э., основным материалом для создания украшений стало самородное или легированное низкопробное золото, широко применялся и высокопробный электрум.

### *Золотые изделия из курганов Южного Урала (рис. 3).*

Археологические памятники раннего железного века Южного Урала достаточно четко разделяются на две территориальные группы – Южное Приуралье и Южное Зауралье.

**Южное Приуралье.** Географическое понятие Южное Приуралье охватывает территорию современного Западного Казахстана, западной части Оренбургской области и степные районы Приуральской Башкирии. Оба включенных в эту группу западноказахстанских памятника – курган 6 комплекса Таксай I и Второй Покровский курган – относятся к одному и тому же савроматскому периоду (конец VI–V вв. до н. э.) истории ранних кочевников Южного Урала.

Во **Втором Покровском кургане** из семи предметов шесть сделаны из самородного золота. Лишь в бляшка в виде морды тигра имеет в своем составе 2.2 % меди. Во второй такой же бляшке меди тоже довольно много – 2 %. В остальных изделиях количество меди не превышает 1.4 %. Формально пять предметов сделано из высокопробного золота (пробность 903–912), а два – из золота средней пробы (870 и 899). Однако второй предмет (бляшка в виде морды тигра) с пробностью 899 сделана из легированного золота, близкого к высокопробному. Интересно, что вторая такая же бляшка сделана из самородного золота с пробностью 904.

Из кургана 6 курганного комплекса **Таксай I** проанализировано 115 предметов, часть из которых оказалась составной, получено в общей сложности 125 пробы. Больше всего в анализах золота средней пробы (49 проб), причем абсолютно преобладает легированное (44 пробы). Чуть уступает ему высокопробное золото (41 проба) как самородное (12 проб), так и легированное (29 проб). Достаточно много и весьма высокопробного золота (33 пробы), причем преобладает самородное (24 пробы). И лишь два предмета (накладки 1 и 6) сделаны из низкопробного легированного золота.

Отметим, что все 26 проанализированных массивных бляшек в виде двух голов барана (БКМ 9241/13) сделаны из легированного золота средней пробы (839–865). Свастические малые бляшки (БКМ 9241/16 – 30 шт.) изготовлены из высокопробного и весьма высокопробного самородного и легированного золота (пробность 921–987). А вот на изготовление 16 крупных свастических бляшек (БКМ 9241/15) пошло самородное высокопробное золото (пробность 902–935) и легированное и самородное золото средней пробы (870–898). Все семь проанализированных нашивных бляшек (БКМ 9241/14) сделаны из легированного золота средней пробы (874–880). Одно и тоже золото пошло на изготовление четырех проанализированных нашивных бляшек (БКМ 9241/7) – самородное весьма высокопробное золото (пробность 969–971). Таким образом, мы видим, что для изготовления серийных украшений применялось золото одного или двух составов. Интересно также отметить, что фольга, обтягивающая ручку бронзового зеркала, имеет разный состав. У зеркала и внизу это самородное золото средней пробы (855 и 865), а середина – тоже золото средней пробы (824), но легированное (Cu 5%). Это может быть результатом воздействия вторичных минералов меди, поступающих из бронзы.



Рис. 3. Схема размещения исследованных археологических памятников на Южном Урале.

1–5) возраст памятников: 1) XV–XIII вв. до н.э.; 2) то же с включениями платиноидов; 3) VII–III вв. до н.э. с включениями платиноидов; 4) то же без включений; 5) III–IX вв. н.э. с включениями платиноидов; 6) фрагменты Главного Уральского (ГУР) и Восточно-Уральского (ВУР) разломов с массивами золотоносных гипербазитов; 7) основные города. Памятники с включениями платиноидов в золотых изделиях обозначены жирным шрифтом.

Не только разную пробность (от 914 до 927), но и разный состав, выражающийся в количестве меди и серебра, имеют части женского головного убора.

В савроматское время в Южном Приуралье широко применялось как самородное, так и легированное золото. Наиболее часто использовалось высоко- и весьма высокопробное золото, несколько реже золото средней пробности. Низкопробное золото почти не использовалось, не говоря уже об электруме.

К следующему, раннесарматскому, периоду истории ранних кочевников Южного Урала относится могильник **Филипповка I**, датированный концом V–IV вв. до н. э.

Все проанализированные украшения в погребении 2 кургана 1 сделаны из легированного золота. На создание абсолютного большинства предметов (32 из 44) пошло высокопробное золото (31 изделие с пробностью 904–950) и близкое к нему весьма высокопробное золото (шаровидная пронизь с пробностью 953). В этих изделиях содержатся микровключения платиноидов, которые относятся к четырем разновидностям – осмию рутениево-иридиевому, осмию иридиево-рутениеевому, рутению иридиево-осмиевому, рутению осмиево-иридиевому. Два предмета, игла и навершие с зернью сделаны из электрума (пробность 684–691); пять предметов, иглы – из низкопробного золота (пробность 727–792) и пять из золота средней пробности (806–887). Отметим, что анализ обкладки в форме медведя показал разный состав металла. Постамент – пробность 904, Au 89.6, Ag 6.8, Cu 2.8; левая половина – пробность 887, Au 87.9, Ag 6.8, Cu 2.7; правая половина – пробность 933, Au 93.3, Ag 4.0, Cu 2.7.

В кургане 4 могильника Филипповка I лишь в браслете с окончаниями в виде голов козлов отмечено самородное весьма высокопробное золото, все остальные из-

делия выполнены из легированного металла. Интересно, что анализ разных частей этого браслета дал разный результат. Если одна часть содержит Au 98.4 %, Cu 1.35 %, Fe 0.25 %, то другая часть – Au 94.8 %, Ag 2.5 %, Cu 2.75 %. Всего в кургане 4 проанализировано 39 предметов и получено 46 анализов. Лишь пряжка в виде льва и гривна с фигурами кошачьих из погребения 2 выполнены из золота средней пробы (разные части пряжки имеют пробу 855, 895 и 897, а разные части гривны – 852 и 878). Для браслета с окончаниями в виде голов козлов пошло, как отмечалось, весьма высокопробное золото. Все остальные предметы из этого кургана сделаны из высокопробного золота (проба 904–949), в том числе содержащие микровключения платиноидов (осмия рутениево-иридиевого, рутения иридиево-осмиевого, иридия рутениево-осмиевого).

В кургане 15 могильника Филипповка I все предметы сделаны из легированного золота. Причем, все 14 нашивок с орнаментом в виде оленей изготовлены из золота средней пробы (852–894). На три нашивки с перевернутыми оленями пошел электрум (проба 600–615).

Таким образом, в могильнике Филипповка I в курганах 1 и 4 абсолютное большинство предметов изготовлено из высокопробного и весьма высокопробного золота. В кургане 15 большинство украшений сделано из золота средней пробы. Похожую картину дает и рентгеноспектральный анализ: украшения из курганов 1 и 4 выполнены из высокопробного и весьма высокопробного золота. В кургане 29 этого же могильника из девяти предметов три сделаны из электрума (проба 499, 674 и 686), три – из низкопробного золота (проба 700, 706, 715), два – из золота средней пробы (826, 899) и один – из высокопробного золота (915). Чем объясняется такая разница в составе золота из разных курганов пока не ясно. Преобладание же легированного металла может свидетельствовать об изготовлении украшений в специализированных мастерских, занятых обслуживанием кочевников и производящих массовую продукцию.

Чуть более поздним времени, чем Филипповские курганы, но в рамках того же раннесарматского периода истории ранних кочевников Южного Урала, датируется могильник **Прохоровка** (IV–III вв. до н. э.), находящийся на севере Оренбургской области. Исследованная из этого могильника фольга изготовлена из преимущественно самородного низкопробного золота (проба 747–778).

Еще далее к северу, уже на территории лесостепной зоны Приуральской Башкирии, находится **Биктимировский II** могильник, датируемый III в. н. э. и относимый к кара-абызской археологической культуре. Три фрагмента фольги из этого могильника (5 экз.) изготовлены из самородного золота средней пробы (834–863), а два из серебра.

**Южное Зауралье.** Географическое понятие Южное Зауралье охватывает территорию современной Челябинской области, Восточной (Зауральской) Башкирии, западных районов Курганской и Кустанайской (Республика Казахстан) областей.

Наиболее ранним памятником раннего железного века в Южном Зауралье является погребение в могильной яме 1 кургана 5 могильника **Кичигино I**, относимое к раннесакскому времени и датируемое второй половиной VII в. до н.э. Проанализировано 29 предметов (34 пробы). Использовалось почти исключительно самородное высокопробное (18 проб) и весьма высокопробное (12 проб) золото. Трижды отмечено легированное золото средней пробы и однажды зафиксировано низкопробное легированное золото (проба 717), которое содержит микровключения платиноидов (осмия рутениево-иридиевого). Интересно, что в низкопробном золоте две другие

пробы с этого предмета (малая оковка сосуда в виде стилизованной головы птицы) дали самородное высокопробное (945) и самородное весьма высокопробное (975) золото. Это явление зафиксировано еще в двух случаях: 1) в обкладке малой № 1 отмечено легированное золото средней пробыности (815) и самородное весьма высокопробное (954); 2) в накладке на сосуд № 2 зафиксировано легированное золото средней пробыности (854) и самородное высокопробное (948).

Раннесакским временем (VII–VI вв. до н. э.) датируется и погребение 2 кургана 2 **Варненской группы курганов**. Два найденных здесь наконсника сделаны из самородного золота средней пробыности (856 и 859).

Таким образом, в раннесакское время в Южном Зауралье использовалось преимущественно высокопробное и весьма высокопробное золото, реже золото средней пробыности и иногда низкопробное. Напомним, что в эпоху бронзы в этом регионе для создания украшений, в первую очередь, использовалась фольга, изготовленная из электрума, во вторую – фольга из низкопробного золота, изредка применялась фольга из золота средней пробыности.

В **Большом Климовском кургане**, относимом к савроматскому времени (конец VI – первая половина V в. до н. э.), найден фрагмент фольги из легированного низкопробного золота (пробность 753), в котором содержится микровключение группы платиноидов (рутения осмиево-иридиевого).

Следующая группа памятников относится к раннесарматскому периоду истории ранних кочевников Южного Урала (конец V–IV вв. до н.э.) и, в целом, синхронна могильнику Филипповка I. Это курган 3 могильника Кичигино I, курганы 11 и 12 могильника Переволочан I, курган 3 могильника Переволочан II, погребения кургана Яковлевка II, курган Соржан-Кыстау.

Обнаруженные в кургане 3 могильника Кичигино I предметы сделаны почти исключительно (7 из 8 проанализированных) из легированного золота. Пять предметов изготовлено из золота средней пробыности (819–852), два – низкопробного (728, 777) и один (фольга) из электрума (пробность 646). В низкопробном золоте, состав которого идентичен металлу из кургана 5 этого же могильника, содержится микровключение платиноидов (рутения осмиевого).

Из 10 проанализированных предметов из курганов 11 и 12 могильника **Переволочан I** шесть сделано из легированного, а 4 – из самородного золота. Преобладают изделия из легированного и самородного золота средней пробыности (6 предметов, пробность 811–871), два предмета (проволока и оковка деревянной чаши) сделаны из легированного электрума (пробность 632, 672), еще одна проволока вытянута из самородного высокопробного (909) золота, а серьга изготовлена из весьма высокопробного (958) золота.

В кургане 3 могильника **Переволочан II** из пяти проанализированных предметов два изготовлены из самородного электрума (пробность 618 и 671), один – из легированного электрума (пробность 583) и два – из легированного и самородного низкопробного (729 и 738) золота.

В кургане **Яковлевка II** лишь серьга № 1 со спиральным кольцом изготовлена из самородного низкопробного золота (777), остальные 8 предметов сделаны из легированного. Интересно, что серьга № 2 со спиральным кольцом изготовлена из легированного низкопробного золота (789). Вообще золото средней пробыности (810–872) пошло на создание четырех предметов, низкопробное (777 и 789) – двух (отмеченные выше серьги). Три найденные в кургане ворворки сделаны из электрума (пробность 656–681). Изделия из памятников Переволочанских и Яковлевского содержат мик-

ровключения платиноидов (осмия рутениево-иридиевого) в золоте средней пробыности.

Оба проанализированных предмета из кургана **Соржан-Кыстау** сделаны из легированного золота, но серьга выполнена из электрума (пробность 690), а застежка из золота средней пробности (827).

Таким образом, можно констатировать, что в раннесарматское время в Южном Зауралье использовалось преимущественно легированное золото средней пробности, реже электрум, еще реже низкопробное золото и лишь изредка высокопробное и весьма высокопробное.

Исследованный на юге Челябинской области курган 21 могильника **Магнитный**, давший материалы позднесарматского времени, датирован III в. н. э. Из 13 проанализированных предметов шесть сделано из легированного золота средней пробности (808–849), пять – из самородного весьма высокопробного золота (пробность 951–998), один – из самородного высокопробного (942) и один из легированного низкопробного (794), близкого среднепробному, золота. Причем бляшки одного и того же типа изготовлены из золота разной пробности. Так, на создание бляшек треугольной формы пошло золото средней пробности, высоко- и весьма высокопробное золото, а полусферические бляшки выполнены из высоко- и весьма высокопробного золота. В весьма высокопробном золоте присутствуют микровключения платиноидов, которые относятся к следующим разновидностям: осмию рутениево-иридиевому, осмию иридиево-рутеновому, иридию рутениево-осмиевому, иридию осмиевому.

Кулон с сердоликовой вставкой из кургана 3 **Друженского** могильника (III–V вв. н. э.) изготовлен из легированного золота средней пробности (861).

Для изготовления фольги и пластины из кургана с «усами» **Солончанка I** (V – первая четверть VI в. н. э.) был использован электрум. Причем пластина изготовлена из самородного электрума (пробность 669), а фольга обкладки седла и фигурки лошади – из легированного электрума (пробность 421 и 499).

Подводя итог анализу состава золота из памятников раннего железного века и раннего средневековья Южного Зауралья, отметим, что в раннесакское время использовалось преимущественно высокопробное и весьма высокопробное золото, в раннесарматскую эпоху – преимущественно легированное золото средней пробности, реже электрум. В позднесарматское время в одинаковой степени применялось как высокопробное золото, так и золото средней пробности. В начале эпохи средневековья использовался как самородный, так и легированный электрум. Для курганов ранне- и позднесарматского времени особенно характерны микровключения платиноидов, что свидетельствует о преобладающей добыче металла из россыпей.

Полученные в результате проведенного анализа выводы являются не более, чем предварительными и при увеличении источниковой базы несомненно будут уточнены.

*Исследования выполнены в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 33.2644 . 2014К и поддержаны грантом РФФИ 15–05–00311. Авторы благодарят за помощь Е.В. Зайкову, И.А. Блинова, В.А. Котлярова, П.В. Хворова, О.Л. Бусловскую.*

## 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, преобразование // Минералогия, 2015, № 2. С. 38–57.*

- Кузнецова Э.Ф., Мадина С.Ш.* Исследование древнего золота Казахстана // СА, 1990. № 2. С. 136–148.
- Кузнецова Э.Ф., Тепловодская Т.М.* Древняя металлургия и гончарство Центрального Казахстана. Алматы: Гьлым, 1994. 207 с.
- Марсадолов Л.С., Хаврин С.В., Гук Д.Ю.* Проба древнего золота Казахстана и Саяно-Алтая как временной и социальный индикатор // Теория и практика археологических исследований. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. № 2. С. 129–141.
- Петровская Н.В.* Самородное золото. М.: Наука, 1973. 345 с.
- Тишкин А.А., Хаврин С.В.* Использование рентгенофлуоресцентного анализа в археологических исследованиях // Теория и практика археологических исследований. Вып. 2. Барнаул. 2006. С. 74–85.
- Тишкин А.А., Чугунов К.В.* Начало исследований курганов на памятнике Бугры в предгорьях Алтая /// Труды II (XVIII) Всероссийского археологического съезда в Суздале. М.: ИА РАН, 2008. Т. 2. С. 86–88.
- Толубаев А.Т.* Итоги исследования памятников раннего железного века Тарбагатай и Жетысуского Алатау // Свидетели тысячелетий: археологическая наука в Казахстане за 20 лет (1991–2011). Алматы, 2011. С. 156–174.
- Хаврин С.В., Папин Д.В.* Исследование состава золотых андроновских украшений Алтая // Современные проблемы археологии России. Материалы Всероссийского археологического съезда. Т. II. Новосибирск, 2006. С. 388–390.
- Щербаков Ю.Г., Рослякова Н.В.* Состав золотых изделий, источников металла и способов их обработки // Феномен Алтайских мумий. Новосибирск: Изд-во ИАиЭ СО РАН, 2000. С. 179–187.

***Р.И. Костов***

*Горно-геологический университет, София, Болгария, rikostov@yahoo.com*

### **Золото и нефрит: примеры доисторических стандартов среди разных культур мира**

В 1972 году при раскопках в городе Варна (Варненский энеолитический некрополь, Болгария), был обнаружен большой золотой клад – это считается самым старым золотом (как клад) на планете. В некрополе было обнаружено около 2000 объектов почти чистого золота (23.5 карата) общим весом около 5.6 кг – золотые ожерелья, браслеты, диадемы и украшения разной формы [Иванов, 1975]. Были обнаружены и символические погребения (кенотафы) без скелетов. Обычно это глиняные маски размером с человеческое лицо и отделанные золотыми артефактами, которые обозначали например глаза, рот и зубы, а на лбу масок были поставлены золотые диадемы. Некоторые из кенотафов являются самыми богатыми по содержанию золотых и других артефактов. В некрополе было найдено множество каменных и медных орудий труда – разнообразные топоры и долота, а также ножи-пластины из кремня. Керамические артефакты (гончарные изделия) энеолита обычно были украшены. На них наносилось покрытие из графита или даже из золота (уникальные сосуды, где орнамент выполнен золотой краской). Среди бусинок для ожерелья отмечаются много различных минералов и биоматериалов – зеленый серпентинит (антигорит), крас-

ный сердолик (халцедон), белый мрамор, черный гагат и из ракушек беспозвоночных (Dentalium; Spondylus) [Костов, 2007].

Изучаются свидетельства наличия у представителей Варненской цивилизации возможной универсальной системы мер и весов [Костов, 2004; 2007]. Отмечается, что возможно существовала система измерения веса, поскольку найденные в большом количестве мелкие золотые бусинки весят одинаково, и вес разных артефактов из золота не разный, а в ряде случаев бывает одинаковым и кратным определенному числу (определенным значениям весов). Бусинки (бочкообразные и фасетированные) из кварца (сердолика) также имеют один и тот же вес – 0.4 грамма (ровно 2 карата в современной геммологии). Предлагается универсальная система мер с эталоном 1 ван (=2 карата; от первых букв *Варненского некрополя*). Среди мелких бусин из черного гагата также отмечается пропорциональность при изучении весов артефактов разных форм и размеров [Kostov et al., 2010].

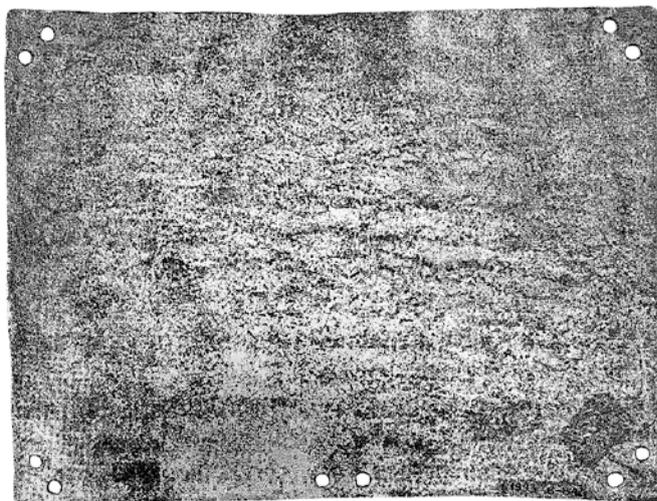
Можно также предполагать, что доисторические мастера, используя некое механическое устройство, овладели искусством огранки драгоценных камней (кварц – агат и сердолик). Ширина некоторых тщательно отполированных граней составляет примерно полтора миллиметра, а каждая из найденных в захоронениях сердоликовых бусинок имеет по 32 таких грани (первое константное и сложное фасетирование в мире) [Костов, 2007].

При изучении золотой пекторали (гроб №4; инв. №I-1993; рис. 1) из Варненского энеолитического некрополя было установлено наличие многих математических закономерностей, в том числе пропорции «золотого сечения» и «пифагорейские» треугольники [Smolenov, Michailov, 2010]. Автор определяет представителей «ауролитной» цивилизации из Варны как носителей эталонных стандартов – дающих фундаментальные знания о мире и космосе. Размеры этой золотой пластинки-пектораль – 173×134 мм, вес 257.27 г, состав (%): Au – 88, Ag – 12 и Pt 0.011 % [Русев и др., 2010]. В целом, внутри гроба №4 было обнаружено 48 предметов из золота, с суммарным весом 1554.7 г.

В 1987 году в гробнице в восточно-центральной части Китая (Линжятан, провинция Аньхой) среди различных артефактов была обнаружена нефритовая пластинка (на самом деле это также пектораль). Вдоль краев пластины просверлены небольшие отверстия для прикрепления к одежде; рис. 2). Пластина помещена внутрь нефритовой черепахи из двух частей [Chen, Zhang, 1989]. Эта пектораль из нефрита является одним из самых замечательных древних артефактов, которые археологи обнаружили в Китае в последние десятилетия. Большинство исследователей видят в узорах на пекторале символы космоса, солнца и звезд [Pankenier, 1998; Didier, 2009]. Размеры нефритового артефакта 110×82 мм (инв. № M4; возраст 3750–3000 до н.э.).

Центр узора интерпретируется как Солнце (звезда), а восемь стрелок (перья) указывают четыре главные и промежуточные направления мира (модель космоса на черепахе). На самом деле, нефритовая фигура как прямоугольник, подчиняется тем же закономерностям и пропорциям, которые описаны для золотой пекторали из Варны. Здесь узоры (включая круги) дают возможность исследовать еще много возможных геометрических зависимостей и пропорций.

Сходные сравнительные исследования были сделаны на примере других доисторических артефактов, так называемых «антропоморфных» амулетов, из кости или



*Рис. 1. Золотая пектораль (энеолит; Болгария)*



*Рис. 2. Нефритовая пектораль с узором (неолит; Китай)*

мрамора (Варненский энеолитический некрополь, Болгария) и из нефрита (неолитическая археологическая культура Хуншань, Китай) [Smolenov, Kostov, 2012]. Несмотря на расстояния, в отдаленных друг от друга доисторических культурах мира были созданы одинаковые по форме и по функциям артефакты (на них так же можно исследовать пропорции «золотого сечения»), в конкретном случае, возможно, выполняющие и навигационные функции.

В заключение, указанные примеры показывают наличие сходного мышления в освоении мира у доисторического человека. По отношению к драгоценному сырью, уже в бронзовом веке происходит четкое разделение, когда «запад» отдает предпочтение золоту, а «восток», в основном, продолжает «подчиняться» нефриту. Стандартизация предметов и создание эталонов (мер, вес, время) является одним из важных признаков цивилизации.

### Литература

- Иванов И.* «Золотой» некрополь Варны // *Природа*, № 2, 1975. С. 50–57.
- Костов, Р. И.* Праисторическа тегловна система при златните изделия от Варненския халколитен некропол // *Геология и минерални ресурси*, 2004. № 3, С. 25–28.
- Костов Р. И.* Археоминералогия на неолитни и халколитни артефакти от България и тяхното значение в гемологията. София: Изд. къща «Св. Иван Рилски», 2007. 126 с.
- Русев Р., Славчев В., Маринов Г., Бояджиев Й.* Варна – праисторически център на металообработката. Варна: Данграфик, 2010. 191 с.
- Chen J., Zhang J.* Preliminary examination of the jade pieces excavated from Hanshan // *Wenwu (in Chinese)*, 1989. № 4, P. 14–19.
- Didier J. C.* In and Outside the Square: The Sky and the Power of Belief in Ancient China and the World, c. 4500 BC – AD 200. Volume II. Representations and Identities of High Powers in Neolithic and Bronze China // *Sino-Platonic Papers*, № 192, 2009. 265 p.
- Kostov R. I., Kostova I., Pelevina O.* Coal (jet) beads from the Varna Chalcolithic necropolis (V mill. BC) in a prehistoric weight system // *Геонауки. Geosciences-2010. Proceedings. Bulgarian Geological Society, Sofia*, 2010. P. 177–178.
- Pankenier D. W.* The mandate of heaven // *Archaeology*, 1998. № 3–4. С. 26–34.
- Smolenov H., Kostov R. I.* On the interpretation of some prehistoric «anthropomorphic» bone and marble (Varna Chalcolithic necropolis – Bulgaria), as well as jade (Hongshan – China) amulets. Proceeding of the First International Symposium Ancient Cultures in South-East Europe and the Eastern Mediterranean «Megalithic Monuments and Cult Practices», Blagoevgrad, 11-14 October 2012, Blagoevgrad: Neofit Rilski University Press, 2012. P. 226–231.
- Smolenov H., Michailov H.* The Lost Aurolithic Civilization? Codes from a Black Sea Atlantis. Sofia: Megoart, 2010. 228 p.

**С.А. Григорьев**

*Институт истории и археологии УрО РАН, г. Челябинск, stgrig@mail.ru*

### Проблемы изучения древних металлургических шлаков Северной Евразии

Изучение металлургического производства Северной Евразии имеет длительную историю, связанную, главным образом, с научным коллективом, возглавляемым Е.Н. Черных [1966, 1970, 1976, 1978 и др.]. Эти работы базировались на типологическом и спектральном анализе металла. Но для решения вопросов сырья и технологии плавки руды эти методы недостаточны.

Шлаковые системы достаточно сложны, их изучение каким-то одним аналитическим методом не дает однозначного результата. Это вызывает необходимость использования серии методов, что делает даже исследование одного образца трудоем-

ким и дорогостоящим процессом. Но, учитывая возможные бракованные плавки и неоднородность материала, необходимо изучать хорошие серии шлака с каждого поселения или территории, в зависимости от исследовательских задач. Можно привести огромное количество примеров, когда использование ограниченных исследовательских приемов или анализ отдельных образцов давали ложный результат, хотя в рамках самого этого отдельно взятого метода, выводы были вполне корректны. Поэтому при исследовании шлаков эпохи средней бронзы Северной Евразии использовано несколько методов и изучены большие серии образцов (табл.).

За последние годы была проведена работа по изучению шлаков Северной Евразии. На основании анализов больших аналитических серий шлака с территории от Дона до Алтая и Средней Азии удалось разработать общую схему развития металлургии Северной Евразии [Григорьев, 2013]. Но в рамках этой школы имеет смысл обсуждать не ее, а отдельные типы шлаков, их культурный и технологический контекст.

Развитие металлургии в мире прошло много этапов от использования самородной меди до плавки медных окисленных, далее сульфидных руд и затем до производства железа. Но это развитие рудной базы требовало развития и усложнения технологических схем: от холоднойковки к плавкам при все более высоких температурах, переходу от тиглей к печам, управлению атмосферой в печи и многое другое. То есть это взаимосвязанные процессы, а не серия разнонаправленных инноваций, что должно обязательно учитываться в археометаллургических исследованиях.

Самая ранняя стадия плавки чистого малахита в тиглях практически во всем мире не отражена шлаковыми материалами, так как этот процесс почти не дает выхода шлака. Поэтому отсутствие шлака при наличии металла можно считать косвенным признаком подобной технологии. Правда, по примесям в меди отдельных изделий нельзя определить произведены они из самородной меди или выплавленной из малахита. Это позволяют делать лишь большие серии анализов [Rapp, 1982, p. 34, 35]. В Северной Евразии такую плавку можно предполагать для ямной и афанасьевской культур, а также для целого ряда энеолитических комплексов. Последние следы такой технологии сохранились в абашевской культуре Приуралья, где часть шлаков представлена низкотемпературными образцами. Это практически спекшаяся нерасплавленная порода с восстановившимися и не всегда расплавленными частицами меди.

Вероятно, такие плавки документируются и некоторыми ошлаковками энеолитических тиглей Урала, хотя их изучение пока и не выявило надежных рудных включений. В то же время, уже в энеолите появляются технология плавки первичного сульфида, халькопирита, и первые попытки легировать оловом. Но эта технология быстро исчезает, и до появления в конце СБВ синташтинской культуры в Северной Евразии доминирует маломощная металлургия, не основанная на шлаковых процессах.

Синташтинская металлургия резко отличается от иных в Северной Евразии преимущественной ориентацией на руды из ультраосновных пород, которые можно было плавить при не слишком высоких температурах (1200–1300 °С). В результате формируются шлаки с низкой вязкостью и хорошей оливиновой кристаллизацией. Часто маркером таких плавков выступают включения зерен хромита. Но объемы плавков были невелики: за одну плавку получали 50–130 г. меди. Судя по микронзондовому анализу включений хромитов, руду везли издалека, из Оренбуржья, при наличии

Таблица

**Анализы руды и шлака периода средней бронзы / всего по ЕАМП  
(включая ПБВ и РЖВ)**

Культуры и памятники	Кол-во образцов	Анализы						
		Спектр. анализ	Оптическая минералогия	Хим. анализ	РСА	Визуальное определение	РФА	СЭМ
<i>Синташта</i> руда шлак	96 193	93 130	3 175	8	6	92	3 7	155 341
всего	298	123	178	8	6	92	10	496
<i>Абашево</i> шлак	21	16	20				5	
всего	21	16	20				5	
<i>Рудники</i> руда шлак	14 4	14 2	4		4	13	6	
всего	18	16	4		4	13	6	
руда шлак обмазка	119 247 1	112 157 1	3 225	8	13	115		
всего	367/2331	270/1184	228/738	8/74	13/42	115/135	21/88	496
Всего анализов	1518/2628							

более богатых руд в ареале синташтинских городищ [Зайков и др., 2005]. Парадокс отчасти объясняется тем, что на стадии плавки руды производилось легирование мышьяко-никелевыми минералами, что хорошо показывают химические анализы шлака и руды. При использовании более богатых руд из кислых пород требуются более высокие температуры, и происходит возгонка мышьяка. Соответственно выбирались и металлообрабатывающие технологии: с предпочтениемковки с низкотемпературными отжигами и минимальным использованием литья [Дегтярева, 2010]. Это определяет и те типы изделий, которые можно таким образом изготовить. То есть, в данном случае мы видим неразрывную технологическую цепочку от добычи руды до конечного изделия. В плавку поступали окисленные руды с определенной долей вторичных сульфидов типа ковеллина и халькозина. Отчасти последнее, но в большей степени схема дополнительного дутья из колодца, которая эффективно генерировала монооксид углерода, вели к тому, что атмосфера плавки была восстановительной и потери меди очень низки.

В начале эпохи поздней бронзы в степи и лесостепи формируются срубная, петровская и алакульская культуры, воспринявшие многие синташтинские стереотипы, что приводит к чрезвычайному распространению металлургического производства, увеличению его объемов и переходу на плавку руд из более кислых пород, кварцевых жил и медистых песчаников. В шлаках это проявляется во включениях фрагментов кварца и в более кислом и вязком химическом составе. Расплавление руды требовало повышения температур, интенсификации дутья и, как следствие, вело к окислению шлака. В некоторых районах (в первую очередь, Оренбуржье и Центральный Казахстан) шлаки содержат огромное количество окисленных минералов, куприта и делафоссита. В иных случаях, если мы фиксируем в шлаке достаточное количество вторичных сульфидов или сохраняется синташтинская схема дутья, это проявляется в меньшей степени. Но везде это сопровождается ростом температуры, что делает невозможным прежнюю схему легирования. В результате, в химическом составе шлаков постепенно исчезает мышьяк.

Второй процесс – это распространение с востока плавки сульфидных руд. Это хорошо видно по включениям соответствующих минералов. С одной стороны, сера связывает избыточный кислород, что ведет к восстановительной атмосфере и способствует более эффективному производству меди. Это хорошо видно по характерным включениям фаялита и вюститита в шлаках этого типа. Но с другой стороны, экзотермальная реакция горения серы и большая длительность плавки не позволяют применять мышьяковое легирование в руду.

В результате всех этих процессов этот вид легирования надолго исчезает. Возможным дериватом его является легирование мышьяково-сурьмяными минералами, но это встречается не так часто. Зато появляется легирование оловом, которое осуществлялось уже в металл. В огромной изученной коллекции шлака олово в нем практически не встречается. Это ведет к появлению сложного тонкостенного втульчатого литья и иным режимам металлообработки, новым типам изделий. То есть, здесь мы опять видим принципиальную связь первоначального рудного сырья с типом изделия.

Таким образом, археометаллургические исследования, в отличие от исследований камня или керамики, требуют более комплексного подхода и массового применения различных аналитических методов. Но, кроме того, логику технологических трансформаций можно понять лишь с учетом изучения всех сторон производства: добычи руды, ее плавки, легирования, технологий металлообработки, типов изделий. При этом, если мы видим неожиданные изменения во всем этом сложном комплексе, то очень часто это является маркером миграционных процессов, так как заимствование его без непосредственного обучающего процесса невозможно. Поэтому изучение истории металлургии без понимания культурных и социальных процессов в широких рамках тоже невозможно.

## Литература

*Григорьев С.А.* Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 с. (<https://islandvera.academia.edu/StanslavGrigoriev>).

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

*Зайков В.В., Дунаев А.Ю., Григорьев С.А., Юминов А.М., Зданович Г.Б.* Минеральные индикаторы медных руд для древней металлургии Южного Урала // Археоминералогия и ранняя история минералогии. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 129–130.

*Черных Е.Н.* История древнейшей металлургии Восточной Европы. М.: Наука, 1966. 144 с.

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

*Черных Е.Н.* Древняя металлообработка на Юго-Западе СССР. М.: Наука, 1976. 304 с.

*Черных Е.Н.* Металлургические провинции и периодизация эпохи раннего металла на территории СССР // Советская археология, 1978, № 4. С. 53-82.

*Rapp G., 1982.* Native copper and the beginning of smelting: chemical studies // Early metallurgy on Cyprus, 4000 – 500 BC (ed. Muhly J. D., Maddin R., Karageorghis V.). Nicosia. P. 33–40.

*А.А. Тишкин*

*Алтайский государственный университет, г. Барнаул, tishkin210@mail.ru*

### **Использование портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра при изучении древних и средневековых изделий из цветного металла с территории Большого Алтая**

В археологическом плане территория так называемого Большого Алтая, в которую входят собственно Алтай, а также Монгольский и Гобийский Алтай, изучена неравномерно, хотя трудно переоценить значение этой области при реконструкции развития культуры и истории не только в Азии, но и на всем евразийском континенте. Рассматриваемый крупный регион обладает значительными рудными запасами цветных металлов. Именно данный фактор способствовал его освоению в период энеолита и дальнейшему использованию на протяжении многих веков.

Основная задача, стоящая перед современными исследователями, заключается в выявлении и изучении объектов горнорудного дела и металлургического производства, а также изделий и других материалов начиная с афанасьевского времени (2-я половина IV тыс. до н.э.) и до прихода русских рудознатцев, которые в своем промысле ориентировались на «чудские» копи. В данном процессе определенная роль отводится применению портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра ALPHA SERIES™ (модель Альфа-2000, производство США), который имеется в Алтайском государственном университете и используется сотрудниками кафедры археологии, этнографии и музеологии и недавно созданной Лаборатории междисциплинарного изучения археологии Западной Сибири и Алтая под руководством академика РАН А.П. Деревянко. Указанный прибор в комплекте со специальным стендом и КПК (карманным переносным компьютером) работает в двух программных режимах («Аналитический» и «Горнорудный»). Изначально анализатор рассчитан для установления химического состава материалов в промышленных условиях. Поэтому его необходимо было частично адаптировать под решение задач исследования древних и средневековых изделий из цветных металлов. В этом процессе участвовали заинтересованные коллеги из Института минералогии УрО РАН, а также представители фирмы-поставщика. В результате удалось отрегулировать количественное определение всех основных элементов, которые использовались мастерами при изго-

товлении различных изделий (медь, олово, мышьяк, свинец, золото, серебро, цинк, сурьма и др.).

О преимуществах и недостатках неразрушающего метода рентгенофлуоресцентного анализа, применяемого для изучения археологических находок, уже накоплено много информации [Ениосова, Митоян, Сарачева, 2008, с. 114–120; Черных, Луньков, 2009; Юминов и др., 2009; Тишкин, Серегин, 2011, с. 61–66; и др.]. Существенными преимуществами указанного портативного спектрометра является быстрота получаемого результата, а также возможность исследовать разные участки металлических предметов (особенно крупных), отходы бронзолитейного производства, сами руды, другие находки и материалы. Небольшие габариты прибора и его безопасность при эксплуатации позволяют проводить тестирования на выездах, в том числе за рубежом [Тишкин, 2014].

За период работы анализатора Альфа-2000 уже сформировалась представительная серия данных, основанных на тестировании поверхностей металлических изделий, которые обнаружены в археологических памятниках разных регионах Сибири, Казахстана и Монголии [Тишкин, 2011, 2014 и др.]. До недавнего времени наиболее слабоизученной частью Большого Алтая являлся Монгольский Алтай. Поэтому любые сведения о находках, полученных из этого региона, являются для исследователей важными. На протяжении последних десятилетий в Ховдском аймаке стали регулярно осуществлять работу экспедиции, в которых принимают участие сотрудники разных учреждений Монголии и России, а также других стран. Кроме обширных обследований, предпринимаются раскопки и сборы подъемного материала. Часть обнаруженных артефактов поступила в фонды Ховдского (краеведческого) музея и музея Ховдского государственного университета. Кроме того, в них переданы древние и средневековые изделия, случайно или специально найденные местными жителями. Эти материалы изучаются и последовательно вводятся в научный оборот [Тишкин, Мунхбаяр, 2011, 2013, 2014; и др.].

В настоящее время во многих местах Монголии жители увлечены добычей золота. Для этого они используют специальные поисковые приборы. В ходе таких работ, а также при зондировании археологических объектов обнаруживаются металлические вещи разных периодов истории. Частично познакомиться с такой деятельностью автору удалось во время одной из международных экспедиций. В долине р. Бодонч (Монгольский Алтай) имеются выходы кварца, в которых встречается самородное золото. Добытый драгоценный металл сдается в пункты приема, что обеспечивает определенный заработок. Кроме золота, находят и археологические предметы. Среди них часто попадаются бронзовые наконечники стрел, которые используются в качестве украшений брелков на ключах, в виде подвесок или амулетов. Находят медные ножи, железные изделия и другие металлические артефакты, которые не всегда оказываются доступными для исследований [Тишкин, Мунхбаяр, 2011]. Целенаправленная работа по изучению археологии Монгольского Алтая должна быть продолжена: особенно в области поиска древних рудных выработок и следов бронзолитейного производства как на территории Монголии, так и в Синьцзян-Уйгурском автономном районе Китая.

Необходимым направлением использования спектрометра стало изучение находок из цветных металлов, обнаруженных на территории Восточного Казахстана. Такая деятельность реализуется совместно с археологами Павлодарского государственного университета. Запланировано расширение данного направления. Важным является изучение находок и памятников Гобийского Алтая, Синьцзян-Уйгурского

автономного района Китая и Средней Азии [Чжан, 2013]. Для того, чтобы выполнить намеченную программу исследований необходимо сотрудничество с учеными из Казахстана, Китая и Монголии. В этом плане уже имеется определенный опыт взаимодействия и заинтересованность коллег.

Не менее важным является продолжение работ на российской территории Алтая, опираясь на имеющийся задел, а также на музейные коллекции. С помощью указанного прибора такая программа реализуется в нескольких направлениях (по археологическим культурам, отдельным категориям изделий, памятникам, музейным собраниям и т.д.). Отдельным проектом стало изучение предметов древней и средневековой тюркетики. В ее рамках тестируются металлические зеркала, а также украшения конской амуниции и поясная гарнитура. Эффективным является сплошное и многократное исследование всех деталей в любом из рассматриваемых комплектов. Особую сложность для работы представляют средневековые ювелирные изделия [Тишкин, 2014].

Накопленный массив показателей требует систематизации путем создания нескольких электронных баз данных. Такая перспективная деятельность потребует немало времени, но она обеспечит возможность для более широкого использования имеющихся сведений. Очень важно в этом плане наладить взаимодействие с учреждениями России и зарубежья, которые используют аналогичные спектрометры для научных целей.

Развитию программы использования рентгенофлуоресцентного анализа будет способствовать совершенствование приборной базы. Для этого в Лабораторию междисциплинарного изучения археологии Западной Сибири и Алтая Алтайского государственного университета приобретен стационарный рентгенофлуоресцентный спектрометр X-Арт М, который сделан в России (фирма-изготовитель «Комита»). Стоит надеяться, что сочетание двух приборов позволит не только сравнивать и контролировать результаты, но и более детально и эффективно изучать археологических находки. Полученная объективная информация позволит существенно продвинуться в процессе реконструкции особенностей технологического прогресса.

В ходе программных исследований обозначилась необходимость проведения геофизических изысканий на выявленных памятниках, связанных с горно-рудной и металлургической деятельностью древних и средневековых жителей Алтая и предгорий. Для выполнения данной задачи куплен геомагнитный градиентометр FOERSTER FEREX 4.032 DLG GPS (страна-изготовитель – Германия), а также другое оборудование, которое позволит более эффективно решать кратко обозначенные планы и направления большого международного проекта.

*Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки РФ (постановление № 220, № 14.Z50.31.0010).*

## Литература

1. Енисова Н.В., Митоян Р.А., Сарачева Т.Г. Химический состав ювелирного сырья эпохи средневековья и пути его поступления на территорию Древней Руси // Цветные и драгоценные металлы и их сплавы на территории Восточной Европы в эпоху средневековья. М.: Вост. лит., 2008. Ч. 2. С. 107–154.
2. Тишкин А.А. Опыт использования рентгенофлуоресцентного спектрометра при изучении древних и средневековых находок Сибири и Монголии // Труды III (XIX) Всероссийско-

го археологического съезда. СПб.; М.; Великий Новгород: Ин-т истории материальной культуры РАН, 2011. Т. II. С. 408–409.

3. Тишкин А.А. Результаты и перспективы использования портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра при изучении древних и средневековых металлов // Междисциплинарное изучение археологии Западной Сибири и Алтая. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. Вып. 1. С. 91–94.

4. Тишкин А.А., Мунхбаяр Ч. Находки из Монгольского Алтая // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2011. Вып. 2. С. 265–271.

5. Тишкин А.А., Мунхбаяр Б.Ч. Коллекция случайных находок из музея Ховдского государственного университета (Монголия) // Культуры и народы Северной и Центральной Азии в контексте междисциплинарного изучения. Томск: Том. ун-т, 2013. Вып. 3. С. 327–337.

6. Тишкин А.А., Мунхбаяр Ч. Рентгенофлуоресцентный анализ металлических ножей из музея г. Ховда (Монголия) // Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани. Казань: Отечество, 2014. Т. IV. С. 191–195.

7. Тишкин А.А., Серегин Н.Н. Металлические зеркала как источник по древней и средневековой истории Алтая (по материалам Музея археологии и этнографии Алтая Алтайского государственного университета). Барнаул: Азбука, 2011. 144 с.

8. Черных Е.Н., Луньков В.Ю. Методика рентгено-флуоресцентного анализа меди и бронз в лаборатории Института археологии // Аналитические исследования лаборатории естественнонаучных методов. М.: Ин-т археологии РАН, 2009. Вып. 1. С. 78–83.

9. Чжан Л. Металлургия в Синьцзяне в доисторическую эпоху: настоящее и будущее проекта // Современные решения актуальных проблем Евразийской археологии. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – С. 165–172.

10. Юминов В.В., Зайков В.В., Таиров В.В., Гуляев В.В., Хворов П.В. Рентгенофлуоресцентный и микронзондовый анализ древних золотых изделий // Роль естественно-научных знаний в археологических исследованиях. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2009. С. 102–106.

*Д.С. Тупахин*

*Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа  
«Научный центр изучения Арктики», г. Салехард, dantupahin@gmail.com*

### **Аллювиальные отложения территории Ямало-Ненецкого национального округа: археологический контекст**

Адекватное понимание фактов древней истории, отразившихся в остатках материальной культуры, несомненно, требует восстановления контекста, в котором эта материальная культура была сформирована. Таким контекстом, в частности, является среда обитания, современная человеку древности. Природное окружение задает специфику экономического уклада древних обществ, поскольку именно оно несет в себе набор заданных априори условий, к которым человек древности вынужден приспособляться. Изучением этих условий занимается не одно поколение исследователей, сформировавших к настоящему времени целое направление, за которым в отечественной науке закрепился термин «палеоэкологические исследования» (или «environmental archaeology» в западной науке) [Клейн, 2011]. Значительную инфор-

мацию об особенностях древней окружающей среды, обусловивших, в том числе, динамику расселения человека в древние эпохи, можно получить из анализа геологических особенностей рассматриваемого региона [Herz, Garrison, 1998]. Для иллюстрации этого положения составлена схема расположения четвертичных отложений и археологических памятников в окружении Обской губы (рис.).

Автору уже приходилось использовать методы геологии в оценке целесообразности археологических разведок, данная работа является продолжением этого исследования [Тупахин, 2014].

Выбор места для долговременных комплексов, связанных с интенсивной хозяйственной деятельностью (постройка жилищ, изготовление стационарных объектов промысла, производство снаряжения и орудий труда) в условиях экономики, в основе которой лежит использование каменных орудий труда, связан с наличием ресурсов, составляющих орудийный комплекс. Так, для постройки жилищ и стационарных ловушек, необходимо определенное количество камня, из которого будут изготовлены топоры, тесла, стамески и прочие столярные инструменты для заготовки и обработки дерева. Для обеспечения себя пищей древнему человеку необходимы снасти и орудия промысла (каменные грузила, наконечники стрел и дротиков и т.д.), для обработки добытых продуктов и их заготовки впрок – резцы и ножи (для разделки), – скребки, скобели, иглы (для выделки шкур и пошива одежды). Учитывая обилие технических операций, с которыми приходилось сталкиваться человеку, а также невысокую прочность и достаточно быстрый износ каменных орудий, можно утверждать, что такой тип экономики нуждается в источниках каменного сырья, за счет которых идет постоянное пополнение приходящих в негодность в ходе работы орудий. Исходя из этого, стоит ожидать, что обеспеченные каменным сырьем районы были предпочтительнее для ведения интенсивной экономики, а наличие пригодного к обработке камня является одним из ключевых условий, определяющих выбор мест для поселений, базовых стоянок, долговременных производственных комплексов.

В рамках рассматриваемой проблемы представляется целесообразным вкратце охарактеризовать технологические особенности сланцево-кварцевых индустрий, характерных для рассматриваемого нами региона. По сравнению с южными регионами, технология получения каменных орудий на севере обладает рядом существенных отличий. Так, из-за отсутствия в достаточном количестве кремня – классического сырья каменного века – обработка камня ориентирована на местное низкокачественное сырье, преимущественно сланцы и кварцы, в избытке встречающиеся в аллювиальных отложениях рек. Технология обработки кварца по большей части ориентирована на получение пластин и отщепов с подготовленных к расщеплению нуклеусов. Однако размеры пластин, их пропорции и формы зачастую сложно прогнозируемы из-за специфических особенностей кристаллического строения кварца, а орудия из него невзрачны и невыразительны [Косинская, Труфанов, 2006, стр. 20]. Обработка сланцевых пород, насколько можно судить по известным материалам, предполагает несколько технологических стратегий. Так, в одном случае, крупные плитки сланца расщепляются на пластины, из которых, в свою очередь, абразивной шлифовкой изготавливаются тонкие орудия с острой режущей кромкой (наконечники стрел, ножи, скребки и т.д.). В другом случае (при изготовлении массивных орудий – тесел и топоров) сланцевые орудия изготавливаются грубой ретушью из цельных галек, с последующей абразивной обработкой режущих кромок.



СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ОТЛОЖЕНИЙ

ГОЛОЦЕН (Q <sub>1</sub> )	am <sup>iv</sup>	Аллювиальные отложения пойменных террас. Сулеси, пески, суглинки, местами гравий, галька, валуны	■	Памятники эпохи неолита, ранней и поздней бронзы
	am <sup>iii</sup>	Аллювиально-морские (дельтаевые, пляжево-остuarные) отложения. Сулеси, пески, суглинки	●	Памятники эпохи мезолита
	am <sup>ii</sup>	Отложения лед. ваттов, морских пляжей. Сулеси, пески, суглинки		

Рис. Схема расположения археологических памятников в Ямало-Ненецком автономном округе.

В общем же виде, технология обработки кварцев и сланцев, основана на работе с мелковалунным (25–15 см в диаметре), крупногалечным (15–20 см в диаметре) средневалунным сырьем (50–25 см в диаметре), от 2 до 4 класса окатанности [Кулик, Постнов, 2009, стр. 14-15]. Четверичные отложения нижнего Приобья неоднородны по своему происхождению и генезису, среди них выделяется более 20 различных подразделений, однако наибольший интерес представляют аллювиальные отложения пойменных террас.

В результате археологических разведок, маршрут которых пролегал по береговой линии Оби, стало отчетливо видно, что большие участки береговых пляжей сложены песчаными и глинистыми грунтами, с небольшими включениями гравия, непригодного для использования в качестве исходного сырья каменных индустрий. Это наводило на идею использования специальной геологической литературы на этапе предварительной оценки районов исследования. Обращаясь к геологическим картам, в частности, к карте четвертичных отложений равнинной территории Ямало-Ненецкого Автономного Округа [Атлас, 2000, стр. 42–43] мы выделили совпадения в расположении известных памятников археологии, особенно поселений эпохи неолита – бронзы [История Ямала, 2010] с определенным генезисом отложений. Так, наибольшая их концентрация связана с аллювиальными отложениями пойменных террас (стратиграфическое подразделение aIV), а валунное сырье, преимущественно используемое мастерами древности в качестве основного, не встречается в отложениях другого типа (см. рис.). Таким образом, очевидно, что районы аллювиальных отложений пойменных террас (aIV) наиболее перспективны в плане обнаружения долговременных древних поселений, а также производственных комплексов, ориентированных на массовое производство орудий труда. Это связано с тем, что только в этих отложениях в достаточном количестве содержится приемлемое в древности сырье для обработки камня. Включение этого аспекта, наряду с другими элементами среды, влияющими на благоприятность для проживания в древности, позволяет с определенной долей уверенности прогнозировать маршруты археологических разведок.

## Литература

- История Ямала: в 2 т. Т.1: Ямал Традиционный, Кн. 1. Древние культуры и коренные народы. Ин-т. ист. и археологии УрО РАН. Екатеринбург: Баско, 2010. 414 с.
- Клейн Л.С. История археологической мысли: в 2 т. Т. 1. СПб: СПбГУ, 2011. 626 с.
- Кулик Н.А., Постнов А.В. Геология, петрография и минералогия в археологических исследованиях. Учебн.-метод. пособие. Новосиб. гос. ун-т, Ин-т археол. и этногр. СО РАН. Новосибирск, 2009. 102 с.
- Поселение Быстрый Кульёган 66: Памятник эпохи неолита Сургутского Приобья / Кол. моногр. под ред. Л.Л. Косинской и А.Я. Труфанова. Екатеринбург–Сургут: Урал. изд-во, 2006. 192 с.
- Тупахин Д.С. Взаимосвязь геоморфологического строения региона и локализации отдельных памятников археологии // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Материалы Всероссийской молодежной научной школы. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 59–63.
- Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа [Карты] // Администрация Ямало-Ненецкого автономного округа, эколого-географический факультет Тюменского государственного университета ; [сост. и подгот. к изд. ФГУП «Омская картографическая фабрика» в 2004 г. ; гл. ред. С. И. Ларин]. Омск : Омская картографическая фабрика, 2004. 305 с.

*Norman Herz & Ervan G. Garrison, Geological Methods for Archaeology, NYC, Oxford U Press, 1998. 343 p.*

**С.К. Панкратов, О.В. Градов**

*Институт энергетических проблем химической физики им. В.Л. Тальрозе РАН  
o.v.gradov@gmail.com*

### **Компьютерный классификатор и база данных для подбора средств ускорительной масс-спектрометрии для геоархеологических и археоминералогических исследований**

При датировании и в аутентификации документов и артефактов при археологических исследованиях с использованием радиоуглеродных методик применяются ускорительные масс-спектрометры. В высшей степени оптимальны для работы с многозарядными ионами ускорительные масс-спектрометры на платформах тандемных ускорителей. Предельный ускоряющий потенциал тандемных ускорителей варьирует до 14 МВ, однако во многих лабораториях используют серийно изготавливаемые для масс-спектрометрии ускорители с относительно низким потенциалом порядка 2 МВ. Аппараты подобного рода «заточены» для проведения радиоуглеродных и, реже, тритиевых методов измерений. Существуют и более компактные системы с потенциалом до 1 МВ, такие как Цюрихский ускорительный масс-спектрометр с потенциалом 200 кВ. Метрология ускорительной масс-спектрометрии удовлетворительна не только для радиоуглеродного и тритиевого, но и для бериллиевого, алюминиевого, кальциевого, йодного и иных методов. [Левченко и др., 2006].

Между тем, метрологические характеристики ускорительных масс-спектрометров зависят от технических характеристик используемых ускорителей и имеет место прямая зависимость между дескрипторами масс и величиной напряженности поля. В связи с этим существует потребность в создании программного обеспечения и баз данных для выбора ускорительных масс-спектрометров под конкретные задачи, исходя из метрологических и археохронографических предпосылок, сводящаяся в конечном итоге к задаче многокритериальной оптимизации при выборе ускорителя, положенного в основу масс-спектрометра. Актуальность этой задачи можно подтвердить наличием ряда статей, в которых осуществляется сопоставление метрологических характеристик ускорительных масс-спектрометров через свойства используемых ускорителей [Young et al., 2008], а также сопоставление ускорительной масс-спектрометрии с другими методами [Warwick et al., 2009].

Нами создан программный продукт, классифицирующий ускорители, пригодные для этих целей и предлагающий выбор ускорителей, а, следовательно, ускорительных масс-спектрометров под задачи пользователя. Инициировано создание удаленной базы данных, предназначенной для этих целей, которую планируется разместить в Интернете по адресу: <http://accelerator-ms.3dn.ru/>. Разработанная система классификации ускорителей основана на принципах действия и диапазонах кинетических энергий. В качестве условных реперов диапазонов кинетических энергий (при условии соответствия принципов действия и типов ускоряемых частиц) предложено

использовать названия соответствующих ускорителей из общей физической практики. Так, для комплексов типа Цюрихского ускорительного масс-спектрометра с потенциалом от десятков до нескольких сотен кВ используется суррогатный ключ KEVATRON; соответствующей технике масс-спектрометрии при нахождении в базе данных статей с положительным откликом по маске «kV» присваивается технологическое описание и отнесение к классификационной единице «кэватронная масс-спектрометрия». Возможно отнесение при поиске по маскам «МэВ» и далее к другим классифицирующим единицам, начиная с MEVATRON, и внесение на страницу классификатора «мэватронная масс-спектрометрия» и далее.

Более сложную задачу (если в тексте статьи не оговариваем принцип или не указан точно характер использованного аппарата) представляет различение комплексов не по потенциалу или кинетической энергии, а по принципу действия, что актуально для разных тандемных ускорителей. Для поиска по маске доступно использование отбраковываемых критериев: скажем, при сканировании загруженного массива PDF статей отбраковываемые работы, где, несмотря на то, что встречаются фрагменты по маске «масс» и «спектры» или «масс» и «спектрометрия» без прямой связи друг с другом, встречаются не подходящие по критерию использования в масс-спектрометрии типы ускорителей. Вследствие этого база данных при автоматическом заполнении не будет содержать страниц «синхрофазотронная масс-спектрометрия», «тэватронная / бэватронная / зэватронная масс-спектрометрия» или «космотронная масс-спектрометрия» (на соответствующих языках поиска). Более того, по принципам поиска можно ввести запрещенные типы ускорителей, на которых в принципе нереализуемо построение масс-спектрометров, чтобы отключить «ложноположительные» результаты при контент-анализе. Последняя функция сработает при использовании графы «without the word» в интерфейсе.

Поиск по маске «\*\*\*tron» и «mass» «spectrometry» при применении опции «with all of the words» может выдавать ложноположительный результат также за счет нахождения статей радиоэлектронного профиля: ignitron, dekatron, klystron, gyrotron, quantron – проходят по маске с 4-мя переменными; trigatron, selectron, thyatron, amplitron, magnetron – с 5-ю; mechanotron, platinotron, stabilotron – с 7-ю (где «\*» – варианта, переменная). Возможна фильтрация по UDC (УДК), PACS и другим кодификаторам, но в данном случае появляются ложноотрицательные результаты, обусловленные публикацией статей по ускорительной масс-спектрометрии в радиофизических, физико-методических и электронно-технических журналах: они будут выпадать из общего множества, порождая его диагностическую неполноту. Для этого сейчас используется графа «without the words», в которую вводятся слова, которые следует игнорировать. За прототип поисковой системы (точнее – ее интерфейса) принят освоенный научными работниками интерфейс «Springer», что упрощает работу с базой данных и ресурсом в целом.

Второй «метрологической» характеристикой, заложенной (в большинстве случаев – закладываемой вручную после автоматической сортировки статей) в инструментарий БД, является анализ порядка величин предельных измерений. В наиболее оптимальном случае это производится автоматически при сканировании названий и абстрактов статей. Так, на данный момент, предельными для разных случаев анализа и, следовательно, датирования можно считать уже не фемтомолярный [Salehpour et al.; DeGregorio et al., 2006] и аттомолярный [Dingley et al., 1998, Vogel et al., 2001], а субаттомолярный [Salehpour et al., 2001] и зептомолярный [Salehpour et al., 2008, Barker et al., 1999] уровень, что соответствует чувствительности на атомарном уровне и вписывается в

тренд «accelerator mass spectrometry-isotope measurements at the level of the atom» [Barker et al., 1999]. Для геоархеологии и археологической минералогии исследования на атомном уровне дают принципиально новый пласт материала для теоретического анализа, так как на уровне изотопии одиночных атомов представляется возможность проследить перенос в биосфере и ноосфере (оперируя терминологией и понятийным аппаратом В.И. Вернадского) специфичных для конкретных локальных природных и культурных формаций изотопных форм и произвести трассирование культурных градиентов и траекторий переноса тех или иных изделий по изотопии с высокой точностью. Вследствие этого, логично полагать, что предлагаемый подход и формируемая база данных позволяют не только чисто технически осуществлять поиск и систематизацию тех или иных данных, но и сформировать базис для новых направлений геоархеологии и археоминералогии. В дальней перспективе, согласно форсайт-анализу, проведенному с использованием созданных нами программных средств и с построением графов с целью реконструкции недостающих логических звеньев «дерева науки» можно будет, в частности, говорить об:

I. «атомной геоархеологии» как науке о биогенной миграции атомов под действием человека как биологического существа на этапах антропогенеза и человека же как источника антропогенного воздействия, при котором в биосфере резко ускоряется миграция атомов по сравнению с естественными биогеохимическими процессами, на стадиях культурного генеза (в т.ч. – в «ноосфере», если считать правомочным этот термин в данном случае) и «доместицирующего шифтинга» циклов миграции;

II. «атомной археоминералогии» как атомной минералогии техногенеза с элементами кристаллографического анализа, анализа изотопии замещения одиночных атомных кластеров и изоморфных кристаллических структур при культурном переносе;

III. «субмолекулярной геоархеологии» как науке о перестройке субмолекулярных или, точнее, низкоатомных структур в ходе исторического времени (в том числе после прекращения физической используемости или физической жизни источника этого образца), что концептуально балансирует между тафономией, заимствованной из палеонтологии, и хорошо известным подходом субмолекулярной биологии Сент-Дьердьи, экстраполированным с живого вещества на косное и биокосное, которое было преобразовано «геологической силой» (которой становится, по Вернадскому, человечество с тех пор, как начинает производить культурные артефакты);

IV. «магнитно-изотопной археоминералогии» как методической дисциплины, задачей которой будет являться установление изотопии источников в археометаллографии и палеометаллургии, а также везде, где критериями отличия контроля и образца на стадии аутентификации и верификации происхождения артефакта и при датировке являются изотопные пары-тройки типа  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ,  $^{16}\text{O}/^{17}\text{O}/^{18}\text{O}$ ,  $^{28}\text{Si}/^{29}\text{Si}/^{30}\text{Si}$ ,  $^{32}\text{S}/^{33}\text{S}/^{34}\text{S}$ ,  $^{72}\text{Ge}/^{73}\text{Ge}$ ,  $^{199,201}\text{Hg}/^{200,202}\text{Hg}$ ,  $^{24}\text{Mg}/^{25}\text{Mg}/^{26}\text{Mg}$ ,  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ ,  $^{117}\text{Sn}/^{119}\text{Sn}$  – в общем случае при фракционировании ядер по магнитным моментам в реакциях, запрещенных по электронному спину (в том числе – на радиоиндуцируемом магнитном изотопном эффекте), что часто встречается в естественно-исторических условиях;

V. «субатомной / спиновой археоминералогии», родственной с магнитно-изотопной в физическом аспекте, но позволяющей спуститься глубже за счет возможностей её углубленного изучения с использованием установок на базе ускорительных масс-спектрометров, позволяющих исследовать одиночные квантовые состояния частиц в атомах, в частности, регистрируя срабатывание принципа запрета

Паули по спине на существенно ультрамикроскопических дозах вещества, что важно в неразрушающем анализе исторических образцов;

VI. «фермионной геоархеологии», объединяющей эффекты и зоны анализа указанных выше двух направлений (IV, V), но включающей также возможность исследования на интродуцируемых в образец искусственных изотопов с позитронной эмиссией / распадом, после чего становится возможным анализ методами PET – позитронно-эмиссионной / двухфотонной эмиссионной томографии в пределах их времен распада с визуализацией распределения реагирующего изотопа в образце.

К сожалению, в силу ограничения списка цитируемой литературы 10-ю позициями, авторы не могут привести полный спектр требующей цитирования литературы, однако же, следует полагать, что она будет доступна для цитирования в виде ВІВТЕХ после доводки базы данных и вывешивания ее в сетевом доступе. Развитие вышеуказанных направлений ограничивается диапазоном прогностики форсайта по технике на ближайшие десятилетия.

### Литература

*Левченко В.А., Смит А.М., Зонни У., Куа Х.* УМС – движущая сила современных радиоуглеродных исследований, С. 442–462 // Прил. к: Вагнер Г.А. Научные методы датирования в геологии, археологии и истории. М., Техносфера, 2006, 576 с.

*Young G.C., Corless S., Felgate C.C., Colthup P.V.* Comparison of a 250 kV single-stage accelerator mass spectrometer with a 5 MV tandem accelerator mass spectrometer--fitness for purpose in bioanalysis // *Rap. Comm. Mass Spectrom.*, 22(24). 2008. Pp. 4035–4042.

*Warwick P.E., Croudace I.W., Hillegonds D.J.* Effective determination of the long-lived nuclide  $^{41}\text{Ca}$  in nuclear reactor bioshield concretes: comparison of liquid scintillation counting and accelerator mass spectrometry // *Anal. Chem.*, 81(5). 2009. Pp. 1901–1906.

*Salehpour M., Forsgard N., Possnert G.* FemtoMolar measurements using accelerator mass spectrometry // *Rap. Com. Mass Spectrom.*, 23(5). 2009. Pp. 557–563.

*DeGregorio M.W., Dingley K.H., Wurz G.T., Ubick E., Turteltaub K.W.* Accelerator mass spectrometry allows for cellular quantification of doxorubicin at femtomolar concentrations // *Can. Chem. Pharm.*, 57(3), 2006. Pp. 335–342.

*Dingley K.H., Roberts M.L., Velsko C.A., Turteltaub K.W.* Attomole detection of  $^3\text{H}$  in biological samples using accelerator mass spectrometry: application in low-dose, dual-isotope tracer studies in conjunction with  $^{14}\text{C}$  accelerator mass spectrometry // *Chem. Res. Tox.*, 11(10). 1998. Pp.1217–1222.

*Vogel J.S., Grant P.G., Buchholz B.A., Dingley K., Turteltaub K.W.* Attomole quantitation of protein separations with accelerator mass spectrometry // *Electrophoresis*, 22(10). 2001. Pp. 2037–2045.

*Salehpour M., Possnert G., Bryhni H.* Subattomole sensitivity in biological accelerator mass spectrometry // *Anal. Chem.*, 80(10). 2008. Pp. 3515–3521.

*Salehpour M.* FemtoMolar and zeptomole sensitivity in Biological Accelerator Mass Spectrometry // *BIO-Ångström*, 2008. Pp. 19, 45.

*Barker J., Garner R.C.* Biomedical applications of accelerator mass spectrometry-isotope measurements at the level of the atom // *Rap. Comm. Mass Spectrom.*, 13(4). 1999. Pp. 285–293.

**Ф.К. Орехов, О.В. Градов**

*Институт энергетических проблем химической физики им. В.Л. Тальрозе РАН,  
г. Москва, o.v.gradov@gmail.com*

### **Методы, подходы и инструменты многофакторной хемоинформатики и биоинформатики в геоархеологических и археоминералогических исследованиях на спектроскопической и спектрографической базе**

В археоминералогии и геоархеологии весьма широко применяются физические методы [Aitken, 1961] определения химизма и изотопии, основанные на использовании ряда спектральных или псевдоспектральных методов, являющихся потенциальными источниками хеометрической информации. В систематической монографии (являющейся одновременно ведущим руководством в химической археометрии) «Analytical Chemistry in Archaeology» [2007] рассматриваются, в частности, следующие аналитические методы спектральной археометрии: оптическая спектрофотометрия; инфракрасная абсорбционная спектроскопия / вибрационная спектроскопия; спектроскопия комбинационного рассеяния (т.е. рамановская спектроскопия); оптическая эмиссионная, атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия (в т.ч. – последняя с индуктивно-связанной плазмой); масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой / изотопная масс-спектрометрия; ряд методов радиационного анализа, включающих, помимо стандартных рентгенофлуоресцентных методов, прицельно рассмотренных в книге [X-Ray, 2012], экзотические методы, такие как протонно-индуцируемая рентгеновская эмиссия (PIXE – proton induced X-ray emission), индуцируемая корпускулярной бомбардировкой эмиссия в  $\gamma$  – диапазоне (PIGME – Particle induced gamma ray emission), рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию и т.д.. Таким образом, основным объединяющим звеном в археометрических методах анализа является использование спектроподобных распределений [Злоказов, 1985], к которым, по определению, относятся формы одно- и многомерных спектров первичного или вторичного гамма-излучения, оптических спектров, спектров рентгеновского излучения, а также одно- и многомерных дифрактограмм, одно- и многомерных спектров распада, т.е. большинства тех методов, которые используются в археометрии, включая нейтронно-активационный анализ (в т.ч. – на базе эпитепловой нейтронной активации) и рентгеноструктурный /-дифракционный анализ. Следовательно, с метрологических позиций, исчерпывающее описание образцов того или иного археологического, археоминералогического, геоархеологического происхождения может быть произведено на базе единой программно-аппаратной системы обработки данных спектров и установления колокализации их в доверительных интервалах на разных образцах.

Таким образом, задача полноценной квантификации геоархеологических образцов и кластеризации их по свойствам в некотором многомерном пространстве признаков является, по существу, задачей хеометрики. Задачи совмещения хеометрики и археометрики ставят с конца 1980-х – начала 1990-х гг. [Hayek et al., 1991], однако односторонние пути их решения (например, на базе только масс-спектрометрических данных) препятствовали их решению до последних лет – до первых успешных попыток введения многофакторной археометрической классификации с использованием данных различных методов [Tomassetti et al., 2014]. Однако, отсутствие полной характеристики образца как химического, соответственно – гео-

химического / геоархеологического целого, не дает возможности сопоставлять результаты кластеризации, полученные на основе различных методов или их совокупностей различными группами. Для охарактеризования фоссилизации и биоминерализации в геологии / минералогии используются подходы геохимического генеза и методы анализа замещения с привязкой к тафономическим условиям среды. Вместе с тем, с точки зрения физической химии, происходит формирование пространства фазовых признаков – фазовых диаграмм (диаграмм состояний), сводимых к химико-термодинамическим основам – равновесным состояниям образца как физико-химической системы в условиях соответствия координатам фигуративной точки (что хорошо рассчитывается методом CALPHAD). Тот же принцип или подход может быть положен в основу методов интерпретации данных анализа в геоархеологии / археоминералогии, так как необходимо рассматривать объект-образец на его историческом и зонально-генетическом пространстве признаков, в размерность которого при наличии соответствующих данных может быть включена шкала времени, взятая из датировки образцов стандартными методами. Такой подход представлял бы также интерес как принцип анализа эволюции культур по прямым аналитическим данным. В самом грубом приближении для демонстрации можно проиллюстрировать это следующим примером: фазовые диаграммы и спектрально-колокализационные карты характеристических образцов энеолита по понятным причинам должны быть отличными от фазовых диаграмм и спектрально-колокализационных карт характеристических образцов палеолита, так как изменение уровня обработки материала и характера / состава / происхождения преимущественно используемых материалов приводит к кардинальному изменению статистики фазовых диаграмм в культуре, что в переходе между периодами или эпохами зачастую сопровождается полной элиминацией фазовых диаграмм устаревших материалов или материалов с утерянной технологией производства (точно также, как в археометаллографии, являющейся по методологии / метрологии частью металлографии, можно различить металлы и сплавы различных эпох по их структуре, отвечающей фазовым диаграммам их формирования, обусловленным существовавшей технологией).

Однако, CALPHAD и его аналоги исходят из принципов соответствия и непрерывности фаз, причем, согласно принципу соответствия, каждому комплексу фаз соответствует паттерн (геометрический образ) на диаграмме состав-свойство вещества образца. Данная диаграмма является графической репрезентацией корреляции между химизмом системы и значениями ее физико-химических характеристик – от электрохимических до спектральных. Таким образом, описание вещества образца на языке фазовых диаграмм является прямым коррелятом метода построения количественных моделей «структура-свойство» с использованием дескрипторов, взятых из аналитической практики или структурного анализа (QSPR – Quantitative Structure–Property Relationships). К таковым относятся дескрипторы, которые могут быть извлечены из спектроподобных распределений, в том числе – структурно-химического происхождения. К сожалению, в силу ограниченности списка литературы, мы не можем привести необходимые ссылки, что будет сделано в отдельной статье, но можем перечислить дескрипторы, которые могут быть репрезентативны для структурной археоминералогии. Так, структурное значение имеют дескрипторы, выводимые *ab initio* и находимые полуэмпирически: частичные заряды на атомах, частичные порядки связей, индексы активности / реакционной способности Фукуи (индексы свободной валентности, нуклеофильная и электрофильная суперделокализуемость), энергии катионной, анионной и радикальной локализации, энергии граничных молекулярных

орбиталей (ВЗМО и НСМО), дипольный и высшие мультипольные моменты распределения электростатического потенциала [Karelsen et al., 1996], а также дескрипторы молекулярных полей и, отчасти (с кинетической привязкой), константы заместителей. Все эти данные могут быть получены для любого минимального фрагмента-аналита образца геологического или минералогического, а значит – и геоархеологического / археоминералогического происхождения. Другие методы, в частности – методы электрохимии, часто используемые в археометрии и археоконсервации, в том числе сопряженные с электроимпедансной / кондуктансной спектроскопией, дающей при построении частотной зависимости спектроподобные распределения [Domenech-Carbo et al., 2009], представляют также источники данных физико-химических дескрипторов QSPR. Дескрипторы же молекулярного подобия при применении молекулярно-кристаллического подхода к учету корреляционных поправок в теории химической связи могут говорить при «археометрическом скрининге» о подобии образцов или о культурной эволюции при построении «гомологических рядов» для множеств образцов (с учетом расположения в культурном слое и миграций в географическом пространстве) при анализе данных дескрипторов с применением методов ближайшего соседа (k-NN), опорных векторов (SVM) или PAM (определение скрытой эвристической структуры в множествах уже кластеризованных статейных данных с суррогатными ключами).

Данный подход, заимствованный в хемоинформатике, применимый в археологической хеометрике, является необходимым эвристическим довеском в анализе данных археометрии геоархеологических / археоминералогических образцов. Автор статьи [Злоказов, 1983] писал, в частности: «автоматическая классификация или автоматическое распознавание образов формулируют свои задачи как задачи построения отображений классов заданных (а тем самым – и явно описанных) объектов классам явных дескрипторов, однако в современной практике анализа данных задача часто ставится с максимальной степенью неопределенности и некорректности: задана  $f(x)$ , требуется выявить ее информационную структуру и помочь ... экспериментатору не просто получить ответ на интересующие его вопросы, но и поставить эти вопросы». Для археоминералогии и геоархеологии важно правильно поставить вопрос: какой максимум информации мы можем извлечь из данного образца, исходя из того, какие данные могут быть использованы для построения его культурно-эволюционной линии и антропогеографической шкалы? После этого, в соответствии с методами оптимального планирования эксперимента, можно построить тот перечень спектроподобных распределений, использование которых при кластеризации данных в избранных целях (по взятым критериям), является целесообразным.

В частности, перечень дескрипторов и методов сбора спектроподобных распределений (ведущих к получению массивов этих дескрипторов) зависит от задач. Для анализа образцов биоматериала (кость и др.) требуется несколько отличный набор дескрипторов, чем для сбора информации о косных антропогенных объектах культуры. QSPR здесь соприкасается с QSAR (через воздействие условий среды на организм – источник ископаемого биоматериала), а ряд характеристик образца исходно биохимического происхождения могут быть получены лишь с применением цифрового аналитического инструментария системной биологии (в частности, с использованием нотации SBGN в реконструкции метаболических путей, палеодиет и пр.). В связи с этим необходимо совмещение техник COBAC (Computer Based Analytical Chemistry), ведущих к получению спектроподобных распределений, QSPR и SBGN для биогенных, в т.ч. – частично минерализованных образцов. Ранее этот

принцип был внедрен нами для анализа современного биоматериала, включая продукты биоминерализации [Орехов, Градов, 2014]. Этот анализ, включая анализ химизма причин ранней некрологии древнего человека, постнекротических изменений в среде захоронения и сопутствующих геохимических процессов является возможным в свете совмещения в единой программе анализа распределений органической масс-спектрометрии, неорганической и изотопной масс-спектрометрии (соответственно, системной биологии как совокупности наук о биоорганических средах, микроэлементологии, неорганической химии культурных материалов косной и биокосной природы, и изотопологии / изотопомики данных абиогенных, антропогенных и биогенных сред), следовательно – в свете многомасштабного и взаимно-комплементарного анализа спектроподобных распределений. В разработанной нами системе эти процедуры производились на ЭВМ, автоматизировавшей сбор данных КАМАК-крейтов, подключенных к разным аналитическим приборам, но предлагаемый нами принцип более широк, чем доступное нам его воплощение, и может быть экстраполирован на разные методы анализа, типы оборудования и программные имплементации блок-схем алгоритмов.

### Литература

1. Aitken M. J. *Physics and Archaeology*, New York: Interscience Publishers, 1961. 181 p.
2. Pollard M., Batt C., Stern B., Young S.M.M. *Analytical Chemistry in Archaeology*, Cambridge – New York: Cambridge University Press, 2007. 400 p.
3. X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology (Ed. by: M. S. Shackley), New York – Dordrecht – Heidelberg – London: Springer, 2011. 231 p
4. Злоказов В.Б. Математические методы анализа экспериментальных спектров и спектроподобных распределений // *Физика элементарных частиц и атомного ядра*, 1985. Том 16, Вып. 5. С. 1126–1163.
5. Hayek E.W.H., Krenmayr P., Lohninger H., Jordis U., Sauter F., Moche W. GC/MS and chemometrics in archaeometry // *Fresenius Journal of Analytical Chemistry*, 1991. Vol. 340, Issue 3. Pp. 153–156.
6. Tomassetti M., Marini F., Campanella L., Coppa A. Archaeometric classification of ancient human fossil bones, with particular attention to their carbonate content, using chemometrics, thermogravimetry and ICP emission // *Chem. Cent. Journ.*, 2014, DOI: 10.1186/1752-153X-8-26.
7. Karelson M., Lobanov V.S., Katritzky A.R. Quantum-Chemical Descriptors in QSAR / QSPR Studies // *Chem. Rev.*, 1996. Vol. 96, Issue 3. Pp. 1027–1044.
8. Domenech-Carbo A., Domenech-Carbo M., Costa V. *Electrochemical Methods in Archaeometry Conservation and Restoration*, Berlin, Heidelberg: Springer, 2009. 166 p.
9. Орехов Ф.К., Градов О.В. Гибридизация СОВАС, QSPR / QSAR и SBGN: единство теории и практики в анализе данных и проектировании спектрально-биохимического лабораторно-диагностического и биомедицинского оборудования. *Биотехносфера*, 3(33), 2014. С. 29–31.

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

*Ю.Б. Сериков*

*Российский государственный профессионально-педагогический университет,  
филиал в Нижнем Тагиле, u.b.serikov@mail.ru*

### Об использовании кристаллов древним населением Урала

Использование древним населением кристаллов известно на территории Евразии и Африки, начиная уже с раннего палеолита. Чаще всего это были кристаллы кварца (горного хрусталя и его разновидностей). Но известны находки необработанных кристаллов галенита (свинцового блеска), кальцита, пирита (железного колчедана), церуссита [Монсель и др., 2012, с. 26].

**Кварц.** На ашельской стоянке возрастом 800 тыс. лет Синги Талав в Индии найдено шесть кристаллов кварца длиной от 0.7 до 2.5 см. Аналогичные кристаллы кварца меньшего размера обнаружены на стоянке Гешер Бенот Яков в Израиле. Возраст сопутствующих отложений оценивается в 700 тыс. лет. Около 20 кристаллов кварца залежали вместе с костями синантропа на стоянке Чжоукоудянь в Китае. Обломок кристалла горного хрусталя найден в ашельском слое стоянки Гуденусхёле в Австрии [Беднарик, 2004, с. 39–40].

В верхнем палеолите использование кристаллов кварца отмечено в пещере Бамбата в Южной Родезии. Фрагмент кристалла горного хрусталя залежал в погребении детей в Гротте Детей в Италии. Два кристалла раухтопаза (дымчатого кварца) найдены на стоянке Ложери-От-Эст во Франции. Единичной находкой является кристалл пирита в гроте дю Ренн во Франции [Монсель и др., 2012, с. 30].

Две гипсовые розы находились в неолитическом погребении молодой женщины на озере Большой Иткуль (Алтайский край, могильник Большой мыс, погребение № 8) [Кирюшин и др., 2000, с. 35].

Большой обломок кристалла горного хрусталя с сохранившейся верхушкой лежал в центре погребения ребенка (могила 2) в Ростовкинском могильнике бронзового века (Омская обл.) [Сериков, 2005, с. 9].

Изделия из горного хрусталя и его цветных аналогов известны по всей территории России, в том числе и на Урале. Использование горного хрусталя зафиксировано уже в верхнем палеолите. Нуклеусы, ножевидные пластины, скребки и отщепы из горного хрусталя известны на территории Среднего Урала (стоянки Заозерье, Талицкого, Горная Талица, Широфаново II, Драчевское местонахождение, в пещере Котел (все – Пермский край). На Южном Урале аналогичные изделия обнаружены на стоянке Троицкая I, святилище Большие Аллаки II, Игнatieвской пещере (все – Челябинская обл.), а также в Каповой пещере и стоянке Сергеевка (Башкортостан) [Сериков, 2014, с. 235–237].

Использование горного хрусталя для изготовления орудий продолжалось и далее – от эпохи мезолита до средневековья. Из наиболее интересных находок следует отметить хрустальные наконечники стрел эпох неолита-энеолита с Камня

Дыроватого, Кокшаровского холма, Шайтанского озера (все – Свердловская обл.) и Больших Аллак. На мезолитическом поселении Выйка II (Свердловская обл.) необычны 12 пластин и отщепов из аметиста. Уникальными изделиями являются навершие булавы в виде хрустального шара, найденное в одном из южноуральских курганов бронзового века (Челябинская обл.) и хрустальный подпятник для добывания огня сверлением (случайная находка, Свердловская обл.). Необычным изделием считается скребок со стоянки Исток III (Свердловская обл.), изготовленный из горного хрусталя с включениями золотистых нитей рутила [Сериков, 2005, с. 8–10].

Изучая изделия из горного хрусталя, далеко не всегда можно определить характер заготовки: кристалл или галька. Но если на изделии сохранились признаки кристалла – грань или основание, тогда вопрос решается положительно.

Самое раннее использование кристаллов отмечено на святилище Большие Аллаки II. На нем найдено по одним данным 164 хрустальных изделия, по другим – 112 [Петрин и др., 2012, с. 31]. Памятник имеет радиоуглеродную дату  $24760 \pm 1095$  (СОАН-2213). Целые кристаллы в комплексе отсутствуют, но имеется обработанный кристалл, на котором сохранилось пять из шести граней призмы. Также среди изделий присутствует обломок кристалла со следами скалывания на месте головки. Технология расщепления хрусталя на памятнике указывает на использование именно кристаллов, хотя отдельные изделия выполнены из галек [Петрин и др., 2012, с. 32–34].

Щетки и кристаллы горного хрусталя до сих пор встречаются на берегах озера в окрестностях памятника. В 2006 г. во время его посещения автором в прибрежной полосе озера было найдено несколько кристаллов и щетка горного хрусталя.

На мезолитическом поселении Горбуновского торфяника Серый Камень (Свердловская обл.) найдено два кристалла горного хрусталя высотой 2.4 и 2.8 см. Меньший из них использовался в качестве ретушера. На этом же поселении найден нуклеус высотой 2.9 см, изготовленный из чистейшего горного хрусталя. Из-за многочисленных граней (17), которые создают оптический эффект, и чистоты сырья нуклеус воспринимается как законченное ювелирное изделие. Учитывая, что в районе Горбуновского торфяника известно несколько выходов хрусталеносных жил, можно предполагать, что изготовлен нуклеус из местного кристалла горного хрусталя.

Еще на одном памятнике Горбуновского торфяника – Береговая IX – обнаружен кристалл горного хрусталя высотой 1.6 см.

Находки кристаллов горного хрусталя известны и на мезолитическом поселении Выйка II. В одном жилище возле очага найден маленький кристаллик чистого горного хрусталя, а во втором, также возле очага, залегала небольшая щётка кристаллов хрусталя.

На другом мезолитическом поселении – Гаревая II – найдено два расколотых кристалла хрусталя. Один из них, расколотый вдоль, имеет высоту 3.8 см.

Обломок крупного кристалла аметиста высотой около 5 см найден в энеолитическом комплексе поселения Шитовской Исток I (Свердловская обл.).

Находки кристаллов известны не только в поселенческих, но и культовых комплексах. Нуклеус, изготовленный из окатанного кристалла горного хрусталя, отмечен в составе мезолитического клада на г. Трехскалка (Нижний Тагил). Обломок кристалла горного хрусталя высотой 1 см и шириной в основании 1.5 см обнаружен в материалах неолитического святилища Кокшаровский холм (Юрьинское озеро,

Свердловская обл.). В пещерном святилище Камень Дыроватый на р. Чусовой (Свердловской обл.) зафиксировано три кристалла горного хрусталя. Один очень чистый кристаллик имеет длину всего 0,7 см, а второй – качеством похуже – 1.3 см. Такой же небольшой окатанный кристаллик горного хрусталя выявлен еще в одном святилище на р. Чусовой–Усть-Койвинской пещере. Кристалл из горного хрусталя длиной 4.1 см найден в межмогильном пространстве неолитического могильника Бузан-3 (Тюменская обл.). Сросток небольших кристаллов кварца происходит со святилища горы Голый Камень (Нижний Тагил). Большой кристалл хрусталя обнаружен в культовом комплексе на вершине горы Рогали под Качканаром [Сериков, 2005, с. 7–10].

Интересные находки кристаллов известны на культовых памятниках Шайтанского озера (Свердловская обл.). В неолитическом культовом центре Шайтанское озеро I находился кристаллик чистого горного хрусталя длиной 0.8 см. В комплексе памятника Шайтанское озеро II найден кристалл горного хрусталя высотой 2.6 см с включениями хлорита. Эти включения придали кристаллу неравномерный зеленый цвет. Кроме хрусталя, там же присутствуют три кристалла кальцита.

Большой интерес представляют находки кристаллов в погребениях бронзового века. В могильнике у д. Ростовка (окрестности г. Омск) в одном из погребений найден кристалл раухтопаза, в другом погребении кристалл горного хрусталя лежал под черепом ребёнка (в этом же погребении находится знаменитый бронзовый нож с изображением лошади и «лыжника»). В большом грунтовом могильнике Синташта (Челябинская обл.) в одном из богатых женских погребений вместе с серебряным нагрудником находились крупный кристалл горного хрусталя с сильно стертymi концами и два крупных хрустальных осколка. В синташтинском Больше-Караганском могильнике кристалл горного хрусталя залегал перед глазами погребенного [Михайлов, 1999, с. 427].

Вплоть до настоящего времени особо ценными принадлежностями шаманов Сибири являются кристаллы горного хрусталя, которые используются для воздействия на погоду [Попов, Монгуш, 2005, с. 159].

Находки кристаллов в погребениях и на святилищах позволяют предположить, что кристаллы могли использоваться не только для определенных ритуалов, но и в качестве украшений.

**Кальцит.** Редчайшие подвески из кристаллов исландского шпата найдены на Мальтинской палеолитической стоянке (р. Белая). В окрестностях стоянки в отложениях доломита обнаруживаются гнезда кальцита. Из подобных гнезд древние люди извлекали кристаллы исландского шпата, раскалывали их по спайности на плитки нужного размера, прорезали посередине канавку для крепления и использовали эти плитки в качестве подвесок. Функционировала стоянка 20–23 тыс. лет назад [Медведев и др., 1996, с. 6]. Подвески с Мальты из исландского шпата экспонируются в Государственном Эрмитаже.

**Гранат.** Возможно, в качестве подвески использовался кристалл граната (альмандин) диаметром свыше 1 см, найденный на памятнике Палатки I.

Кристаллы имеют достаточно большую твердость, поэтому для их подвешивания мог использоваться не традиционный способ крепления при помощи сверления или прорезания канавок, а другой, археологически не фиксируемый. Например, при помощи приклеивания на смолу или путем пришивания, обвязывания или оплетения его кожаным (или иным) ремешком. Проведенные эксперименты показали правомочность такого предположения [Сериков, 2013, с. 244]. Вряд ли все упомянутые

кристаллы являлись украшениями, по всей видимости, они обладали разнообразным семантическим наполнением, конкретное содержание которого еще предстоит выяснить.

К большому сожалению, очень часто исследователи при описании материалов не выделяют и не упоминают такие редкие, но единичные находки как кристаллы. Тем не менее, даже немногочисленные приведенные сведения показывают, что кристаллы чаще встречаются в кладах, погребениях, святилищах и на культовых площадках.

Можно предположить, что кристаллы как необычные природные формы имели, прежде всего, сакральное значение. Доказательством этому может служить и довольно ограниченное употребление хрустально-кварцевого сырья при изготовлении орудий даже в районах относительно бедных кремнем, но богатых кварцем (район Хрустальных гор к западу от Свердловска). Кристаллы хрусталя могли использоваться в процессе ритуального расщепления, когда сам камень и процесс изготовления каменных орудий были окружены особым почитанием. Использование же кристаллов в погребальных обрядах могло быть связано с идеей жизни-смерти. Кристалл – это не мертвый материал, а нечто, одаренное живыми свойствами. В нем есть своя жизнь, проявляющаяся в форме кристаллизации, в отношениях к свету, в цветовых оттенках и самом росте кристалла.

## Литература

- Беднарик Р.* Интерпретация данных о происхождении искусства // Археология, этнография и антропология Евразии. 2004. № 4 (20). С. 31–41.
- Кiryushin Ю.Ф., Кунгурова Н.Ю., Кадиков Б.Х.* Древнейшие могильники северных предгорий Алтая. Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2000. 117 с.
- Медведев Г.И., Ков Н., Воробьева Г.А. и др.* Мальтинское палеолитическое местонахождение: (по итогам полевых работ 1995 года). Иркутск: Арком, 1996. 32 с.
- Михайлов Ю.И.* Божество «хрустального неба» в культурных традициях древнеиранского населения // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Т. V Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 1999. С. 427–432.
- Монсель М.-Э, Кьотти Л., Гайяр К., Оноратини Ж., Плердо Д.* Каменные предметы неутилитарного назначения, найденные на европейских памятниках эпохи палеолита // Археология, этнография и антропология Евразии. 2012. № 1 (49). С. 24–40.
- Петрин В.Т., Нохрина Т.И., Кулик Н.А., Усачева И.В.* Верхнепалеолитический комплекс из горного хрусталя с юго-восточного побережья озера Большие Аллаки (Южный Урал) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2012. № 4 (52). С. 28–40.
- Попов В.А., Монгуш А.А.* Минералы и руды в тувинском фольклоре // Археоминералогия и ранняя история минералогии: материалы Международного семинара. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 159–160.
- Сериков Ю.Б.* Горный хрусталь в культовой практике древнего населения Урала // Культурное наследие народов Сибири и Севера: Материалы Шестых Сибирских чтений. СПб.: МАЭ РАН, 2005. С. 7–12.
- Сериков Ю.Б.* Редкие и необычные украшения древности // Регионы в современном мире: материалы международной научно-практической конференции. Березники: ООО «Пермское книжное издательство», 2013. С. 243–244.
- Сериков Ю.Б.* Использование горного хрусталя в верхнем палеолите Урала // Верхний палеолит Евразии и Северной Америки: памятники, культуры, традиции. СПб.: Петербургское Востоковедение, 2014. С. 235–237.

**Е. С. Меньшикова**  
*Российский государственный профессионально-педагогический университет, филиал в Нижнем Тагиле, menshikova.eliza@mail.ru*

## **Гранодиориты в хозяйстве и культурах древнего населения Среднего Зауралья**

*(научный руководитель Ю.Б. Сериков)*

Гранодиорит, свойства которого близки к свойствам гранита, в своем составе имеет кварц (10–20 %), полевой шпат (20–40 %), роговую обманку, пироксен, средний плагиоклаз (25–45 %). Плотность гранодиорита 2650 кг/м<sup>3</sup>. Гранодиорит является типичной магматической глубинной породой, которая изменяется подобно граниту. Распространена порода во многих горных районах, где встречаются глубинные кислые породы. Скальные шиханы, сложенные из гранодиоритов, зафиксированы как на Южном, так и на Среднем Урале.

Древнее население Среднего Зауралья блоки из гранодиорита использовало, в основном, в качестве шлифовальных плит, абразивных пил и рыболовных грузил. Получали эти блоки, скорее всего, с прибрежных участков озер. Возможно, использовали развалы близ скальных шиханов.

Целых шлифовальных плит на памятниках Среднего Зауралья найдено немного. Чаще всего они представлены крупными плоскими блоками размером примерно 0.5×0.5 м. Шлифование каменных орудий производилось обычно с двух сторон плит. Когда шлифовальная плита стачивалась до предела, в ее центре образовывалось отверстие. После этого плиту разбивали на куски, которые впоследствии использовались для заточки лезвий топоров, тесел, ножей. Также куски плиты переоформлялись в рыболовные грузила или абразивные пилы. Поэтому неудивительно, что, в основном, шлифовальные плиты представлены обломками. Возможно, полная утилизация шлифовальных плит связана с отсутствием подходящих для использования тонких плит среднего размера.

Использование плит гранодиорита для шлифования каменных орудий отмечено в мезолитических комплексах. На долговременном мезолитическом поселении Горбуновского торфяника Серый Камень найдено 29 обломков шлифовальных плит [Сериков, 1997, с. 15]. Свыше десятка шлифовальных плит из гранодиорита найдено в мезолитических слоях торфяниковых стоянок Кокшаровско-Юрьинская I и II. На I-ой стоянке выявлено 11 обломков плит, а на II-ой – 16 мелких обломков и 2 крупных куски шлифовальных плит из гранодиорита [Жилин и др., 2012, с. 39, 67].

Использование гранодиоритовых плит для абразивной обработки продолжалось и в последующие археологические эпохи вплоть до раннего железного века. Обломки шлифовальных плит из гранодиорита зафиксированы на стоянках Юрьино IV, Кокшарово I, Кокшаровское поле, Полуденка I, Полуденка II, Тагильский могильник и др. Значительные коллекции гранодиоритовых плит выявлены на памятниках Шайтанского озера (Кировградский р-н Свердловской обл.). В энеолитическом культовом центре Шайтанское озеро I обнаружено 66 обломков плиток разного размера. Семь фрагментов шлифовальных плиток обнаружено на Шайтанском озере II. Целая шлифовальная плита извлечена из шурфа в болоте на Шайтанском озере VI. Она имеет две сильно сработанные плоскости. Все эти плиты также изготовлены из гранодиорита [Сериков, 2013].

Следует подчеркнуть, что шлифовальные плиты использовались и для обработки костяных изделий. Абразивная обработка кости зафиксирована уже в палеолите [Семенов, 1957]. На пещерных стоянках и торфяниковых памятниках Среднего Зауралья имеются значительные комплексы костяных орудий и их заготовок. Для их изготовления использовались преимущественно крупные трубчатые кости ног, а также лопатки, ребра, рога. На многих изделиях сохранились следы грубой или тонкой шлифовки. Грубая шлифовка производилась крупнозернистым абразивом, в качестве которого могли выступать шлифовальные плиты из гранодиорита.

Иногда массивные обломки шлифовальных плит использовались в качестве наковален и пестов. В коллекции Шайтанского озера I представлено комбинированное изделие в виде толстой плитки гранодиорита. Оно служило наковальней и рыболовным грузилом [Сериков, 2013, с. 44].

Большой интерес представляет пест-терочник сапожковидной формы с Шайтанского озера II. Он изготовлен из серого гранодиорита. Его длина 11.2 см, диаметр рукояти 4.1 см. Рабочая плоскость размером 7.1×5.5 см имеет овальную, слегка выпуклую форму. Она сильно заглажена и залощена. Вся поверхность орудия была тщательно отшлифована, а потом отполирована [Сериков, 2013, с. 71].

Пест из продолговатой плитки гранодиорита размером 20.7×6×4.5 см найден на святилище Шайтанский Шихан. Одна сторона покрыта природной коркой, на остальных – все выступающие участки пришлифованы. Оба конца изделия использовались в работе.

На многих памятниках Среднего Зауралья отмечено использование мелких обломков шлифовальных плит из гранодиорита в качестве рыболовных грузил и абразивных пил. Чаще всего для рыболовных грузил выбирали небольшие плитки подпрямоугольных очертаний. Иногда их оббивали по периметру до получения овальной формы.

Семь рыболовных грузил из плиток гранодиорита найдено в мезолитическом слое Кокшаровско-Юрьинской I стоянки. Размеры их разные: 3.5×4.5 см, 6×8 см, 10×11 см, 11×12.9 см, 13.1×14 см. На каждом грузиле с двух противоположных краев выбиты выемки для привязывания к сети. Два грузила весом 1.5–2 кг могли служить якорями для легких лодок [Жилин и др., 2012, с. 39].

На Шайтанском озере I рыболовные грузила представлены двумя типами. Грузила первого типа имеют форму пирожков: уплощенное тело и заостренные концы. Форма грузилам придана оббивкой с последующей пришлифовкой боковых поверхностей. Изготовлены рыболовные грузила из туфопорфирита, сланца, гранодиорита. Грузила второго типа представляют собой каменные диски с боковыми выемками для привязывания. Изготовлены из сланца, песчаника и гранодиорита. На Шайтанском озере VI одно грузило выполнено из разбитой шлифовальной плиты гранодиорита, частично оббито по периметру. В коллекции на Шайтанском Шихане 10 экз. рыболовных грузил. Они имеют узкую вытянутую иволистную форму длиной от 8 до 13 см при ширине 1.5–3 см, изготовлены из сланца и гранодиорита [Сериков, 2013]. Аналогичные рыболовные грузила известны и на других археологических памятниках Среднего Зауралья.

Также плоские плитки гранодиорита использовались для изготовления абразивных пил. Самые ранние пилы выявлены в мезолитических комплексах. На Кокшаровско-Юрьинской II стоянке найдена абразивная пила из плитки гранодиорита.

Большая серия абразивных пил получена со стоянки Юрьино IV – 21 экз. Из них 17 пил выполнено из гранодиорита. На пилах присутствуют линейные следы в

виде длинных царпин, параллельных кромке лезвия. Лезвия имеют подтреугольный профиль со смещением вершины треугольника влево. Пять пил изготовлены из использованных шлифовальных плиток. Все абразивные пилы имеют ровное лезвие. Глубина проникновения в обрабатываемый материал колеблется от 0.5 до 3.6 см. У большей части пил глубина проникновения составляет 1.2–1.5 см. В коллекции пил имеется одна двойная. Она имеет два рабочих лезвия, расположенных на противоположных сторонах орудия, параллельных друг другу. Глубина проникновения в обрабатываемый материал первого лезвия – 1.2 см, второго – 1.5 см.

В коллекции пил выделяются два экземпляра. Одна пила изготовлена из тщательно отшлифованной с двух сторон плитки гранодиорита, размерами 19.3×7.5×1.8 см. Линейные следы пиления хорошо прослеживаются с двух сторон орудия. Глубина проникновения в обрабатываемый материал 1.4 см с правой стороны и 0.9 см – с левой. Представляет интерес пила из гранодиорита длиной 23.5 см, шириной 6 см и толщиной 2.3 см. На нижней части пилы имеются четко выраженные линейные следы, параллельные рабочему лезвию орудия. Ровное лезвие пилы и большая глубина проникновения в обрабатываемый материал (3.6 см) свидетельствует о том, что ею пили широкие плитки камня значительной толщины. Пила очень долго была в употреблении, ее лезвие приобрело почти симметричный профиль вытянутого равнобедренного треугольника. Необычно большое количество для стоянок и поселений абразивных пил свидетельствует о том, что на стоянке происходило распиливание каменных плит на заготовки для орудий. Такими орудиями, скорее всего, могли быть топоры и тесла из зеленокаменной породы [Сериков, 1978, с. 240–242].

Из одиннадцати пил, найденных в энеолитическом слое Шайтанского озера I, выделяется пила из плитки гранодиорита размером 19.1×12.2×2.4 см. В верхней части пилы оббивкой удален один угол плитки, а в средней части образована неглубокая выемка. После такой обработки пилу удобно держать двумя руками. Глубина проникновения в обрабатываемый материал составляла 2.5 см. Такие массивные пилы служили для выпиливания заготовок рубящих орудий [Сериков, 2013, с. 44].

Еще одна интересная пила обнаружена в комплексе Первой Кокшаровской стоянки. Она изготовлена из плитки гранодиорита размером 16.5×13×1 см. Пила склеена из двух фрагментов. Один край плитки длиной 15.5 см использовался в качестве абразивной пилы. Лезвие пилы имеет подтреугольное сечение со смещением вершины треугольника влево. Глубина проникновения пилы в обрабатываемый материал 2.1 см с правой стороны и 1.2 – с левой. Это свидетельствует о том, что пиление производилось правой рукой. Лезвие пилы имеет заметную вогнутость. Его концы почти на 1 мм выступают по сравнению со средней частью лезвия. Это свидетельствует о том, что пилой перепиливали неширокие предметы [Сериков, 1978, с. 238–239].

Единичным изделием из гранодиорита является булава. Она была найдена во время подводных археологических раскопок на дне Шигирского озера. С собой булава представляет изделие овальной формы размером 10.2×7.7 см при толщине 2.3 см. Поверхность булавки отшлифована. В ее центре находится отверстие диаметром 1.9 см. Проделано оно каменным сверлом большого диаметра методом встречного сверления. Входной диаметр отверстия доходит до 3.5 см [Сериков, 2015, с. 496].

На святилище Шайтанский Шихан, сложенном гранитными валунами длиной от 1 до 4.5 м, находится ровная плита размером 3.7×1.3×1.1 м. На восточном конце плиты проточено 8 канавок длиной от 25 до 35 см. В центральной и западной частях плиты вышлифованы два чашевидных углубления диаметром до 0.6 м. Расположение

плиты в центральной части святилища и ее оформление позволяют предполагать, что данная плита служила жертвенником [Сериков, 2013, с. 127].

Таким образом, древнее население Среднего Зауралья широко использовало гранодиорит в хозяйственной и культовой жизни. Все орудия из гранодиорита можно представить в виде пяти основных групп: шлифовальные плиты, рыболовные грузила, наковальни, абразивные пилы и песты.

### Литература

*Жилин М.Г., Савченко С.Н., Сериков Ю.Б., Косинская Л.Л., Косинцев П.А.* Мезолитические памятники Кокшаровского торфяника. М., 2012. 167 с.

*Семенов С.А.* Первобытная техника (опыт изучения древнейших орудий и изделий по следам работы) // МИА. М.–Л., 1957. № 54. 240 с.

*Сериков Ю.Б.* Серый Камень – древнейший памятник Горбуновского торфяника // Охранные археологические исследования на Среднем Урале. Екатеринбург, 1997. Вып. 1. С. 15–25.

*Сериков Ю.Б.* К вопросу о технике пиления в неолите и бронзе лесного Зауралья // Советская археология. 1978. № 1. С. 237–242.

*Сериков Ю.Б.* Шайтанское озеро – священное озеро древности. Нижний Тагил, 2013. 408 с.

*Сериков Ю.Б.* Об одном из признаков статусных изделий // Тверской археологический сборник. Вып. 10. Тверь, 2015. С. 492–504.

***В.А. Горбунова***

*Российский государственный профессионально-педагогический университет,  
филиал в Нижнем Тагиле, vag.mineral@gmail.com*

### Использование сланцев древним населением Среднего Зауралья

*(научный руководитель Ю.Б. Сериков)*

Согласно данным археологии, территория Среднего Зауралья была заселена человеком еще в эпоху раннего палеолита. Постепенно знакомясь с сырьевыми ресурсами данного региона, пришлое население тщательно подбирало материалы для обеспечения себя необходимым инвентарем.

В данной работе автор пытается установить, какие именно сланцы и в каком качестве использовались древним человеком на территории Среднего Зауралья. Мы планируем обратить внимание на находки из таких разновидностей сланцев как углистые, пиррофиллитовые, глинистые и кристаллические. Твердость сланцев колеблется от 2 до 6 баллов по шкале Мооса.

Несмотря на то, что из-за некоторых свойств сланцев (небольшой твердости и способности к расщеплению) их использование носило ограниченный характер, ассортимент орудий труда из данного минерала был довольно широк. Из кристаллических сланцев на территории Среднего Зауралья изготавливали рыболовные грузила, каменные диски, рубящие орудия, скрёбла, песты-терочники, шлифовальные плиты. Более мягкие глинистые сланцы применялись для изготовления точильных камней, штампов, лошил, утюжков и украшений (подвесок).

Наиболее частыми находками из сланцев являются рыболовные грузила. Изготовлены они, как правило, из небольших плиток камня округлой и прямоугольной формы. Практически у всех грузил посередине присутствуют образованные несколькими ударами противоположные выемки, которые делались для удобства привязывания грузил к рыболовной сети. Расположены выемки на продольных краях изделия, друг против друга. Выемки, скорее всего, служили для фиксации обвязки крест-накрест или в виде пары петель [Жилин и др., 2012].

Разновидностью рыболовных грузил являются так называемые каменные диски. Они имеют овальную форму и оббиты по всему периметру. Выемки у дисков отсутствуют, но удлиненная форма позволяла без особых проблем надежно крепить их к сети. В этом плане интересны два рыболовных грузила из жилища на неолитическом поселении Полуденка I. Они оббиты по периметру до получения овальной формы. Размеры их довольно стандартные – 8.5×6.5×0.9 см и 9.0×6.2×0.9 см. Вся поверхность грузил ожелезнена, но строго посередине и поперек их проходит светлая полоска шириной 0.7 см. По всей видимости, это следы от привязки, которая плотно прилегала к поверхности грузил [Сериков, 1981, с. 365]. Грузила в виде каменных дисков зафиксированы в комплексах многих стоянок от неолита до раннего железного века – Евстюниха I, Юрьинское поселение, Кокшаровский холм, Шигирский Исток III, Полуденка I и II, Кокшарово I, Балакино, Юрьино IV, Уралочка, Кокшаровское поле, Лайский мыс и др. [Сериков, 1977, с. 210].

Следует отметить, что каменные диски имели и другое назначение. Они использовались в качестве скребел для обработки шкур. Дисками небольшого размера работали одной рукой, а для крупных дисков требовались усилия двух рук. В этом плане интересны каменные диски со стоянок Уралочка и Лайский мыс. Они оббиты по периметру и имеют размеры – 15.0×7.2×0.9 см и 13.0×8.2×0.4 см. Линейные следы на рабочих краях дисков показывают, что диски служили стругами для срезания мездры [Сериков, 1977, с. 210–211].

Массивные плитки кристаллического сланца применялись в качестве шлифовальных плит. Такие шлифовальные плиты присутствуют на многих памятниках, расположенных на озерах – Аятском, Юрьинском, Шайтанском, Шигирском, а также на Горбуновском торфянике.

Уникальным является изделие в виде каменной секиры, найденное на III-ей Береговой стоянке Горбуновского торфяника. Ее длина составляет 34 см, но торец напротив рукояти отломан. Ширина лезвия секиры составляет 14 см, толщина – до 3.5 см. Обуховая часть секиры обработана двусторонней оббивкой, тогда как лезвие оставлено без обработки, возможно, потому что оно имеет естественное заострение. Рукоять секиры отделана двусторонней оббивкой. Ее длина – 14.5 см, ширина колеблется от 6.5 до 7.5 см. Аналогов данное изделие не имеет, поэтому ее назначение и датировка остаются неизвестными.

Плотные образцы сланцев хорошо подходили для изготовления рубящих орудий и точильных камней, а также ножей. В материалах пещеры Туристов (р. Чусовая) большой серией представлены ножевидные орудия с дугообразным лезвием. Почти что все они изготовлены из плиток серо-зеленого сланца и имеют довольно крупные размеры (14×8.9 см; 12×5.1 см; 10.7×6.5 см; 10.5×6.7 см; 8.9×5.5 см). Толщина их колеблется от 0.5 до 1 см [Сериков, 2008]. А один из ножей изготовлен из плитки плотного сланца, прежде служившей точильным камнем.

Необычный клад каменных пестов (10 экз.) обнаружен на стоянке бронзового века Балакино I. Шесть из них выполнены из кусков слюдястого, серицитового и зе-

леного сланца. Длина пестов колеблется от 25 до 35 см. Преобладают песты длиной 31–35 см. Вес пестов составляет 1.3–2.2 кг. На территории Урала это единственный клад пестов для дробления руды [Сериков, 2012]. Еще один пест-терочник был найден на стоянке Полуденка I. В данном случае пестом служило массивное, частично шлифованное орудие со сломанным концом.

Из глинистого сланца изготавливали точильные камни для заточки металлических орудий (ножей, кинжалов, топоров). Гораздо реже они служили в качестве лошцил и шпателей для обработки поверхности керамических сосудов. Шпатели обычно использовались для замазывания спаев, выравнивания, уплотнения и заглаживания поверхности сосудов, удаления трещин и других дефектов. Лошцила применялись для уплотнения поверхности сосудов по сухой или слегка подсушенной поверхности. В результате лощения поверхность сосуда становилась гладкой и блестящей. В энеолитическом комплексе Шайтанского Шихана выявлено два шпателя, выполненных из плоских кусков светло-красного шифера (пирофиллитового сланца). Размеры изделий – 7×5×1.5 см и 6.5×3.9×1.6 см. Куски оббиты почти по всему периметру. На одной боковой плоскости на каждом орудии присутствует сильная стертость, в одном случае закругленная, в другом – состоящая из двух площадок.

Аналогичный шпатель из окатанного куска темно-красного шифера размером 5.5×1.2×1.0 см найден на Шайтанском озере VI. Один его конец закруглен в процессе работы. На нем присутствует серия мелких плоских фасок.

Из глинистого сланца делали штампы для нанесения орнамента на керамические сосуды. Мягкость сланца позволяла вырезать из него зубчатые инструменты для орнаментации. Штампы из плотного серого сланца зафиксированы на стоянках Юрьино IV (2 экз.), Крутяки I, Усть-Вагильский холм (2 экз.), Медведка, Шайтанское озеро I (3 экз.), I-ая (6 экз.) и III-я Береговая (2 экз.) стоянки Горбуновского торфяника. Иногда штампы вырезали из темно-красного пирофиллитового сланца. Такие орудия известны на стоянках III-я Береговая (3 экз.), VI-ая Береговая, Шайтанское озеро I (3 экз.) и II, а также Шайтанский Шихан. На одном или двух (реже) концах орудий вырезались мелкие зубчики, которые и использовались для нанесения разнообразного гребенчатого орнамента.

Из пирофиллитового сланца (красного шифера) нередко изготавливались украшения, в частности, подвески. Их часто находят в энеолитических погребениях. В размытом энеолитическом погребении на Шайтанском озере найдено 13 подвесок из шифера. Еще 31 подвеска происходит с площади памятника. В погребении на Усть-Вагильском холме выявлено 33 подвески из темно-красного шифера. Аятское погребение содержало 52 аналогичных подвески. Еще больше шиферных подвесок найдено в двух погребениях могильника Бузан 3 (Тюменская обл.). В одной из могил найдены 173 подвески из красно-бурого шифера, в другой – 220 таких же подвесок. А в могильнике на Большом Андреевском острове (Тюменское Притоболье) суммарно обнаружено 455 подвесок из шифера. Единичные подвески из пирофиллитового сланца присутствуют в энеолитических комплексах и других памятников [Сериков, 2007].

Довольно необычной находкой стал «утюжок» с Шайтанского озера. Его размеры: 11×7×5.3 см. По форме он напоминает пирожок с отсеченными углами. Изготовлен «утюжок» из светло-серого мягкого глинистого сланца. Его верхняя, нижняя и боковые поверхности тщательно отшлифованы и слегка выпуклы. Посередине «утюжка» проходит желобок диаметром 1 см. Он также тщательно отшлифован, причем продольный разрез его имеет выпуклый дугообразный профиль.

Можно сделать предположение, что, данный «утюжок» являлся своеобразным календарем. Об этом говорят короткие насечки, расположенные по всем граням «утюжка». На верхних боковых гранях их 28 и 25, на нижних – 28 и 30. Верхние торцовые грани имеют 13 и 18 насечек, нижние – 9 и 12. Определение функционального назначения насечек и самого «утюжка» требует специального исследования [Сериков, 2013].

Интересно отметить, что «утюжок» из сланца голубого цвета найден в одном из погребений Горного Алтая.

Таким образом, проведенный анализ показал, что на территории Среднего Зауралья сланцы имели большое распространение и их использование фиксируется практически во всех археологических эпохах, за исключением палеолита. Ассортимент изделий из данной породы был весьма разнообразен – сланцы использовались как для изготовления предметов быта (рыболовные грузила, ножи, песты, ложила, шлифовальные плиты, точильные камни), так и в культовой сфере (гребенчатые штампы, подвески, «утюжки»).

### Литература

- Жилин М.Г., Савченко С.Н., Сериков Ю.Б., Косинская Л.Л., Косинцев П.А.* Мезолитические памятники Кокшаровского торфяника. М.: «Воскресенская типография», 2012. 214 с.
- Сериков Ю.Б.* К вопросу о функциональном назначении так называемых каменных дисков // Советская археология, 1977. № 2. С. 210–215.
- Сериков Ю.Б.* Комплекс каменных изделий из жилища стоянки Полуденка I // Советская археология, 1981. № 1. С. 261–265.
- Сериков Ю.Б.* Украшения древнего человека по материалам археологических памятников Урала // Памятники археологии и художественное творчество: Материалы осеннего коллоквиума. Вып. 4. Омск: Изд-во ООО «Издательский дом «Наука», 2007. С. 78–84.
- Сериков Ю.Б.* Пещерные святилища реки Чусовой. Нижний Тагил: НТГСПА, 2008. 368 с.
- Сериков Ю.Б.* Клад пестов со стоянки бронзового века Балакино I (окрестности Нижнего Тагила) // Уфимский археологический вестник, 2012. № 12. С. 37–42.
- Сериков Ю.Б.* Шайтанское озеро – священное озеро древности. Нижний Тагил: НТГСПА, 2013. 408 с.

**К.А. Евлюхина**

*Российский государственный профессионально-педагогический университет,  
филиал в Нижнем Тагиле, ksenia-e@mail.ru*

### **Сырьевая характеристика древней зооморфной скульптуры Среднего Зауралья**

*(научный руководитель Ю.Б. Сериков)*

На сегодняшний день известны изображения животных из камня, дерева, кости, рога и глины. Каждый материал имеет особые свойства и характеристики, поэтому изделия, изготовленные из того или иного сырья, всегда уникальны и богаты образами. Больше всего во всех сырьевых группах найдено скульптур медведя и лося. К редко встречающимся относятся образы бобра, белки, ежа и змеи. Подробному рассмотрению сырьевого состава этих находок посвящена данная работа.

Чаще всего на территории Среднего Зауралья встречаются находки из камня, их процентное содержание составляет 52 % от всего числа зооморфных скульптур на территории Среднего Зауралья. Вторые по численности изделия из дерева (21 %). Следующие 10 % – зооморфные скульптуры из рога. И, наконец, самыми малочисленными являются группы скульптур из кости и глины – всего по 8.5 %.

**Дерево.** Со всей территории Среднего Зауралья получена представительная коллекция древних предметов из дерева. Большая часть деревянных изделий датируются эпохой энеолита. Как материал, древесина тверда, упруга, прочна, хорошо поддается отделке. Но вместе с тем дерево имеет и ряд недостатков: может коробиться, усыхать, набухать и трескаться. Поэтому предметы из дерева плохо сохраняются в земле, а древние деревянные скульптуры являются уникальными для археологии находками. Практически все найденные изделия имеют повреждения и не сохранили первоначальный вид. Они обнаруживаются только на торфяниковых памятниках, которые выявлены на Горбуновском, Шигирском и Кокшаровском торфяниках. Но основная часть изделий приходится на первые два торфяника [Сериков, 2014, с. 77]. Деревянных зооморфных скульптур на территории Среднего Зауралья известно всего 10 экз. Среди них 6 скульптур лося, 2 – медведя, 1 – змеи и 1 – изображение рога. Одна фигурка–полуфабрикат лося найдена на Разбойничьем острове [Чаиркина, 1998, с. 87]. С Горбуновского торфяника происходят 3 жертвенных сосуда в виде фигур лося, обожженное 36-сантиметровое изображение его рога и обломки деревянного изображения змеи [Эдинг, 1940, с. 11–60; Сериков, 2014, с. 82; Чаиркина, 1998, с. 92]. Еще один жертвенный сосуд, прорезной черпак с рукояткой в виде головы лося, а также ручка сосуда в виде головы медведя и весло с его головой обнаружены на Шигирском торфянике [Сериков, 2014, с. 81; Эдинг, 1940, с. 49; Мошинская, 1976, с. 77–78].

**Камень.** На Среднем Зауралье для изготовления зооморфных скульптур использовался большой набор минерального сырья: кремнистый сланец, тальк, халцедон, углистый сланец, «алевротуф» [Сериков, 2009, с. 397].

Из кремнистых сланцев выполнены головки лося (1-ая Береговая стоянка Горбуновского торфяника, Шайтанское озеро I, Исетское Правобережное), головы медведя (Макинский торфяник, III Береговая стоянка Горбуновского торфяника, Чашиха I, Полуденка II, Шайтанское озеро I), а также неопределенные зооморфные изображения с памятников Шайтанское озеро I, Шайтанский Шихан, Рычкова, Исетское Правобережное и Мыс Крутяк. Из углистого сланца известна только одна скульптура – фигурка ежа со стоянки Шигирсий Исток III (Шигирский торфяник) [Сериков, 2013, с. 275; Сериков, 2009, с. 395-398; Сериков, 2014, с. 23; Сериков, 2012, с. 217–218].

Скульптуры из талька относятся к группе объёмных: фигурные молоты в виде головы лося (Евстюниха I) и белки (река Тура), а также бляшка в виде головы медведя со стоянки Еловый мыс (Исетское озеро) [Сериков, 2011, с. 210; Панина, 2004, с. 256; Эдинг, 1940, с. 93].

Изделия из халцедона представлены плоской скульптурой в виде голов медведя с Шайтанского озера и лосихи с Камня Дыроватого (р. Чусовая), полиэйконической фигурки со стоянки Юрьино VII (оз. Юрьинское, Верхнесалдинский р-н Свердловской обл.) и отщепы, напоминающего голову животного с Шайтанского озера II [Сериков, 2009, с. 398–400; Сериков, 2014, с. 35–36].

Единичными экземплярами встречены изделия плоской скульптуры из «калевротуфа». Это отщеп в виде головы медведя с поселения Уральские Зори V на р. Туре и фигурка бобра с Аятского озера [Сериков, 2009, с. 401; Сериков, 2013, с. 397].

Сведения о материале находок не всегда указываются. Поэтому в отдельную группу можно выделить изделия с неопределенным минеральным сырьем. Сюда относится фигурный молот в виде головы бобра, найденный на Кокшаровском холме (Верхнесалдинский р-н Свердловской обл.) и тесло с ушками, найденное в окрестности г. Нижняя Тура [Сериков, 2011, с. 209; Панина, 2004, с. 256].

**Кость.** Скульптуры из кости на территории Среднего Зауралья представлены фигурками медведя с палеолитической стоянки Гари I и с поселения Шувакиш I, а также изображениями голов лося с Кокшаровско-Юрьинской торфяниковой стоянки и со дна Шигирского озера [Сериков, 2014, с. 72–74; Чаиркина 1998, с. 94].

**Рог.** Скульптуры из рога найдены на Горбуновском торфянике – рукоять с головой животного (медведя?), фигурные молоты в виде голов лося и фантастического животного с Шигирского торфяника и фрагменты головы лося из рога со стоянки Аннин остров (Кировоградский торфяник) [Эдинг, 1940, с. 51–61].

**Глиняная скульптура** представлена рукояткой керамического ковшика в виде головы медведя с Шайтанского озера, головкой медведя с поселения Шувакиш I, фигуркой лося с памятника Шайтанское озеро I и полиэйконической скульптурой со стоянки Евстюниха I [Сериков, 2007, с. 22; Чаиркина, 1998, с. 87; Сериков, 2014, с. 68].

Сырьевой состав древней зооморфной скульптуры на сегодняшний день изучен недостаточно. Данный вопрос рассматривается только как один из признаков характеристики находки. Анализ поставленной проблемы осложняет и тот факт, что исследователи не всегда уделяют должное внимание указаниям сведений о материале, из которого сделана скульптура, и цвету находки. Это со временем приводит к появлению «белых пятен». Проведенный анализ сырьевого состава зооморфной скульптуры Среднего Зауралья показал, что больше всего на этой территории в качестве сырья использовались камень, в частности, кремнистые породы. К уникальному редко встречающемуся сырью относятся глина, кость и рог. Этот вывод доказывает, что сырье древними мастерами подбиралось не хаотично и не только по мере его доступности, а с учетом его функциональных особенностей и физических свойств.

## Литература

- Мошинская В.И.* Древняя скульптура Урала и Западной Сибири. М.: Наука, 1976. 132 с.
- Панина С.Н.* Культовые предметы в собрании археологических коллекций Свердловского областного краеведческого музея // Культовые памятники горно-лесного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. С. 255–256.
- Сериков Ю.Б.* Глиняная пластика Урала в эпохи неолита-бронзы // Ученые записки Нижнетагильской государственной социально-педагогической академии. Общественные науки. Нижний Тагил: Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия, 2007. С. 18–37.
- Сериков Ю.Б.* Кремневая скульптура Урала (Вопросы хронологии, происхождения и семантики) // Тверской археологический сборник. Материалы 9-го–11-го заседаний научно-методического семинара «Тверская земля и сопредельные территории в древности». Тверь: Изд-во «Триада», 2009. Вып. 7. С. 391–410.
- Сериков Ю.Б.* Гравировки по камню – редкий вид изобразительного искусства // Урало-Поволжье в древности и средневековье. Материалы Международной научной конференции

V Халиковские чтения «Урало-Поволжье в древности и средневековье», посвященной 80-летию А.Х. Халикова. Серия «Археология евразийских степей». Казань: ООО «Фолиант», 2011. Вып. 11. С. 203–221.

*Сериков Ю.Б.* Новые находки кремневой скульптуры на территории Среднего Зауралья // Стратегия экономического, политического, социокультурного развития регионов в условиях глобализации. Материалы Международной научно-практической конференции. Березники: УРГЭУ-СИНХ, 2012. С. 217–218.

*Сериков Ю.Б.* Каменная скульптура древнего населения Среднего Зауралья // Современные решения актуальных проблем евразийской археологии. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. С. 272–276.

*Сериков Ю. Б.* Очерки по первобытному искусству Урала. Нижний Тагил: НТГСПА, 2014. 268 с.

*Чаиркина Н.М.* Антропо- и зооморфные образы энеолитических комплексов Среднего Зауралья // Вопросы археологии Урала. Екатеринбург, 1998. Вып. 23. С. 81–104.

*Эдинг Д.Н.* Резная скульптура Урала // Труды ГИМ. Вып. X. М.: Гос. историч. музей, 1940. 140 с.

***О.В. Морозова***

*Российский государственный профессионально-педагогический университет,  
филиал в Нижнем Тагиле, olesya.morozova.1994@mail.ru*

### **Использование галек древним населением Урала**

*(научный руководитель Ю.Б. Сериков)*

Галька – это окатанные водой обломки горных пород диаметром до 10 см. Первые найденные орудия, которым более 2 млн лет – чоппинги, чопперы и рубила – были изготовлены в большинстве своем именно из галек. Тот факт, что для первых орудий в качестве сырья стали использовать гальки, надолго определил роль этого природного образования в жизни человека [Семенов, 1968].

Самым древним галечным орудием на Урале является чоппинг, изготовленный из округлой гальки кварцитопесчаника. Найден он на раннепалеолитическом памятнике Ельники II (р. Сылва, Пермский край) [Павлов и др., 1995]. В качестве исходного сырья гальки использовались и во все последующие эпохи от верхнего палеолита до средневековья.

Ко времени раннего палеолита относят находки с таких памятников как Ганичата I, Ганичата II, Слудское, Тупица и Борисово. Все эти памятники находятся на берегах Камского водохранилища (Среднее Приуралье). Галечные комплексы этих памятников схожи и включают в себя такие изделия как: чопперы, чоппинги, нуклеусы, скребла, пластинки и различные отщепы. Все они изготовлены из галек кварцитопесчаника разных цветов. Чоппер из гальки кварцитопесчаника и три отщепа с остатками галечной корки также были найдены на р. Чусовой в гроте Большой Глухой, возраст данных находок около 34 тыс. лет [Павлов и др., 1995].

В верхнем палеолите гальки продолжали использоваться в качестве сырья для изготовления различных орудий. На Гаринской стоянке (Средний Урал) было найдено большое количество нуклеусов из кремнистого сланца, на которых сохранилась «галечная корка». Она же присутствует и на других изделиях: резцах, скребках и тесле. В качестве сырья использовались гальки яшмы различных цветов, кремнистых сланцев, черного кремня и в единичных случаях – молочного кварца и кварцита. На

стоянке Талицкого (Среднее Приуралье) применялись гальки кремнистых сланцев, кремнецветных известняков, яшмы и горного хрусталя [Сериков, 2007].

На палеолитической стоянке Богдановка (Южный Урал) использовались гальки яшмы серого, зеленовато-серого, красного и черного цветов, а также кремнистые сланцевые породы. Комплекс данной стоянки представлен нуклеусами и нуклеидными формами, скреблами и отбойником.

Похожие отбойники из кварцитовых галек в количестве 12 штук были найдены на мезолитическом поселении Выйка II. Отбойники из галек продолжают использоваться и в неолите, и в энеолите. Так, например, на Усть-Юрюзанской камнеобрабатывающей мастерской (Башкортостан) в качестве сырья использовались овальные или круглые гальки из мелкозернистого сланца [Сериков, 2005]. На среднеуральском памятнике Шайтанское озеро I отбойниками служили довольно крупные гальки из кварцита.

В эпоху мезолита на территории Северного и Среднего Приуралья и Южного Урала галька по-прежнему оставалась важным сырьем. Например, на сезонных мезолитических поселениях Парч I, II, III найдено большое количество как обработанных, так и необработанных галек, которые добывали на противоположном берегу р. Вычегды.

На территории Южного Зауралья источниками сырья служили речные или озерные галечники. Независимо от географического местоположения памятников на каждом из них исходным сырьем являлись яшмовые и кремнистые гальки. Чаще всего использовались полосчатые (красно-зеленые) и серые яшмы, затем яшма сургучная и черная кремнистая порода. Остальные виды сырья применялись значительно реже [Беспрозванный, Мосин, 1996].

Однако, на территории Среднего Зауралья преобладающим сырьем для изготовления орудий вместо гальки становится плитка кремнистого сланца. Гальки применялись нечасто. Нуклеусы из кремнистых галек были найдены только на двух памятниках. Так, на сезонном поселении Выйка II найдено всего два нуклеуса из кварцитовых галек, и два чоппингообразных орудия из того же сырья. Также на этом памятнике зафиксировано использование галек в хозяйственных целях. На данном сезонном поселении было найдено 289 фрагментов расщепленной гальки и 14 целых галек из кварцита. На всех этих гальках имеются следы теплового воздействия, что позволило предположить, что они использовались для кипячения воды в сосудах, при этом гальку нужно было предварительно накаливать.

Также гальки использовались и как ретушеры. На мезолитическом поселении Уральские Зори I ретушером служила плоская галька кварцита длиной 7.6 см, причем в работе использовались оба края гальки. Крупные гальки использовались как песты, тёрочки и молоты. Интересный молот был найден на мезолитическом памятнике Уральские Зори XI. Он представляет собой гальку длиной – 21.5 см, один конец которой утолщен и использовался в качестве молота, а другой заужен и служил рукоятью. С эпохи мезолита начинается использование галек в качестве рыболовных грузил и продолжается вплоть до железного века. На Шайтанском озере найдена крупная галька, которую использовали в качестве якоря [Сериков, 2013].

С неолитом связано использование галек как наковален. На стоянке Выйка I наковальной служила уплощенная галька размером 14×9.5×4 см. На Шайтанском озере эту роль исполнял валунчик ромбовидной формы. Реже гальки использовались как заготовки рубящих орудий. На Шайтанском озере I обнаружен топор размером 7.5×3.3 см. Топоры, тесла и наверхие палицы, выполненные из галек, были обнаружены на неолитическом могильнике в Томске.

В энеолитическом слое культового центра на Шайтанском озере был найден пестик для растирания охры. В качестве пестика использовалась расколота галька горного хрусталя. У этой гальки было и другое назначение – она служила кресалом для высекания огня.

Подобные гальки, использовавшиеся для высекания огня, довольно часто встречаются на святилищах. На святилище, расположенном на вершине горы Гольй Камень (г. Нижний Тагил) был найден сильно сработанный кресальный кремний из гальки коричневого халцедона. Там же найдено огниво из плоской кварцевой гальки [Сериков, Серикова, 2005]. Кресальные камни присутствуют в коллекциях пещерного святилища в камне Денежном (р. Чусовая), стоянки Исток III, Шайтанского озера и др. Очень редко гальки использовались в качестве огнив. Кроме Голого Камня огниво из плоской гальки халцедона выявлено на поселении Перегон V в черте г. Екатеринбург. Известны случаи использования галек в качестве подпятника для сверления или добывания огня лучковым способом. Один такой подпятник, изготовленный из гальки диаметром 8 см, был найден в неолитическом комплексе Усть-Айского поселения (Южный Урал). Второй – обнаружен на энеолитическом поселении Атымья IV (Северное Зауралье). Он же применялся для дробления и растирания твердых материалов, возможно, минералов [Сериков, 2005].

На неолитическом поселении Полуденка II, поселении бронзового века Шигирский Исток III и в пещерном святилище камня Дыроватого обнаружены шаровидные гальки, которые могли использоваться в качестве метательных снарядов для пращи или бола.

Гальки применялись и при производстве керамических сосудов. На поселении бронзового века Дружный I (Челябинская обл.) таких галек найдено 27 экз. Известны они на Шайтанском озере I и поселении бронзового века Шигирский Исток III. Все эти гальки сильно стерты и заглажены. Анализ этой сработанности показал, что они использовались в качестве шпателей для выравнивания и заглаживания поверхности керамических сосудов [Сериков, 2014].

Гальки применялись не только для изготовления орудий труда, но и активно использовались в обрядово-культурной практике. Гальки часто находят в погребениях. В мезолитическом захоронении в Бурановской пещере (Челябинская обл.) в грудной части погребенного находились три крупные удлиненные гальки, забитые узкими концами в землю. Галькой также выкладывали очаги. В энеолитическом поселении Юртик (Кировская обл.) у центральных очагов всех трех жилищ обнаружены овальные гальки, все они были разных цветов, а одна даже раскрашена охрой.

Гальки изредка использовались и в качестве украшений. Такие украшения найдены на Усть-Вагильском холме из красной гальки. На Шайтанском озере из галек черного и серого цветов сделаны подвески [Сериков, 2013]. А в пещерном святилище камня Дыроватого был найден так называемый «курий бог», галька с естественным отверстием в центре, которая также использовалась как подвеска [Сериков, 2009.].

Из галек изготавливали и предметы искусства. На раннемезолитической стоянке Горная Талица (Прикамье) найден отбойник из гальки зеленоватого сланца. На его поверхности выгравировано изображение головы лося. Подобное изделие обнаружено и на мезолитической стоянке-мастерской Амбарка I (р. Нейва). На расколотом отбойнике из вулканомиктового песчаника выгравировано изображение рогатого животного, возможно, оленя.

Еще один тип находок – «чуринги» – также изготавливались из галек, на которые наносились гравировки в виде геометрического орнамента. Такие гальки выявлены на Шайтанском озере, стоянках бронзового века в Республике Коми, мезолитической стоянке Ильмурзино (Башкирия) и др. [Сериков, 2005].

Гальки употреблялись также для изготовления различных скульптур. Обычно они использовались без подработки или с минимальной обработкой. Гальки антропоморфной и зооморфной (чаще) формы выявлены на целом ряде памятников. В Свердловской обл. – это Боровка III, Кокшаровский холм, Полуденка I, Шайтанское озеро I; в Челябинской – Андреевка III; в Пермском крае – Чашкинское Озеро IV. Однако, самая большая коллекция галечных скульптур происходит из пещерных святилищ реки Чусовой – пещеры Туристов (40 экз.), Котел (5 экз.) и Кумышанской (43 экз.). Все они были найдены в средневековых слоях. В галечной скульптуре представлены образы различных животных: мамонта, медведя, лося, змеи, а также рыб и птиц [Сериков, 2007а].

### Литература

*Беспрозванный Е.М., Мосин В.С.* К характеристике мезолита Южного Зауралья // Новое в археологии Южного Зауралья. Челябинск: Изд-во «Рифей», 1996. С. 18–47.

*Павлов П.Ю., Денисов В.П., Мельничук А.Ф.* Палеолитические местонахождения с кварцевым инвентарем в Верхнем Прикамье // Этнокультурные контакты в эпоху камня, бронзы, раннего железного века и средневековья в Северном Приуралье. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1995. С. 5–24.

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

*Сериков Ю.Б.* Гальки и их использование древним населением Урала. Вестник археологии, антропологии и этнографии. Тюмень, 2005. С. 42–57.

*Сериков Ю.Б.* Гаринская палеолитическая стоянка и некоторые проблемы уральского палеолитоведения. Нижний Тагил: НТГСПА, 2007. 138 с.

*Сериков Ю.Б.* Галечные скульптуры – изобразительные символы обрядовой деятельности древнего человека. Миф и символ в прошлом и настоящем. Нижний Тагил: НТГСПА, 2007а. С. 28–39.

*Сериков Ю.Б.* Пещерные святилища реки Чусовой. Нижний Тагил: НТГСПА, 2009. 368 с.

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

*Сериков Ю.Б.* Керамические и каменные орудия для обработки поверхности глиняных сосудов // Вестник Пермского университета. Серия История. 2014. Выпуск 1 (24). С. 5–14.

*Сериков Ю.Б., Серикова Л.В.* Святылище на вершине горы Голый Камень (Нижний Тагил). Нижний Тагил: НТГСПА, 2005. 79 с.

*А.М. Юминов<sup>1,2</sup>, И.А. Блинов<sup>1</sup>, П.В. Хворов<sup>1</sup>, Е.Д. Зенович<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> – *Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, imin@mineralogy.ru*

<sup>2</sup> – *Южно-Уральский государственный университет, Миасский филиал, г. Миасс*

### **Минеральный состав корок и налетов в мегалитах острова Веры (Южный Урал)**

Изучаемый комплекс археологических памятников находится на острове Веры (оз Тургояк, Челябинская обл.). В структурно-геологическом плане данная территория расположена в пределах развития пород Тургоякского массива гранодиоритов раннекаменноугольного возраста. Породы представлены однородными среднезернистыми биотит-роговиковообманковыми гранодиоритами, иногда с характерной матрацевидной отдельностью [Тихомиров и др., 2003].

Данные о возрасте и строении памятника приведены в публикациях [Григорьев и др. 2004; 2010]. Мегалитические сооружения острова Веры являются одним из наиболее известных археологических памятников, расположенных в окрестностях г. Миасса. Возраст наиболее древних сооружений определяется IV тысячелетием до н.э. [Григорьев и др., 2007; 2008]. Мегалиты представляют собой сложные каменные конструкции, врезанные в скальный грунт и перекрытые массивными плитами. Стены сооружений выполнены методом сухой кладки и сложены из больших каменных блоков. Мегалиты состоят из нескольких камер, соединяющихся коридорами. Зафиксирована связь построек с основными астрономическими направлениями (точки восхода-захода солнца в дни равноденствий и солнцестояний) [Васина и др., 2009]. Всего на острове обнаружено три мегалита, которые интерпретируются как храмовые комплексы, и две культовые площадки с системой менгиров. Помимо описанных конструкций на острове находится еще около 40 археологических памятников, в том числе, каменоломня IV тысячелетия до н.э., древняя металлургическая печь, а также руины старообрядческого скита XIX века и основания фундамента монашеских келий [Григорьев и др. 2007].

В последнее время интерес к данному объекту возобновился в связи с обнаружением внутри древних мегалитических сооружений выделений разнотипного материала неизвестного генезиса. По мнению некоторых исследований, данные образования могли быть связаны с биогенно-растительным (мох, лишайник) или техногенным (побелка) происхождением. Также не исключалась и версия их естественного минералообразования, аналогично процессам, происходящим в современных пещерах и подземных горных выработках [Grigoriev, Vasina, 2010].

*Цель настоящих исследований* состояла в установлении причин и природы образования налетов на каменных стенах и перекрытиях мегалитов.

*Главными задачами* работы являлись:

- определение фазового состава новообразований;
- выявление структурно-текстурных и морфологических особенностей слагающих их агрегатов;
- геохимическая характеристика материала;
- обнаружение инородных микровключений в веществе.

При осмотре внутренних помещений мегалитических сооружений на поверхности каменных стен и потолочных перекрытий были обнаружены многочисленные выделения светло-серого материала, образующего плотные корки,

различающиеся по форме, размерам, площади покрытия, мощности, структурно-текстурным характеристикам и другим параметрам. Последующее тщательное минералогическое исследование данных наростов позволило выделить среди них два главных типа:

- 1) карбонатно-гипсовые, в составе которых преобладает гипс;
- 2) глинисто-кальцитовые, сложенные, в основном, кальцитом.

**Карбонатно-гипсовые образования** встречаются по всей площади мегалита и представлены в виде отдельных пятен, налетов и выцветов мощностью от долей до 0.5 мм и поперечником не более 5–10 см. Они образуют подтеки и формируются в ложбинках каменных блоков. Цвет светло-серый, иногда со слабым желтоватым оттенком. Степень цементации достаточно велика, агрегаты хорошо скреплены как друг с другом, так и с поверхностью каменной подложки. Материал с большим трудом соскабливается со стены и практически не смывается.

Согласно данным рентгенофазового анализа, в составе образований преобладает гипс (рис. 1а) В смесях с полиминеральными мелкокристаллическими агрегатами он хорошо диагностируется по линиям рентгенограмм (Å): 7.66–7.57; 4.29–4.27; 3.07–3.06; 2.88. Реже в небольшом количестве присутствует доломит. Основные линии (Å): 2.88; 2.19; 2.01; 1.80; 1.78.

Кварц и слюды входят в состав гранодиоритов (горных пород, из которых вырубались каменные блоки) и, скорее всего, попали случайно при отборе проб. Слюдистые минералы из-за малого их содержания в препарате определены только до группы. Возможно, они представлены тонкой смесью выветрелого гидротированного биотита с развивающимся по нему серицитом.

*Гипс* представлен в виде мелких кристаллов размером десятки доли миллиметра и сростков характерной формы в виде микроскопических «гипсовых роз», а также землистых порошковатых агрегатов, налетов и примазок. Минерал светло-серого цвета, со слабым желтоватым оттенком. Мелкие кристаллы прозрачны. Иногда встречаются крестообразные двойники прорастания. Черта белая. Блеск стеклянный, в отдельных местах шелковистый. Излом ровный. В данном случае, гипс является продуктом современных гипергенных минералообразующих процессов, проявляющихся при разложении (выветривании) кальцийсодержащих пород в естественных обнажениях, на стенках зданий, а также при кристаллизации из поровых и пленочных сульфатных вод [Булах, 2011].

*Доломит* в составе новообразованных корок встречается значительно реже гипса и образует единичные тонкие изометричные зерна размером до 5–10 мкм в поперечнике. Его образование связывается с наличием солей магния (обычно  $MgCl_2$ ), содержащимся в метеорных и поровых водах. В ассоциации с доломитом находятся галогениды, гипс и ангидрит.

Геохимический состав карбонатно-гипсового материала, в целом, соответствует геохимическому фону горных пород, из которых было построено данное сооружение. Об этом свидетельствует присутствие в отдельных пробах свинца и цинка, характерного для гранодиоритов (табл.). Титан является одним из малоподвижных элементов, и практически никогда не накапливается в новообразованных минералах. Стронций легко вымывается и нередко в виде изоморфной примеси присутствует в гипсе. Таким образом, геохимическая характеристика, минеральный состав карбонатно-гипсовых корок, размеры и морфологические особенности слагающих агрегатов свидетельствуют об их природном происхождении в результате естественных гипергенных процессов,

связанных с формированием в обстановке небольших температур (до +25° С) и нормальном давлении при активном участии воды, насыщенной минеральными солями и атмосферными газами.

**Глинисто-кальцитовые образования** отмечены на каменных стенах и перегородках Большого зала мегалитического комплекса № 1. Они образуют многослойные покрытия, распространенные на большой площади до 20–50 см в поперечнике. Цвет внешних корок светло-серый до белого, в отдельных местах на них фиксируются тонкие сажистые (?) налеты черного цвета. Не исключено, что эта часть стены была закопчена, но впоследствии копоть была забелена. Внешняя белая корка достаточно прочная, но на выпуклых поверхностях она имеет скорлуповидную отдельность и легко отслаивается.

В отличие от естественных карбонатно-гипсовых налетов, рассмотренных выше, корка покрывает специальную глиняную обмазку (штукатурку?), нанесенную на каменные блоки Большого зала. Толщина корки варьирует в пределах 30–50 мкм. Внешняя поверхность хорошо зачищена и выровнена, и только при просмотре под микроскопом на ней заметны небольшие бугорки и ямки. Подобное явление можно объяснить только техногенным воздействием, например, тщательной затиркой при побелке.

Расшифровка дифрактограмм (рис. 1 б) показала, что белая корка практически полностью сложена кальцитом ((Å): 3.86; 3.04; 2.49; 2.28; 2.09 и др.), при небольшой примеси гипса (пики на (Å): 7.57; 4.27; 3.07; 2.85).

Таблица

**Результаты рентгенофлуоресцентного анализа блоков горных пород и новообразованных минералов в мегалитическом сооружении острова Веры**

№ п/п	№ анализа	Материал пробы	Содержание, ‰									
			Fe	Mn	Ti	Zn	Pb	Mo	Ba	Sr	Zr	Rb
1	M1M-2п	гранодиорит	18560	453	1907	54	50	46	1512	1648	177	119
2	M1M-6п	гранодиорит	16733	247	2297	74	22	–	–	1424	171	73
3	M1M-10п	гранодиорит	19275	248	3624	75	32	49	–	1464	216	77
4	M1M-3к	гипс на гранодиорите	5598	635	–	–	–	–	–	1777	56	–
5	M1M-4к	гипс на гранодиорите	7688	356	–	–	51	–	–	1706	107	28
6	M1M-5к	гипс, доломит на гранодиорите	2670	543	–	24	26	–	–	2236	74	–
7	M1M-7к	кальцит на глиняной подложке	3910	1651	–	–	–	–	–	593	50	20
8	M1M-8к	кальцит (корка)	6994	305	–	–	–	–	–	656	92	33
9	M1M-9к	кальцит на глиняной подложке	5566	512	–	–	–	–	–	364	53	–

*Примечания:* 1) прочерк – содержание элементов ниже уровня чувствительности прибора; 2) анализы выполнены в Институте минералогии УрО РАН на рентгенофлуоресцентном анализаторе INNON-X-α-4000. Режим – Soil, время экспозиции – 30 сек. Аналитик Е.Д. Зенович.

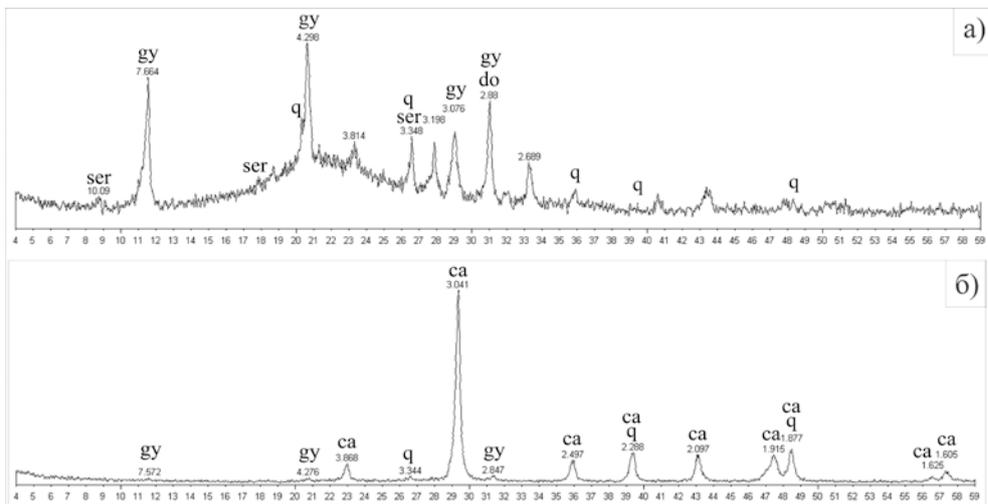


Рис. 1. Фрагмент дифрактограммы налетов и корок минералов с поверхности каменного блока мегалитического сооружения на острове Веры: а) – карбонатно-гипсовые (обр. М1М-1); б) – глинисто-кальцитовые (обр. М1М-7).

Буквами на рисунке обозначены следующие минералы: g – гипс, q – кварц, ser – слюда, do – доломит, ca – кальцит. Условия съемки; прибор – рентгеновский дифрактометр ДРОН-2, тип анода Cu, шаг съемки  $0.02^\circ$ . Аналитик Е.Д. Зенович. Расчет количества минералов в смеси выполнен П.В. Хворовым.

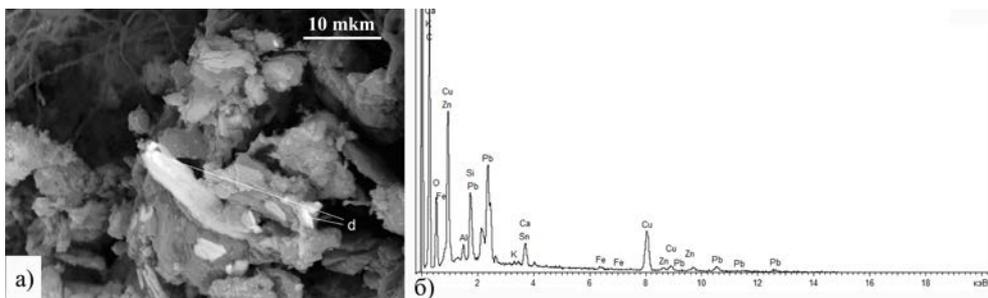


Рис. 2. Обломки металлических артефактов из свинцово-цинковой бронзы (белое) в основании глиняной обмазки: а) фото РЭМ (обр. М1-М7); б) энергодисперсионный спектр в точке d.

*Кальцит*  $CaCO_3$  образует тонкие землистые агрегаты пластинчатой и чешуйчатой формы размером в первые микроны. Материал однороден и хорошо отсортирован. Подобная фракция может быть получена путем отмучивания массы раздробленного тонкодисперсного вещества, например, мела (кальцита) при изготовлении побелочного раствора.

*Гипс* представлен в виде редких волосовидных образований длиной до 5 мкм и может быть определен как продукт сульфатизации первичной известковой побелки, присутствующей в составе внутренних стеновых покрытий.

Кальцитовые корки многослойны. Данные электронной микроскопии позволяют насчитать порядка 4–5 ритмичночередующихся слоев, каждый из которых состоит из прослоек тонкозернистого кальцита толщиной 3–7 мкм, и расположенного между ними пористо-губчатого материала гипс-кальцитового состава, с явным преобладанием последнего. Мощность «губчатого» слоя 10–20 мкм. В отдельных случаях в нем фиксируются неокатанные зерна кварца и барита до 15 мкм в поперечнике и тонкодисперсная примесь глинистых минералов.

Энергодисперсионные спектры вещества кальцитовых корок показали присутствие в них небольших концентраций натрия и хлора. Данные элементы можно связать с присутствием галита (поваренной соли), которую могли добавлять в побелочный раствор. По набору основных геохимических элементов кальцитовая корка значительно отличается от состава микропримесей в гранодиоритах и прежде всего отсутствием Zn, Pb а также значительно сниженными концентрациями стронция (см. табл.). Данный факт может свидетельствовать о привозном источнике сырья.

Глиняная обмазка является связующим звеном между каменными блоками и кальцитовой коркой. Толщина глиняного слоя 1.5–2 мм. Материал серовато-коричневого цвета, хорошо отмучен, крупные зерна отсутствуют. К сожалению, незначительное количество глины в отобранной пробе не позволяет определить ее минеральный состав.

Микронзондовые исследования выявили присутствие в глиняной обмазке частиц металла изометричной и проволоковидной формы размером от 2–3 до 10 мкм (рис. 2 а). Качественный химический анализ обнаружил в нем присутствие Cu, Pb, Zn и Sn, что соответствует свинцово-цинковой бронзе (рис. 2 б). Сплав подобного состава известен в нашем регионе с конца бронзового века.

Еще одной интересной особенностью глинисто-кальцитового слоя, явилось обнаружение в нем органического материала, среди которого встречается волосы и шерсть животных (рис. 3). Возможно, они являются фрагментами кисти, которая была использована для побелки стен.

Таким образом, в результате выполненных работ получены новые данные о минеральном составе и геохимических особенностях корок и покрытий внутренних

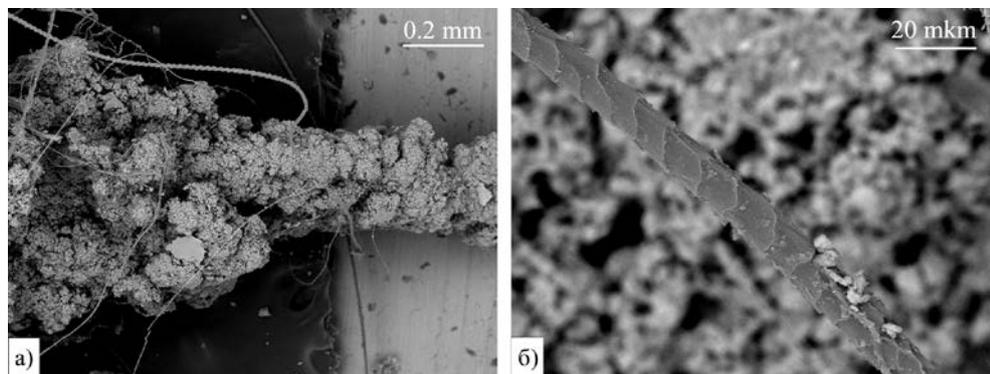


Рис. 3. Фрагменты органического материала из глинисто-карбонатного слоя мегалитов острова Веры (фото РЭМ, обр. М1-М10): а) обрастание тонкими агрегатами кальцита волоса (шерсти?); б) волос (шерсть?) животного (фрагмент фото а).

помещений мегалитических сооружений острова Веры на озере Тургояк. Выявлено два главных типа подобных новообразований: 1) карбонатно-гипсовые, в составе которых преобладает гипс; 2) глинисто-кальцитовые, сложенные, в основном, кальцитом.

Первый тип является обычным гипергенным продуктом, получившим развитие в результате кристаллизации вещества из поровых и пленочных сульфатных вод, содержащихся в почвенном слое.

Для второго однозначно доказано его техногенное происхождение, связанное с предварительным выравниванием каменных стен глиняной штукатуркой и последующей периодической побелкой меловым раствором. Меловой раствор готовился путем измельчения принесенного кальцитсодержащего материала до размеров пудры, тщательном расसेве тонкой фракции и распускании ее в воде. Вероятно, в пульпу для лучшей цементации добавлялось небольшое количество соли. Полученный раствор после тщательного перемешивания некоторое время отстаивался (для оседания наиболее крупных зерен), а затем наносился волосяной кистью на подготовленную поверхность и просушивался. Побелка не была однократной. За время существования памятника она периодически обновлялась не менее 4–5 раз.

Дальнейшие исследования следует направить на поиск источника сырья. Ближайшие выходы кальцитсодержащих пород известны в непосредственной близости от объекта в районе пос. Северные Печи. Кроме того, необходимо установить минеральный состав глиняной обмазки и место его добычи. Но главной задачей последующих работ является установление датировки побелки, что особенно важно из-за находки в глиняной обмазке частиц металлических изделий из свинцово-цинковой бронзы.

*Исследования выполнены в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 33.2644. 2014 и гранта РФФИ № 15-05-00311.*

## Литература

- Булах А.Г. Минералогия. М.: Академия, 2011. 288 с.
- Васина Ю.В., Григорьев С.А.* Мегалиты острова Веры – археоастрономический аспект // *Астрономическое и мировоззренческое содержание археологических памятников Южного Урала. Тезисы докладов полевого семинара.* Челябинск: ЧелГУ, 2006. С. 25–27.
- Григорьев С.А., Васина Ю.В., Ивасько Л.В., Котов В.Г.* Мегалитические комплексы Урала: проблема датировки // *Труды II (XVIII) Всероссийского археологического съезда в Суздале. Т I.* М.: ИА РАН, 2008. С. 204–206.
- Григорьев С.А., Меньшенин Н.М.* Мегалитические сооружения острова Вера на озере Тургояк в Южном Зауралье // *Известия Челябинского научного центра, 2004. Вып. 1. С. 208–213.*
- Григорьев С.А., Васина Ю.В., Котов В.Г., Ивасько Л.В.* Проблема датировки мегалитических комплексов Урала // *XVII Уральское археологическое совещание. Материалы научной конференции.* Екатеринбург: Сургут: изд-во Магеллан, 2007. С. 82–83.
- Григорьев С.А., Ивасько Л.В., Котов В.Г.* Мегалитические комплексы Урала, проблема их датировки и происхождения (по материалам раскопок на озере Тургояк в 2007 г.) // *Гуманитарные науки в Башкортостане: История и современность: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Института истории, языка и литературы Уфимского научного центра РАН.* Уфа: Гилем, 2007, С. 78–80.
- Тихомиров П.Л., Федоров Т.О., Борисенко В.И., Кабанова Л.Я., Попова В.И.* Структурное и петрологическое изучение магматических комплексов Миасского учебного полигона. Учебное пособие. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. 103 с.

*Grigoriev S.A., Vasina J.V. Megaliths of the Vera Island in the Southern Urals. In: British archaeological report. International series 2123. Monumental questions: prehistoric megaliths, mounds and enclosures. Oxford, 2010. Pp. 179–185.*

**Ю.П. Шубин, Ю.М. Бровендер**

*Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск,  
info@dmmti.edu.ua*

### **Петрографический состав каменных орудий Картамышского комплекса Донбасса**

Многолетние археологические исследования Картамышского археологического микрорайона Бахмутской котловины Донбасса позволили собрать коллекцию каменных орудий горного производства, связанных с добычей, обогащением медных руд, а также с литейным производством [Бровендер, Загородняя, 2007].

Петрографические исследования шлифов, изготовленных из фрагментов каменных орудий, а также рентгеновские исследования мономинеральных фракций позволили увязать исследуемые образцы с выходами соответствующих горных пород на местности. Петрографический метод привязки каменных изделий к сырьевой базе имеет естественные ограничения, связанные, прежде всего, с разнообразием вещественного состава и структурно-текстурных особенностей горных пород, которые, в свою очередь, определяются индивидуальной реализацией процессов петрогенеза в каждом конкретном случае с одной стороны, а также широким площадным распространением однотипных горных пород – с другой. Кроме того, обнаружение древних разработок горных пород представляется проблематичным в связи со сложностью их обнаружения на фоне протекающих природных геологических процессов в естественных обнажениях скальных пород. Поэтому интерпретация полученных данных по увязке каменных изделий к сырьевой базе, как правило, решается не однозначно и требует привлечения других данных, позволяющих уточнить пути импорта каменного сырья. Каменные орудия горнодобывающего цикла, требующие повышенных прочностных свойств одновременно с долговечностью, изготавливались из горных пород преимущественно мелкозернистой структуры с протяженными, сильно извилистыми межзерновыми границами, обеспечивающими максимальное сцепление зерен.

Общий осмотр орудий позволил разделить их на две группы: первая – из местного сырья, вторая – из привозного. Большинство каменных изделий было изготовлено из местного сырья (табл.). Орудия первой группы были сложены песчаниками, кварцитовидными песчаниками и кремнем. Все они соответствуют горным породам, обнажающимся на поверхности непосредственно в пределах «серой зоны» свиты  $P_{1kr}$  Картамышской мульды, остальные – с отложений карбона и мезо-кайнозоя прилегающих территорий Донбасса. Отмечается резкое преобладание изделий из окварцованного песчаника в горнодобывающем цикле и обычного песчаника на карбонатном цементе «серой зоны» в горнообогатительном цикле. Вторая группа каменных ору-

Таблица

**Петрографический состав каменных изделий разных производственных циклов  
Картамышского археологического комплекса**

Производственный цикл	Техногенный участок Ч.О.1		Поселение Ч.О.1			Поселение Ч.О.3			
	кварцит*	песчаник	кварцит*	песчаник	кремь	кварцит*	песчаник	тальки	гранит
горнодобывающий	35	2	22			28			
горнообогатительный	11	110	4	38		5	37		
металлообработывающий		2	1	14				5	3
камнеобработывающий					1				

*Примечание:* \*окварцованные стяжения кварцитовидного песчаника

дий (шесть литейных форм, три песта, один тёрочник и один валун) была направлена для петрографических исследований в ДНГУ И.Н. Никитенко [Нікітенко, 2011а].

Основная масса импортного каменного сырья, таким образом, приходится на металлообработывающий цикл, что может быть связано с тем, что зоны металлообработки могут располагаться на значительном удалении от источников меднорудного сырья, в районе крупных поселений, нуждающихся в разнообразных металлических изделиях, а также в торговле ими. Последнее предполагает значительное территориальное разнообразие очагов металлообработки на фоне активной товарообменной деятельности, что, в общем, вероятно и определило высокий удельный вес импортных каменных изделий. К тому же, сама металлообработывающая деятельность требует наличия высококвалифицированных работников, становление которых как высококлассных мастеров предполагало широкое использование импортных материалов. Не исключена также миграция специалистов в области металлообработки из одного поселения в другое, что также может свидетельствовать об их высокой мобильности, и объясняет наличие импортных орудий, связанных с металлообработкой на поселениях. Литейные формы изготовлены из хлорит-тальковой породы, песты – из пироксенита, песчаника, метадолерита; тёрочник – из диафторита хлорит-кварц-плагиоклазового. Хлорит-тальковые породы характеризовались массивной текстурой, что позволило назвать их талькитами. Одна литейная форма из талькита характеризовалась присутствием тремолита. Такие породы обнажаются на поверхности в Приазовье (район рек Берда и Кильтичь), Среднем Приднепровье – Криворожье (рудник им. Кирова, Южный ГОК, с. Рахмановка), р. Чертомлык (с. Алексеевка). Наиболее близкие разности талькитов встречены в Кривбассе, что и позволяет считать его наиболее вероятным источником минерального сырья. К тому же именно в Кривбассе ранее выявлен древний камнедобывающий центр отмеченного периода [Нікітенко, 2011б].

Пест, сложенный амфиболлизированным пироксенитом (тремолит-гиперстеновым) с содержанием оливина, увязывается с обнажениями таких горных пород

в Приазовье в балке Камышеватке на р. Кильтичьей. Образец валуна, сложенный катаклазированным плагиогранитом, может иметь широчайшую сырьевую базу в пределах Украинского щита.

Тёрочник, сложенный диафторитом, образованным по биотитовому плагиограниту, наиболее вероятно увязывается с гранитами шевченковского комплекса в Приазовье (рр. Обиточная, Сисикулак, Конка).

Пест из метадолерита (амфиболизированного долерита) бластофитой структуры, характерен для Среднеприднепровского мегаблока Украинского щита.

Таким образом, каменные изделия импортного происхождения наиболее вероятно происходили из Среднего Поднепровья (тальковые породы и метадолериты) и Приазовья (амфиболизированный пироксенит, диафторит). Петрографический анализ каменных изделий позволил установить два вектора товарообменной деятельности – западный и южный. Изучение вещественного состава медных руд и продуктов их металлургического передела позволили выявить северный вектор товарообменной деятельности [Шубин, 2010]. Пути товарообменной деятельности подтверждаются также по однотипной керамике и другим находкам [Пряхин, 1996].

### Литература

1. Бровендер Ю.М., Загородняя О.Н. Формально-типологический анализ орудий металлопроизводства бережневско-маёвской срубной культуры (по материалам памятников Картамышского археологического микрорайона) // Проблемы гірничої археології: Матеріали VI-го міжнародного Картамиського польового археологічного семінару. Алчевськ: ДонДТУ, 2007. С. 52–68.
2. Нікітенко І.С. Про матеріали кам'яних знарядь Картамиського археологічного микрорайону, виготовлених з привізної сировини /І.С.Нікітенко// Проблемы гірничої археології (матеріали VIII-го міжнародного Картамиського польового археологічного семінару). Алчевськ: ДонДТУ, 2011а. С. 100–111.
3. Нікітенко І.С. До питання про виділення каменедобувної гірничої провінції доби бронзи у зоні розповсюдження центральних та східних блоків Українського щита /І.С.Нікітенко // Проблемы гірничої археології (матеріали VIII-го міжнародного Картамиського польового археологічного семінару). Алчевськ: ДонДТУ, 2011б. С. 80–88.
4. Шубин Ю.П. Увязка продуктів древнього металургічного виробництва з рудної бази/ Наук. праці Укр НДМІ НАН України, Вип. 2 /Під заг. ред. А.В. Анциферова. Донецьк, Укр НДМІ НАН України, 2010. С. 192–202.
5. Пряхин А.Д. Мосоловское поселение металлургов-литейщиков эпохи поздней бронзы: Книга вторая. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1996. 176 с.

*Д.А. Широких*

*Российский государственный профессионально-педагогический университет,  
филиал в Нижнем Тагиле, dnil@bk.ru*

**Использование охры для окрашивания кости животного  
(по материалам эксперимента)  
(научный руководитель Ю.Б. Сериков)**

Использовать красящие вещества древний человек начал с эпохи нижнего палеолита. Таким временем датируется антропоморфная скульптурка, найденная на памятнике Тан-Тан (Марокко). На ее поверхности имелись следы применения охры [Беднарик, 2004]. Окрашивать кости древний человек начал в эпоху верхнего палеолита и продолжал это делать в последующие эпохи [Широких, 2014]. Эксперименты же по изготовлению охры носят единичный характер. Данные о приготовлении охры у каждого автора разнятся [Праслов, 1997; Котов и др., 2004]. Проведенный автором эксперимент сопоставляется с данными о способах изготовления охры, собранных в различной научной литературе.

Задача исследования – рассмотреть влияние различных примесей на цветовую гамму охры.

Цель публикации – показать данные эксперимента по окрашиванию кости животного.

Эксперимент по окрашиванию кости животного проходил в лаборатории археологии в Нижнетагильском социально-педагогическом институте. Для эксперимента были взяты: бедренная кость дикой лошади (длина около 20 см), обожженный бурый железняк (лимонит), пестик, наковальня, вода, яйцо, рыбий жир и горный хрусталь. Первая часть эксперимента проводилась в пять этапов. На первом этапе бурый железняк растирался в порошок при помощи пестика на наковальне. Материалом для орудия служила галька. После пяти минут дробления бурого железняка получался измельченный порошок. Далее порошок высыпался в небольшую пластиковую банку, в которую добавлялась небольшое количество воды в размере одной крышечки от бутылки. Затем, в течение минуты, данная консистенция размешивалась кисточкой, после чего был нанесен первый мазок на кость. Спустя две минуты после нанесения охры на поверхность кости краска высохла и слегка мазалась при прикосновении к ней. На втором этапе к существующей консистенции добавили одно сырое куриное яйцо. Затем происходило размешивание получившейся массы кисточкой в течение минуты, после чего был нанесен второй мазок на кость. При нанесении мазок был водянистый и бледный. Но спустя минуту мазок уже потемнел. Для нанесения третьего и четвертого мазка дополнительно добавлялось небольшое количество размельченного бурого железняка. По мнению автора, бледность нанесенной охры могла быть следствием недостаточного количества бурого железняка и добавление большего количества бурого железняка в существующий состав изменит цвет оттенка, но этого не произошло. В итоге мазки два, три и четыре получились буро-коричневого цвета. Что касается первого мазка, то краска впиталась в кость через несколько минут после высыхания и дала малиновый цвет. На третьем этапе мы отталкивались от данных В.Г. Котова, который предполагал, что охру могли смешивать с животным жиром [Котов, 2004]. Данное мнение было проверено экспериментальным путем. Для этого был заново приготовлен порошок. Далее порошок высыпался в банку, куда добавлялось четыре куска животного жира. Затем добавлялся колпачок воды и получившаяся масса размешивалась. Далее кисточкой были нанесены пятый и шестой мазок. При нанесении краски на поверхность охра была густой и не растекалась по поверхности кости. Цвет получился темно-алый. На четвертом этапе мы использовали данные из книги по экспериментальной археологии «Прыжок в прошлое: Эксперимент раскрывает тайны древних эпох» авторов Р. Малинова и Я. Малины [1988]. В одном из параграфов книги говорилось о том, что добавление к гематиту (бурому железняку) желтка или белка яйца получается краска, которая дает блеск, т.е. не стирается после засыхания и противостоит воде [Малинова, Малина 1988, с. 193]. Дан-

ное предположение было проверено экспериментально. Для этого был использован бурый железняк типа лимонита. К той же краске с животным жиром была примешана небольшая часть яичного желтка. Предполагалось, что это поможет сделать цвет более насыщенным. Но этого не произошло. При нанесении седьмого и восьмого мазка краска оказалась водянистой, и цвет ее стал менее ярким. Полученный цвет имел темно-бурый оттенок. На пятом этапе мы использовали горный хрусталь. В статье А.М. Юминова и М.Е. Романенко «Красно-коричневая краска Гонур-Депе» указывалось о находке на памятнике сосуда с охрой. Исследование красителя под микроскопом показало, что в охре имелись кристаллы кварца. По мнению авторов, кварц мог придавать охре «холодный» оттенок [Юминов, Романенко 2014]. Данное предположение проверялось экспериментально. Для этого горный хрусталь дробился, а затем измельчался до порошковидного состояния. После этого он добавлялся к желтку и животному жиру. Затем данная масса размешивалась, после чего были нанесены девятый и десятый мазок. Заявленный авторами статьи «холодный оттенок» получить не удалось. Краска приобрела бурый оттенок. Возможно, сказались присутствие желтка и животного жира. Тем не менее, этот вопрос требует дальнейшего изучения. Относительно мазков пятого и шестого, где был добавлен животный жир, густая краска высохла, и цвет получился ярко-малиновым. Данный цвет, на этом этапе, является самым ярким среди других мазков. Далее кость была оставлена в лаборатории на длительное время до следующего эксперимента.

Через 3 недели проводился новый эксперимент. За это время краска успела впитаться в кость, и многих мазков стало не видно. Первый мазок без добавлений примесей впитался в кость и на поверхности остался еле заметный алый след. Мазки с добавлением цельного яйца полностью впитались в кость, и их не было видно на поверхности. Относительно пятого и шестого мазков можно сказать, что они по-прежнему остаются самыми яркими. Мазок 5 частично впитался в кость, а мазок 6 полностью сохранился на кости. Мазки 7 и 8 с добавлением к жиру яичного белка не изменили своего цвета. Цвет у них остался светло-бурый. Мазки 9 и 10 с добавлением к животному жиру и яйцу хрусталя также сохранились без изменения на поверхности кости. Цвет у данных мазков после высыхания получился темно-бурый.

В новом эксперименте мы проверяли краску на водостойкость. Эксперимент делился на 6 этапов. На первом этапе поливался десятый и девятый мазок, где охра была с добавлением яйца, жира и хрусталя. Краска после попадания на нее воды растеклась по всей поверхности кости. Охра при затрагивании пальцем не мазалась. На втором этапе водой поливались мазки 8 и 7, в которые добавлялся яичный желток. Охра после попадания на неё воды не потекла, но соприкасаясь с ней пальцем, мазалась по поверхности. Мазки 6 и 5 с добавлением животного жира также поливались водой. После соприкосновения воды с краской охра не потекла. При затрагивании пальцем краска оставляла след. Мазки 4, 3 и 2 были с добавлением цельного яйца. В момент проведения эксперимента данных мазков не было видно. При вынесении кости на свет проявились три блика мазка, которые и поливались водой. После того как мазки были политы водой, краска стала более отчетливо выделяться на мокрой кости. Охра не потекла, но при затрагивании пальцем была жирная, после чего на пальце оставался след от охры. Первый мазок, где была чистая охра, также поливался водой. Краска потекла и размазалась. В конце эксперимента кость помещалась в ведро с водой на неделю. Эксперимент должен был показать, как поведет себя краска на кости при долгом пребывании в воде. Через пять дней кость была вынута из воды. Сохранились мазок первый, где была только охра, мазки 2 и 3, где было добавлено

цельное яйцо. Сохранились также и мазки 8 и 7, куда добавлялось немного сырого желтка и мазок 9, куда добавлялся хрусталь. Первые три мазка имели прозрачный цвет, а мазки 9, 8 и 7 имели молочный оттенок. Мазок первый потек и имел желтые образования на поверхности краски. При затрагивании пальцем охра размазывалась. Мазок 2 и 3 не имел подтеков. При затрагивании пальцем краска также размазывалась. Мазки 9, 8, 7 не имели подтеков, но при затрагивании пальцем краска снималась с кости.

После этого кость оставлялась на поверхности стола в течение нескольких дней для высыхания. На следующий день на кости проявились мазки 6, 5 с добавлением животного жира. Они имели слабый, еле видимый алый оттенок. Проявился и десятый мазок с добавлением хрусталя. Цвет у них остался темно-бурым. Мазки 1, 2 и 3 на поверхности кости не были видны. Мазок девятый с добавлением хрусталя имел бурый молочный оттенок, мазки 8 и 7 имели менее выраженный бурый цвет. Через два дня после полного высыхания кости на поверхности проявились все мазки. Наиболее отчетливыми были мазки 10, 9, 8 и 7. Мазок 10 с добавлением хрусталя был темно-бурого цвета. Девятый мазок был также темно-бурого цвета, но с белым подтеком. Мазки 8 и 7 были более светлыми с белыми подтеками. У остальных мазков наблюдался также бурый, но слабо видимый оттенок охры. Что касается мазков 6 и 5, где добавлялся животный жир, то они имели по-прежнему алый цвет, но еле видимый. Все мазки высохли и не мазались при прикосновении.

Таким образом, эксперимент показал, что одна и та же краска может иметь различную цветовую гамму. Получаемый цвет зависит от различных веществ, добавляемых в порошок при изготовлении охры. Почти во всех мазках охра имела бурый цвет. Возможно, цвет охры зависит и от выбранного сырья. Во всяком случае, единой цветовой гаммы для охры нет, и в каждом регионе она имеет разный цвет. Отчетливей всего проявлялись мазки с добавлением сырого яичного белка, животного жира и горного хрусталя. Проведенные эксперименты показали, что способы получения и применения краски были более разнообразными, чем представляли археологи, и при использовании различных технологий давали разный результат.

## Литература

*Беднарик Р.* Интерпретация данных о происхождении искусства // Археология, этнография и антропология Евразии, 2004. № 4. С. 31–43.

*Котов В.Г., Ляхницкий Ю.С., Пиотровский Ю.Ю.* Методика нанесения и состав красочного слоя рисунков пещеры Шульган–Таш (Каповой пещеры) // Уфимский археологический вестник. Уфа, 2004. № 5. С. 65–71.

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

*Праслов Н.Д.* Краски в палеолитическом искусстве // Пещерный палеолит Урала: Материалы международной конференции. Уфа: ГП «Принт», 1997. С. 81–84.

*Широких Д.А.* Окрашивание костей животных и костяных изделий в древности // Геолого-археологические исследования в Тимано-Североуральском регионе. Доклады 17-й научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2014. С. 156–161.

*Юминов А.М., Романенко М.Е.* Красно-коричневая краска Гонур Депе (Туркменистан) // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Научное издание. Миасс: Институт минералогии УрО РАН, 2014. С. 38–41.

### ЧАСТЬ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕВНИХ РУДНИКОВ И ПРОДУКТОВ ПАЛЕОМЕТАЛЛУРГИИ

*А.М. Юминов<sup>1,2</sup>, М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, М.А. Рассомахин<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> – Южно-Уральский государственный университет, филиал г. Миасс,  
*yuminov-am@yandex.ru*

<sup>2</sup> – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, *umin@mineralogy.ru*  
*ankushev\_maksim@mail.ru*

<sup>3</sup> – Ильменский государственный заповедник, г. Миасс, *Miha\_Rassomahin@mail.ru*

#### **Древний медный рудник Новотемирский (Южный Урал)**

К древним рудникам относятся археологические объекты, на которых в древности происходила добыча, сортировка, предварительное обогащение и складирование руд. На данный момент в степной зоне Южного Зауралья и Мугоджар известно около трех десятков медных рудников, разработка которых происходила в бронзовом веке. Согласно расчетам, на них было добыто около 55 тыс. т медной руды, в которой содержалось примерно 3.5 тыс. т меди [Юминов и др., 2013]. На Южном Урале, не смотря на его хорошую геологическую изученность, до сих пор существует возможность находки неизвестного ранее древнего горнорудного объекта. Одними из последних примеров являются рудники Воровская яма [Зайков и др., 1996] и Новониколаевский [Юминов, Носкевич, 2014].

Актуальность исследований определялась необходимостью инвентаризации следов древней горной деятельности в Уральском регионе.

**Геологическая позиция.** Новотемирский рудник расположен в 1 км юго-юго-восточнее одноименного поселка по левому берегу р. Зингейка (Чесминский район, Челябинской обл.). Географические координаты – 53° 40' 25.9" с.ш.; 60° 09' 34.0" в.д. Он находится в пределах выхода аподунит-гарбургитовых серпентинитов Темирского гипербазитового массива, в зоне контакта с родингитами.

Выработка в значительной степени задернована. Современные горные работы на данном объекте не проводились. Форма карьера овальная, размер 40×25–30 м, глубина 2–2.5 м. Борты сглажены, углы наклона в верхней части не превышают 20–30°, у дна они выносятся до 5–7°. Днище плоское, в дождливое лето оно заполнено водой. Ложе карьера почти полностью заполнено техногенными отложениями (суглинки, песок, дресва) и гумусированным глинисто-щебнистым материалом, перемещенным в результате оползания части отвала.

В восточном борту выработки фиксируются выходы аподунит-гарбургитовых серпентинитов. Породы образуют отдельные блоки поперечником 2.5–8 м и сильно брекчированы по периферии. Они отделены друг от друга тонкорассланцованным материалом мощностью 1–2 м. Породы в различной степени хлоритизированы и

оталькованы. В отдельных местах по трещинам и плоскостям расщепления наблюдается выделение вторичных медных минералов.

В южном борту карьера обнаружены выходы (развалы?) родингитов. Породы светло-серого цвета, мелкозернистые, однородного сложения, довольно прочные, разбиты сетью кливажных трещин.

**Отвалы.** Выработка с трех сторон окружена четырьмя оплывшими отвалами серповидной формы: Северо-восточным, Северо-западным, Западным и Юго-западным. Между собой они разделены узкими проходами (промежутками). Отвалы, особенно их внешняя часть, заросли травой.

*Северо-восточный отвал* – длиной до 30 м, ширина в подошве – 8–10 м, максимальная высота – около 1.5 м. Отвал с поверхности сложен глинисто-щебнистым материалом. Среди обломков преобладают серпентиниты размером 1–4 см в поперечнике. В отдельных местах (в основном, на западном фланге) отмечены высыпки апосерпентинитовых бурых железняков, на поверхности которых фиксируются тонкие корочки малахита.

*Северо-западный отвал* имеет длину 30 м, ширина в подошве варьирует от 6 до 8 м, высота достигает 1.0–1.2 м. Отвал сложен разноразмерным щебнем серпентинитов и бурых железняков, причем количество последних в общем объеме значительно.

*Западный отвал* по размерам и морфологии близок вышеописанным. Но в материале отсыпки наряду с серпентинитами и бурыми железняками встречаются обломки родингитов, часть которых малахитизирована. Данный отвал был вскрыт аторами канавой. В его разрезе фиксируются пять разнотипных слоев, разделенных прослоями погребенных почв различной мощности. Слои расположены кулисообразно и последовательно налегают друг на друга.

*Юго-западный отвал* является самым небольшим насыпным сооружением. Его длина около 10 м, поперечник 2–4 м, современная высота не превышает 1 м. В составе отсыпанного материала преобладает щебень родингитов разной степени выветривания, вплоть до образования тяжелых апородингитовых бурых железняков, обильно импрегнированных медной «зеленью» и «синью». Обломки представлены щебнем от 0.5 см до 10–15 см поперечником.

**Промплощадки.** На руднике обнаружены две небольшие промплощадки. Под промплощадками понимаются специально отведенные места, на которых происходило дробление, сортировка и ручная отборка (обогащение) добытых руд. Промплощадки фиксируются по наличию большого количества мелкораздробленного щебня и многочисленным обломкам добываемых руд (в нашем случае – малахита).

*Промплощадка № 1* находится у кромки восточного борта карьера, имеет треугольную форму поперечником около 4 м. Относительная высота не более 0.1–0.2 м. Сложена, в основном, дрсвой и мелким (0.5–2.5 см) щебнем серпентинитов, среди которого присутствует крошка, реже журавчики окисленных медных руд.

*Промплощадка № 2* расположена в ложбине между Юго-западным и Южным отвалами. Она имеет клиновидную форму и размеры 3×5 м. Относительная высота – 0.2 м. Подавляющее большинство обломочного материала представлено родингитами. Малахитовая крошка тоже присутствует, но в меньшем количестве.

**Жилище.** Между двумя промплощадками, в 5 м от восточного борта карьера находится небольшое углубление прямоугольной формы размером 3–4×8–10 м. Современная глубина – до 0.2 м. Длинная ось ориентирована субширотно. Не исключено, что данная яма является остатком жилища древних горняков.

**Этапы разработки месторождения.** Разработка карьера велась до уровня грунтовых вод. Очевидно, глубина выработки была небольшая и из-за близости реки не превышала 2–2.5 м от поверхности. Древний карьер вскрывает кору выветривания. Оруденение приурочено к зоне контакта родингитов и серпентинитов. Разрабатывались гнезда окисленных руд, сложенные малахитом и азуридом. Отвалы отсыпались в непосредственной близости от борта древнего карьера, что существенно ограничивало размеры выработки и сокращало масштаб добычи руд. По наличию нескольких уровней погребенных почв в отвале, можно предположить, что рудник пережил четыре этапа эксплуатации.

*Первый этап. Заложение карьера и добыча медных руд в серпентинитах.* Он фиксируется по наличию в подошве отвала слоя зеленовато-серых суглинков с пятнами гумусированного вещества. Слой отсыпался непосредственно на древнюю почву (уровень древней поверхности рудника до начала его эксплуатации). Данный материал характерен для вскрышного делювия, который перекрывает рудное тело. Выше него был отсыпан слой 2–5 см щебня серпентинитов. На части пород имеются выделения медных минералов. Протяженность слоев – до 8 м, мощность – 0.5–0.6 м. Оба слоя хорошо выдержаны по разрезу, верхние и нижние границы ровные. Комплекс пород перекрыт слоем погребенной почвы мощностью 3–5 см, что свидетельствует о прекращении разработки месторождения и длительном периоде покоя, за время которого мог сформироваться новый почвенный слой.

*Второй этап. Оценка перспектив для дальнейшей эксплуатации рудника.* Данный этап был выделен по присутствию небольшого (протяженность около 7 м, мощность 5–10 см) слоя буровато-серых суглинков, содержащих до 50–60 % щебня серпентинитов, который практически не содержал рудное вещество. Очевидно, древними горняками по результатам предпринятой разведки был сделан вывод о неперспективности разработки месторождения, и рудник снова был заброшен, в результате чего на поверхности отвала образовался очередной почвенно-растительный слой.

*Третий этап. Добыча медных руд, связанных с рассланцованными серпентинитами.* Он был установлен в результате обнаружения слоя, отсыпанного поверх погребенной почвы. Материал слоя представлен зеленоватыми суглинками содержащими дресву и мелкий щебень (0.3–1.0 см) серпентинитовых сланцев в количестве 60–70 % от общего объема. Часть пород была малахитизирована. Протяженность слоя более 10 м, мощность – 50 см. Данные отложения частично перекрыты тонким (до 1 см) прерывистым слоем погребенных почв, в основном, сформировавшихся во внутренней части отвала. Возможно, перерыв в эксплуатации рудника был небольшой.

*Четвертый этап (завершающий). Добыча медных руд, связанных с родингитами.* Заключительный этап разработки фиксируется по наличию в кровле разреза слоя щебня (от 1 до 10 см в поперечнике) серпентинитов и родингитов, причем последние несут богатую медную минерализацию. Протяженность слоя 10–12 м. Максимальная мощность 0.6 м. Особый интерес вызывают находки образцов, содержащих помимо окисленных медных руд (малахита и азурида), реликты первичных сульфидов – пирротина, пирита и халькопирита. Это свидетельствует об их частичном использовании в древней металлургии.

Таким образом, описанный объект, безусловно, является древним рудником. Разработка месторождения происходила в четыре этапа, разделенных по времени. По геологическому положению, строению, морфологии выработки, наличию промплощадок и временных жилищ горняков он является прямым аналогом древнего рудника

Воровская Яма, уступая последнему лишь размерами. Ближайшими крупными поселениями бронзового века, на которых в древности проводились металлургические плавки медных руд, являются Устье и Каменный Амбар. Они находятся на удалении от Новотемирского рудника в 50 и в 100 км, соответственно, и могут являться потенциальными потребителями данных руд.

Дальнейшие исследования следует направить на получение более полной минералого-геохимической и изотопной характеристики образцов руд и вмещающих пород месторождения. С целью нахождения артефактов и определения относительного возраста объекта необходимо также провести археологические раскопки жилищной впадины. А для датировки этапов разработки карьера необходим анализ погребенных почв, взятых из отвалов. К большому сожалению, проведение геофизических работ, в том числе и георадарной съемки, на руднике затруднено из-за сильного обводнения карьера.

Авторы благодарят за содействие в исследованиях студентов геологического факультета ЮУрГУ Бутузова А.С., Казанцева И.О., Манбетову Г.Р., Телятника С.В. и Шарманова В.В.

*Статья подготовлена в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к и гранта РФФИ № 15-05-00311.*

### Литература

*Зайков В.В., Зданович Г.Б., Юминов А.М.* Медный рудник бронзового века «Воровская яма» на Южном Урале // Россия и Восток: проблемы взаимодействия. Материалы конференции. Челябинск: ЧГУ, 1996. С. 157–162.

*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 (55). 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: Институт минералогии УрО РАН, 2014. С. 108–114.

*М.Н. Анкушев, В.В. Зайков, В.А. Котляров*  
*Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, ankushev\_maksim@mail.ru*

### **Турмалин из обломков медных руд на поселении бронзового века Каменный Амбар (Южное Зауралье) и возможные источники металлургического сырья**

Поселение Каменный Амбар относится к Зауральскому металлургическому центру. Оно располагается в бассейне р. Карагайлы-Аят в Карталинском районе Челябинской области. В 2005–2013 гг. памятники изучались экспедицией Южно-Уральского государственного университета и Института истории и археологии УрО РАН. При изучении культурного слоя в жилищных впадинах были выявлены шлаки, обломки медных руд, металлические изделия [Zaykov et al., 2013]. Среди рудных обломков выяв-

лены небольшие, размером 1–3 см, обломки малахит-турмалинового состава. Ранее такие породы были обнаружены на поселениях бронзового века Кудуксай (Оренбургская обл.) и Аркаим (Челябинская обл.). Предполагается, что источником медно-турмалиновых руд для этих поселений являлся рудник Еленовский (Оренбургская обл.) [Бушмакин, Зайков, 1997].

В бронзовом веке на поселении Каменный Амбар использовались два основных типа медных руд: окисленные малахитовые из месторождений меди, залегающих в гипербазитах и сульфидные (халькозиновые) из зоны окисления колчеданных месторождений [Зайков и др. 2013; Zaykov et al., 2013].

Целью работы являлось определение возможного источника медно-турмалиновых руд на поселении бронзового века Каменный Амбар. Основной задачей стало изучение морфологических и геохимических особенностей турмалинов. Оптические исследования шлифов и аншлифов проводились на микроскопе AxioLab Carl Zeiss и Olympus BX-51, состав минералов установлен на электронном микроскопе РЭММА 202М (аналитик В.А. Котляров).

Минералы надгруппы турмалина относятся к борсодержащим кольцевым силикатам и имеют общую формулу  $XY_3Z_6T_6O_{18}(BO_3)_3V_3W$ , где X – Na, Ca, □ (вакансия), K, Pb; Y – Mg, Fe<sup>2+</sup>, Al, Li, Ti, Mn, Fe<sup>3+</sup>, Zn; Z – Al, Cr, Fe<sup>3+</sup>, Mg, Fe<sup>2+</sup>; T – Si, B, Al; V – OH, O; W – OH, F, O [Hinsberg et al., 2011]. Благодаря широкому изоморфизму турмалин обладает высокими индикаторными свойствами для сравнения с аналогами и определения возможного источника минерала.

*Морфология турмалина.* Турмалины из медных руд поселения Каменный Амбар представлены призматическими кристаллами длиной до 1 мм и толщиной до 0.2 мм (рис. 1 А, Б, В). Кристаллы имеют идиоморфный облик, на конце кристалла развиты пирамидальные грани. Часто кристалл расщепляется на концах вплоть до тонких волокнистых разностей. Минерал в обломках руд ассоциирует с малахитом и местами замещен хлоритом.

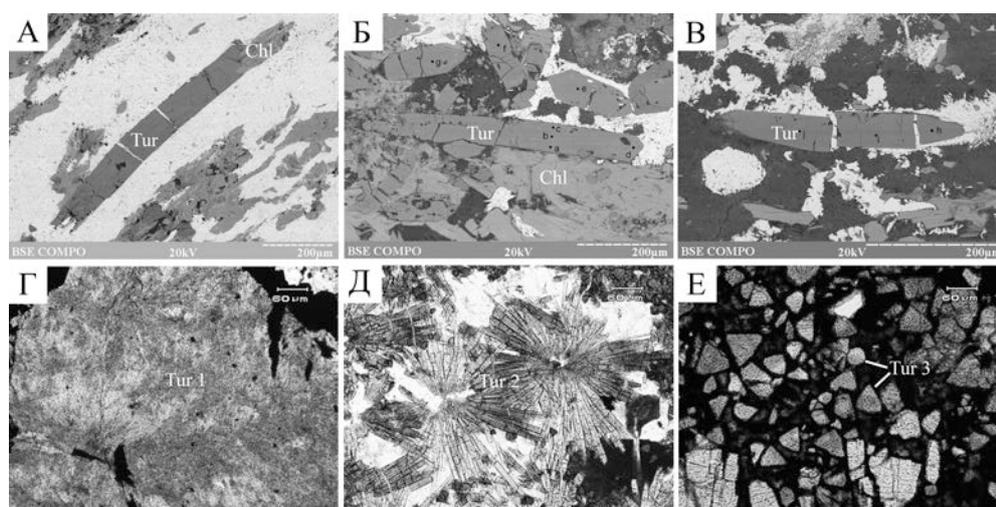


Рис 1. Морфологические типы турмалинов в медных рудах поселения Каменный Амбар (А, Б, В) и месторождения Еленовское (Г, Д, Е).

Таблица

**Состав турмалина из медных руд поселения Каменный Амбар (обр. 717-1846)  
и рудника Еленовский (обр. Е-1)**

№ обр.	№ ан.	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	FeO
717-1846	1	3.46	6.52	31.34	38.34	0.06	0.46	0.22	0.21	11.09
	2	2.76	6.39	32.53	38.33	0.05	0.18	0.09	0.10	10.05
	3	3.01	5.76	31.08	37.94	0.05	0.17	0.09	0.25	11.75
	4	3.52	6.50	33.45	37.85	0.09	0.33	0.07	0.28	9.30
Е-1	1	2.91	7.87	31.98	37.33	–	0.16	0.51	1.08	6.32
	2	2.52	7.57	26.91	35.85	0.08	1.40	1.62	–	13.20
	3	2.56	6.85	26.31	36.76	0.03	1.52	1.70	0.07	14.27
	4	3.11	7.53	31.89	36.98	0.06	0.32	0.71	0.29	7.55
Формула минерала										
$(\text{Na}_{1,09} \text{Ca}_{0,08} \text{K}_{0,01})_{1,18} (\text{Mg}_{1,58} \text{Fe}_{1,50} \text{Al}_{0,21} \text{Ti}_{0,03} \text{V}_{0,02})_{3,34} (\text{Al}_{5,78} \text{Si}_{0,22})_6 (\text{Si}_6 \text{O}_{18}) (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{O})$										
$(\text{Na}_{0,87} \square_{0,09} \text{Ca}_{0,03} \text{K}_{0,01}) (\text{Mg}_{1,54} \text{Fe}_{1,36} \text{Al}_{0,43} \text{Ti}_{0,01} \text{V}_{0,01})_{3,35} (\text{Al}_{5,79} \text{Si}_{0,21})_6 (\text{Si}_6 \text{O}_{18}) (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{O})$										
$(\text{Na}_{0,97} \text{Ca}_{0,03} \text{K}_{0,01})_{1,01} (\text{Mg}_{1,42} \text{Fe}_{1,63} \text{Al}_{0,34} \text{V}_{0,03} \text{Ti}_{0,01})_{3,43} (\text{Al}_{5,72} \text{Si}_{0,28})_6 (\text{Si}_6 \text{O}_{18}) (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{O})$										
$(\text{Na}_{1,09} \text{Ca}_{0,06} \text{K}_{0,02})_{1,17} (\text{Mg}_{1,55} \text{Fe}_{1,25} \text{Al}_{0,39} \text{V}_{0,03} \text{Ti}_{0,01})_{3,23} (\text{Al}_{5,93} \text{Si}_{0,07})_6 (\text{Si}_6 \text{O}_{18}) (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{O})$										
$(\text{Na}_{0,91} \square_{0,06} \text{Ca}_{0,03}) (\text{Mg}_{1,90} \text{Fe}_{0,86} \text{Al}_{0,16} \text{V}_{0,12} \text{Ti}_{0,06})_{3,1} (\text{Al}_{5,95} \text{Si}_{0,05})_6 (\text{Si}_6 \text{O}_{18}) (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{O})$										
$(\text{Na}_{0,84} \text{Ca}_{0,26} \text{K}_{0,02})_{1,12} (\text{Mg}_{1,94} \text{Fe}_{1,47} \text{Ti}_{0,21})_{3,62} (\text{Al}_{5,45} \text{Fe}^{3+}_{0,39} \text{Si}_{0,16})_6 (\text{Si}_6 \text{O}_{18}) (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{O})$										
$(\text{Na}_{0,85} \text{Ca}_{0,28} \text{K}_{0,01})_{1,14} (\text{Mg}_{1,75} \text{Fe}_{1,61} \text{Ti}_{0,22} \text{V}_{0,01})_{3,59} (\text{Al}_{5,31} \text{Fe}^{3+}_{0,39} \text{Si}_{0,30})_6 (\text{Si}_6 \text{O}_{18}) (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{O})$										
$(\text{Na}_{0,99} \text{Ca}_{0,06} \text{K}_{0,01})_{1,06} (\text{Mg}_{1,84} \text{Fe}_{1,03} \text{Al}_{0,20} \text{Ti}_{0,09} \text{V}_{0,03})_{3,19} (\text{Al}_{5,95} \text{Si}_{0,05})_6 (\text{Si}_6 \text{O}_{18}) (\text{BO}_3)_3 (\text{OH})_3 (\text{OH}, \text{F}, \text{O})$										

*Примечание:* анализы выполнены на микроанализаторе РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров), прочерк – не обнаружено.

Образцы были сравнены с турмалинами рудника Еленовского как одного из вероятных источников минерала. В образцах выделяется три морфологических типа турмалина: турмалин-1 образует спутанно-волокнистую массу, слагающую околорудные метасоматиты турмалин-халькопиритовых руд (рис 1 Г); турмалин-2 представлен сноповидными и радиально-лучистыми выделениями (рис 1 Д), пересекающими мелкозернистую массу турмалина-1; к турмалину-3 отнесены вытянутые кристаллы с отчетливой зональностью (рис 1 Е).

*Зональность и состав турмалина.* Турмалины из медных руд поселения Каменный Амбар относятся к среднему члену ряда дравит-шерл с высокой долей оленитового минала (табл.). Минерал характеризуется низкой степенью стехиометрии: часто наблюдается избыток Na и катионов в позиции Z. В турмалинах поселения Каменный Амбар проявлена зональность, выраженная в виде маломощных областей, направленных согласно удлинению кристалла (рис. 2). Более светлые в отраженных электронах зоны характеризуются повышенным содержанием Fe и пониженным – Al и Mg.

Турмалины из руд Еленовского месторождения имеют более отчетливую зональность, выделяется два геохимических типа минерала:

1) Железистый дравит (темный в отраженных электронах, более стехиометричный);

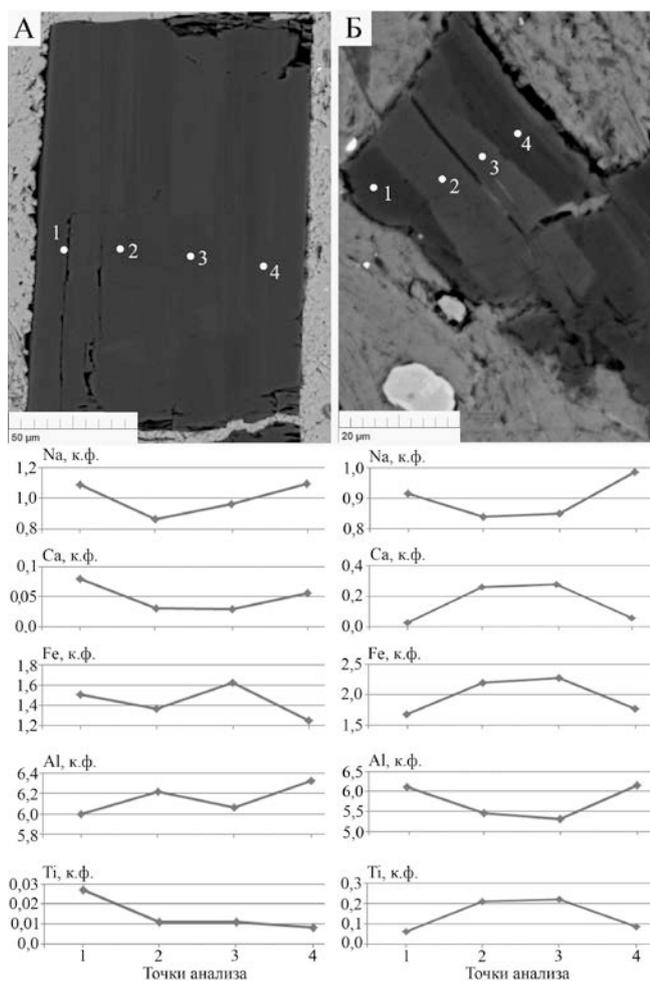


Рис 2. Вариации содержаний некоторых элементов в поперечном разрезе кристаллов турмалина из медных руд поселения Каменный Амбар (А, обр. 1846-717) и Еленовского месторождения (Б, обр. Е-1). Фото в отраженных электронах. Номера анализов соответствуют таблице.

2) Средний член ряда шерл-дравит (светлая в отраженных электронах, высокожелезистая нестехиометричная фаза с недостатком глинозема и избытком катионов первой позиции).

По вариациям содержаний некоторых элементов в поперечном разрезе кристалла наблюдается обратная корреляция между Na с Ca и Fe+Ti с Al. Различий в составе турмалина морфологических типов 1, 2 и 3 не наблюдается. Минерал из месторождения Еленовское ассоциирует с пиритом, халькопиритом, сфалеритом, халькозином, малахитом, рутилом, гидроокислами железа, хлоритом (по своему составу хлорит отличен от аналога с поселения Каменный Амбар и характеризуется более высоким содержанием железа и низким – магния).

Несмотря на принадлежность турмалина из руд поселения Каменный Амбар и рудника Еленовский к ряду шерл-дравит, между ними наблюдаются существенные различия. Индивидам турмалина из этих объектов свойственна различная морфология, в турмалинах из Еленовского рудника более отчетливо проявлена зональность по следующим схемам изоморфных замещений:  ${}^X\text{Na} \rightarrow {}^X\text{Ca}$ ,  ${}^Y\text{Al} \rightarrow {}^Y\text{Fe}^{2+} + {}^Y\text{Ti}$ ,  ${}^Z\text{Al} \rightarrow {}^Z\text{Fe}^{3+} + {}^Z\text{Si}$  (см. рис. 2). Практически во всех анализах минерала из руд поселения Каменный Амбар наблюдаются завышенные содержания Na, и, соответственно, избыток в позиции X. Возможным источником медно-турмалиновых руд на поселении Каменный Амбар могут быть месторождения Баймакского рудного узла, где ранее обнаружена ассоциация малахита, сульфидов меди и турмалина [Ковалев и др. 2014].

Для решения вопроса об источниках сырья потребуется провести сравнение с турмалиносодержащих разностями на рудных полях Южного Урала, в первую очередь, с породами медно-турмалиновой ассоциации Биргильдинско-Томинского [Бакшеев и др., 2012] и Баймакского рудных узлов. Масштаб использования медно-турмалиновых руд местными палеометаллургами может быть оценен путем исследования химического состава древних металлургических шлаков. Учитывая слабую устойчивость турмалина в условиях высоких температур ( $T_{\text{пл}} 1100\text{--}1350^\circ$ , понижается с увеличением содержания щелочей, эндотермическое понижение при  $950\text{--}960^\circ$  соответствует выделению бора в виде  $\text{B}_2\text{O}_3$  и  $\text{BF}_3$  [Минералы, 1981]) основным информативным показателем будет повышенная концентрация бора в шлаках.

Авторы выражают признательность за помощь Пантелеевой С.Е., Блинову И.А., Паленовой Е.Е. и Артемьеву Д.А.

*Работы поддержаны госзаказом Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к, РФФИ (№ 14-06-00287) и междисциплинарным проектом Президиума УрО РАН № 15-134-569.*

## Литература

Бушмакин А.Ф., Зайков В.В. Еленовское медно-турмалиновое месторождение – вероятный источник руды для медеплавильного производства Аркаима // Уральский минералогический сборник, 1997. № 7. С. 221–232.

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.

Ковалев С.Г., Пучков В.Н., Высоцкий С.И., Котляров В.А. Первые результаты изучения химического состава и морфологии золота месторождения Туба-Каин (Южный Урал) // Доклады АН, 2014. Т. 457. № 5. С. 559–563.

Минералы. Справочник. Т. 3. Вып. 2. М. Наука, 1981. 617 с.

*Бакиев И.А., Плотинская О.Ю., Янаскурт В.О., Вигасина М.Ф., Брызгалов И.А., Грознова Е.О., Марущенко Л.И.* Турмалин месторождений Биргильдинско-Томинского рудного узла, Южный Урал // Геология рудных месторождений, 2012. Т. 54. № 6. С. 540–556.

*Hinsberg van V.J., Henry D.J., Marshall H.R.* Tourmaline: an ideal indicator of its host environment // Canadian Mineralogist, 2011. V. 49. P. 1–16.

*Zaykov V., Yuminov A., Ankushev M., Epimakhov A.* Slags, ores and bronze from Kamenny Ambar archaeology microdistrict: source of ores from ancient metallurgy. In Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlement in the Southern Trans-Urals (Russia). Bonn: BergbauMuseum, 2013. P. 187–202.

**А.Г. Вдовин, В.В. Носкевич**  
Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург,  
agvd@bk.ru, ubistu@gmail.com

### **Методика неразрушающего геофизического исследования (на примере древнего рудника Шаншар)**

Одно из главных мест в структуре горно-металлургических комплексов занимают горные выработки. Их изучение позволяет обратиться к вопросам воссоздания технологии добычи и первичного обогащения медной руды, определения объемов извлеченной рудной массы, количества полезного компонента и, в конечном итоге, рассчитать, сколько металла могло быть выплавлено в процессе металлургического передела.

В качестве объекта исследования был выбран древний рудник Шаншар на севере Актюбинской области республики Казахстан. Он был открыт в 1959 г. В.В. Родионовым и В.В. Потаповым, работавшими в составе Берчогурской геофизической экспедиции. В 2007 г. памятник обследовался Российско-Казахстанской комплексной экспедицией [Ткачев и др., 2011]. Рудник расположен в 65 км северо-восточнее г. Актобе, на левом берегу р. Шаншар, в 5 км от старой переправы через р. Жаксы-Каргала (Каргалинский район Актюбинской области). Ближайшими населенными пунктами являются пос. Косистек (Ленинский) в 10.7 км и зимовье Шаншарка (Чинар) в 1.5 км.

Рудопрвление локализовано в юго-восточной части Кемпирсайского ультрабазитового массива, сложенного преимущественно серпентинитами. Тальк-карбонатные породы отмечены в меньшем количестве. Они слагают 1–5-метровые линзы и полосы в серпентинитах. В древности разрабатывалась зона окисления сульфидных руд в серпентинитах. Рудник врезан в восточный склон небольшой гряды. Древний карьер имеет прямоугольную форму, осложненную многочисленными современными горными выработками: шурфами, канавами, площадкой для буровой установки. Размер древней выработки составляет 5–7×20–25 м. Дно шелевидное, в значительной мере покрыто наносами и растительностью. Древний карьер с трех сторон, за исключением южного борта, обнесен отвалом. Ширина отвала в основании достигает 7–10 м, современная высота – 0.75–1.0 м. Отвал серповидной формы, вершины плоские, углы склонов крутые до 10–15°. В составе отвала преобладает щебнистая составляющая [Ткачев и др., 2013].

С целью определения рельефа дна и локализации места наиболее активной разработки карьера в период его эксплуатации на древнем руднике Шаншар были проведены геофизические работы. Необходимость этого определялась тем обстоятельством, что с течением времени борта древнего карьера сильно деформировались за счет природного и антропогенного воздействия.

Геофизические исследования включали градиентную магнитную съемку по сети  $0.5 \times 0.5$  м с целью выявления современного железного мусора и картирования тальк-карбонатных пород, присутствующих на участке в виде жилы мощностью 5–7 м среди вмещающих сильномагнитных серпентинитов. Магнитная съемка выполнялась в непрерывном режиме градиентометром SM-5 Navmag (Канада). Датчики градиентометра были расположены вертикально на высотах 0.3 и 2 м от поверхности земли и смонтированы на немагнитную подвижную платформу. Съемка проводилась по заранее подготовленной сети наблюдений  $0.5 \times 0.5$  м. Для того чтобы исключить погрешности, которые могут вносить оператор и регистрирующая аппаратура, все проходы выполнялись в одном направлении – с юга на север. Измерения записывались в блок памяти через 1 секунду.

Профильная георадарная съемка выполнялась с целью определения глубины до коренных пород на дне карьера двумя антеннами с центральной частотой 400 МГц и 270 МГц. Для георадарной съемки использовался георадар SIR-3000 (производство фирмы GSSI, США). Профили располагались через 2 м по современному дну карьера. Для определения скорости электромагнитных волн в исследуемой среде был пройден профиль длиной 15 м с двумя антеннами с центральной частотой 100 МГц.

На рис. 1 представлены результаты магнитной съемки на исследуемом участке. На карте показано аномальное поле модуля полного вектора магнитной индукции между верхним и нижним датчиками. Большие значения аномального поля обусловлены наличием на участке серпентинитов. Линейная аномалия в северо-восточном направлении, возможно, связана с контактом с тальк-карбонатными породами. Сопоставление магнитной карты с геологическими данными показали, что центральный разведочный шурф, вскрывший контакт серпентинитов и тальк-карбонатных пород, совпадает с аномальным участком на магнитной карте.

Положение георадарных профилей также показано на рис. 1. На каждом профиле проводились измерения с двумя антеннами – 400 и 270 МГц. Для оценки скорости электромагнитных волн в изучаемой среде был проведен скоростной профиль I–II длиной 15 м по схеме общей глубинной точки, используемой в сейсморазведке.

На рис. 2 показаны разрезы профилей № 5–6 на обеих частотах. Слева показан исходный профиль, а справа – его интерактивная интерпретация. При анализе радарграмм были выделены следующие георадарные фации:

- 1) отражения приповерхностного почвенно-растительного слоя;
- 2) отражения в промежуточном слое, характеризуют грунты бортов карьера, деформированных за счет атмосферных осадков. Для этого слоя характерно высокое затухание электромагнитных волн;
- 3) отражения в коренных породах. Отличаются сильными синфазными отражениями из-за контраста диэлектрической проницаемости между границей коренных пород и грунтами промежуточного слоя;
- 4) отражения в коренных породах со смещением осей синфазности отраженных сигналов. Предположительно связаны с проходкой канавы во время эксплуата-

ции рудника. Эти отражения отмечены на профилях 5–7 и не связаны по расположению с археологическим раскопом и геологическим шурфом.

Георадарная съемка на двух частотах – 400 и 270 МГц – позволила выделить границу коренных пород и восстановить рельеф древнего рудника Шаншар. На дне карьера на георадарных профилях № 4–7 отмечаются следы возможной древней выработки, окончательную глубину которой определить не удалось из-за сильной увлажненности пород, связанной с уровнем грунтовых вод.

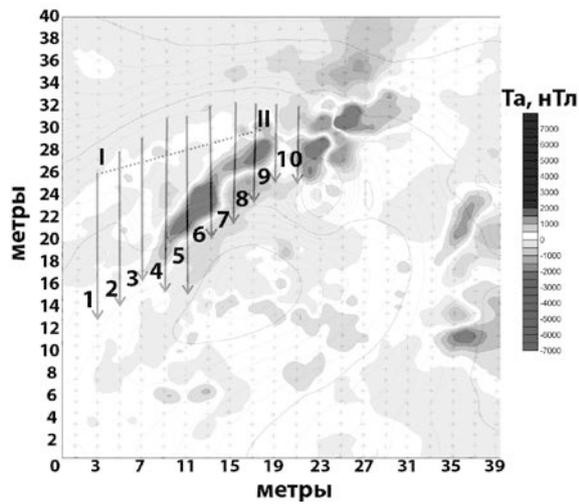


Рис. 1. Магнитная карта, совмещенная с геологической картой (черными стрелками показано расположение георадарных профилей)

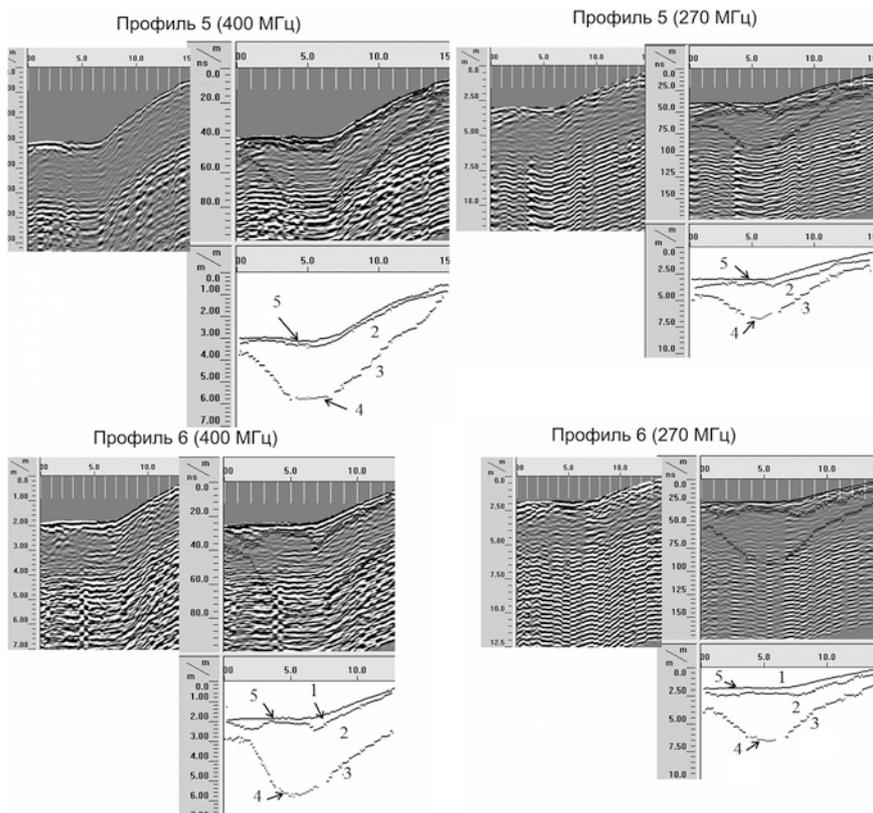


Рис. 2. Результаты интерпретации георадарных исследований древнего медного рудника Шаншар: 1 – верхний почвенный слой; 2 – промежуточный слой; 3 – коренные породы; 4 – остатки предполагаемой древней канавы; 5 – линия современной поверхности.

Неразрушающие геофизические методы исследования в полной мере продемонстрировали свою эффективность при изучении геoarхеологических производственных объектов. Эта методика с учетом локальных особенностей древних выработок, обусловленных геологической позицией, технологией горнопроходческих работ и другими обстоятельствами, вполне может претендовать на роль универсального инструмента для получения достоверной информации о реальных параметрах и конфигурации древних рудников.

Авторы выражают благодарность Юминову А.М. и Ткачеву В.В. за помощь в проведении исследований.

### Литература

Ткачев В.В., Бисембаев А.А., Юминов А.М., Коробков В.Ф., Петрова Л.Ю., Умрихин С.М., Фомичев А.В., Дуйсенгали М.Н, Мамедов А.М. Результаты геoarхеологических исследований в Мугоджарах (Актюбинская область) в 2007-2008 гг. Отчет. 2011 // Архив АОИКМ. Б/н.

Ткачев В.В., Байтлеу Д.А., Носкевич В.В., Юминов А.М., Бебнев А.С., Вдовин А.Г., Анкушев М.Н., Жалмаганбетов Ж.М. Междисциплинарные исследования древнего рудник Шаншар на севере Мугалжарского горно-металургического центра эпохи поздней бронзы // Труды филиала Института археологии им. А.Х. Маргулана в г. Астана. Т. II. Астана: Издательская группа ФИА им. А.Х. Маргулана в г. Астана, 2013. С. 248–264.

А.И. Гусев<sup>1</sup>, В.В. Зайков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> – Алтайская государственная академия образования, г. Бийск, anzerg@mai.ru

<sup>2</sup> – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, zaykov@mineralogy.ru

### Древние рудники по добыче золота и серебра на Салаире и Алтае

В XVIII веке в регионе было выявлено большое число колчеданно-полиметаллических, золоторудных и медно-кобальтовых месторождений по следам древних разработок в виде оплывших карьеров, отвалов и скоплений шлаков. Среди них наиболее известны Змеиногорское, Черепановское, Золотушинское, на которых сульфидные залежи содержат серебро и золото. Подобная ситуация установлена на золоторудных месторождениях и проявлениях Салаира, Алтая и Тувы.

Схема размещения известных древних рудников по добыче золота и серебро-содержащих руд показана на рисунке, составленном с учетом исследований коллег и предшественников (рис.). Все упомянутые в тексте объекты открыты по древним горным выработкам.

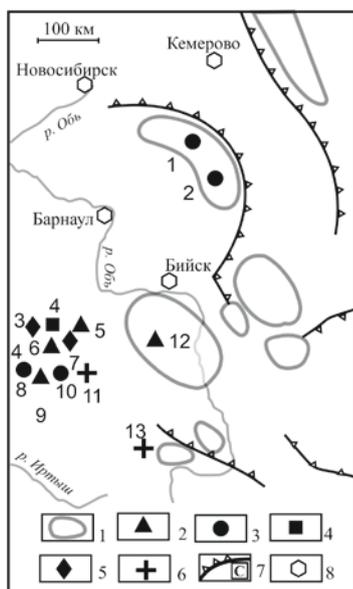


Рис. Схема размещения древних рудников Алтае-Саянского региона.

1) основные золото-россыпные зоны; 2–6) древние рудники по добыче руд: 2) золото-кварцевых, 3) зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений, 4) золото-скарновых, 5) золото-порфировых и серебряно-оловянных, 6) медно-кобальтовых и медных серебро-содержащих; 7) глубинные разломы; 8) основные города.

Древние рудники: 1 – Чучулиха-1, 2 – Каменушинский, 3 – Сурич, 4 – Мурзинский, 4 – Черепановский, 5 – Усольцевско-Политовское, 6 – Локтевский, 7 – Головинско-Чарышское, 8 – Гериховское, 9 – Черепановский, 10 – Змеиногорский, Золотушинский, Лазурское, 11 – Слесарское, Барковское, 12 – Солонешный, 13 – Владимировка.

## Салаирская минерагеническая зона

На Салаире древние горные выработки установлены на Каменушинском и Чучулинском участках [Герман, Савельева, 2014].

Древний рудник Чучулино-5 расположен в 12 км к северу от Каменушинского [Савельева, Герман, 2014]. Добыча руды производилась древними рудокопами с поверхности карьером, а затем шахтами глубиной до 30 м. Сохранившиеся выемки имеют глубину до 10 м. По древним выработкам выявлено Чучулинское медно-серебряное рудопроявление барит-полиметаллических руд. Западнее очерчены еще два перспективных участка для поиска древних выработок: Касьминский и Тарсминский, к которым примыкают археологические памятники с бронзолитейными шлаками и литейными формами.

**Змеиногорский рудник.** Сведения о следах чудских выработок приводит М.Ф. Розен [1955] с использованием материалов П.С. Палласа. В одной из старых шахт на глубине 20 м были найдены медные кирки и каменные молоты, а также скелет горняка с кожаной сумкой, содержащей охристую руду. Под слоем погребенной почвы на глубине 4–6 м был выявлен отвал толченых руд. Его длина оценена в 150 м при ширине около 15 м, мощность отвала 0.4–2 м. Змеиногорское месторождение золото-серебро-барит-полиметаллических руд на многие десятилетия стало основным источником благородных металлов для царской казны.

**Золотушинский рудник.** Одноименное месторождение открыто по отвалам древних выработок. Здесь из зоны окисления за период 1811–1845 гг. было добыто 15 тыс. т сортированных руд, по официальной статистике содержащих 113 т свинца и 1200 т меди. В 1939–1940 гг. геолого-разведочными работами на глубину выявлены неизвестные ранее высококачественные полиметаллические руды. Их добыча была начата в 1947 г. В настоящее время ввиду нерентабельности отработки руд на Золотушинском и Новозолотушинском месторождениях рудники ликвидированы, остаточные балансовые запасы переведены в забалансовые.

**Черепановский рудник** расположен в 11 км к СЗ от Змеиногорска. Месторождение отработано в прошлом веке до полного выклинивания известных кварцеворудных жил [Гусев А.И., Гусев Н.И., 2010]. При этом добыто 158 тыс. т несортированной руды, из которой получено 52 т серебра. Месторождение представлено серией кварцево-рудных жил мощностью до 2 м в пределах штокверка размером 120×200 м. С учетом большего количества мелких разноориентированных жил и прожилков месторождение может быть отнесено к штокверковому типу. Рудные первичные минералы: самородные серебро, электрум, кераргирит галенит, сфалерит, халькопирит. Вторичные: азурит, малахит, смитсонит, церуссит, аргентит, мелантерит, ярозит, куприт. Месторождение примерно наполовину эродировано. Отработано в прошлом веке до глубины 64 м. Содержание серебра в руде от 1.1 до 2.3 кг/т (среднее – 332.15 г/т). В первоначально обрабатываемых окисленных рудах содержание: Ag от 0.52 до 26 кг/т, Au 37 г/т, Pb 15 %. В отдельных пробах из коренных пород содержание Au достигает 20 г/т, Ag – 3350 г/т.

**Локтевский рудник.** Одноименное золото-кварц-сульфидное месторождение представлено серией рудных кварц-сульфидных жил мощностью до 0.7–1.5 м. Общая мощность рудной зоны до 10 м, протяженность – 510 м, простирание 25–30°, падение

к СЗ под углами 60–80°, на глубине 100 м она выклинивается. До глубины 63 м прослеживались окисленные руды, сложенные лимонитом, малахитом, азуритом, купритом, теноритом и смитсонитом. Зона вторичного обогащения опускалась до 100 м и была представлена сажистыми рудами, сложенными марказитом, халькозином, ковеллином и борнитом. Первичные руды характеризуются, в основном, вкрапленными разностями и представлены пиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом. Жильные минералы: кварц, реже барит, каолинит, серицит, хлорит и кальцит. Отношение Cu:Pb:Zn в сульфидных рудах 14:1:4. Содержания (мас. %, Au и Ag – г/т) в окисленных рудах: Pb 3, Cu 9, Zn 1.1, Au 1, Ag 26; в сажистых рудах: Pb 2.5, Cu, Zn 5, Au 0.5, Ag 13. Отработано в 1727–1838 гг. до глубины 80–135 м. Добыто: руды – 77.5 тыс. т, Cu – 3.06 тыс. т. В 1948–49 гг. проведена оценка перспектив месторождения на глубину. Рудная зона месторождения продолжения не имеет. Перспективы месторождения исчерпаны.

Другим типом оруденения является железно-оксидный-медно-золоторудный, в области распространения которого также отмечались древние выработки. Зоны минерализации представляют собой линейные штокверки, среди которых отмечаются мощные жилы кварц-карбонат-гематитового, кварц-пирит-халькопиритового составов (мощностью от 0.5 до 3 м), линзы массивного спекулярита (размерами 0.5×2 м). Местами наблюдаются гематитовые брекчии, в которых тонкочешуйчатые спекуляритовые руды раннего этапа раздроблены и сцементированы мелкозернистыми агрегатами гематита. В жильной матрице рудных зон присутствуют кварц, кальцит, сидерит, барит, скаполит, турмалин, хлорит, эпидот. Рудные минералы образуют вкрапленность, прожилки, линзы, гнезда и массивные выделения спекулярита нескольких генераций и халькопирита. В подчиненной роли встречаются борнит, халькозин, тетраэдрит, галенит, сфалерит, пирит, пирротин, золото. Завершающими по времени являются прожилки и гнезда розового кальцита и цеолита. Содержания Cu в рудах варьируют от 0.3 до 4.5 %, Au – от 0.1 до 5 г/т [Гусев, 2011].

**Лазурское колчеданно-полиметаллическое месторождение** открыто в 1730 г., отработывалось в XVIII–XIX вв. и в 1956–1964 гг. Добыто 278000 т руды при содержании металлов (мас. %): Zn 3.0, Pb 4.4, Cu 4.2. Рудная зона находится в зоне интенсивного расщепления широтного простирания мощностью 100–150 м. Она прослеживается на 1500 м при мощности от нескольких метров до 50–60 м, по падению до глубины 400 м. Руды прожилковые, вкрапленные, сплошные, в большинстве своем увязываются в согласно и субсогласно залегающие рудные тела. Глубина залегания от поверхности до 340 м. Разведано более 100 рудных тел мощностью 0.5–20 м, чаще 1.5–3.5 м. Месторождение частично эродировано, зона окисления развита до глубины 20–30 м, редко – до 70–80 м. Основные минералы сульфидных руд: сфалерит, халькопирит, галенит, пирит, зоны вторичного сульфидного обогащения: халькозин, борнит, ковеллин, зоны окисления: малахит, азурит, куприт, лимонит, церуссит, англезит, смитсонит, лимонит, золото.

**Гериховское колчеданно-полиметаллическое месторождение** разрабатывалось с 1790 по 1836 г. на серебро, полностью отработано. Содержания Ag достигали 2600 г/т. На Гериховском месторождении добыто 2 тыс. т сортированной руды и 0.64 т серебра.

В северо-западной части одноименного рудного поля открыты **Титовское и Западно-Титовское** месторождения. Содержания в рудах составляли: на Титовском

месторождении Ag 74.2, Au 8 г/т, на Западно-Титовском – Au 11.4 г/т. На Титовском месторождении добыто 2.68 тыс. т руды и 0.26 т серебра.

### **Северо-Алтайско-Горношорская минерагеническая область**

**Золоторудное Мурзинское I месторождение** расположено в 2 км к СВ от дер. Акимовка, на ЮВ склоне горы Мурзинка. Открыто в 1740 г. по следам «чудских» выработок. Руды были представлены охристыми зонами, содержащими малахит, азурит, хризоколлу, золото, залегающими среди роговиков, сланцев, реже скарнов. Золото в рудах встречалось от пылевидного до неправильных сростков величиной до 1 см.

**Золото-серебряное месторождение Сурич**, расположенное в Ново-Фирсовском районе Алтайского края, было известно рудознатцам с V в. до н.э. Пробность золота, элементы-примеси золотых изделий, обнаруженных в захоронении на горе Сурич, отвечают коренному золоту этого месторождения. Содержания Au в зоне окисления мощностью 40 м варьируют от 0.1 до 107 г/т (среднее 3.39 г/т), Ag от 3 до 150 г/т. Отношение в рудах Au:Ag = 1:0.5–1:7, среднее 1:1, на основании чего руды относятся золотому минеральному типу.

**Владимирское кобальт-медное месторождение** начало разрабатываться в III тыс. до н.э. На месторождении сохранились древние выработки и следы добычи меди и серебра.

Район месторождения сложен андезитовыми и базальтовыми порфиритами коргонской свиты, среди которых размещается шток габбро-диоритов. В экзоконтакте его отмечается зона скарнов мощностью 400 м и протяженностью более 2 км с кобальтовой минерализацией. Наложенное кобальтовое оруденение имеет гнездово-вкрапленный и прожилковый характер. Величина вкрапленников от долей миллиметров до 2–3 см, мощность прожилков 0.5–0.7 см. Минеральные типы руд: кобальтиновый с незначительным содержанием пирита и молибденита, кобальт-содержащий арсенипиритовый, пирит-пирротинный с радиоактивной минерализацией (линзы и гнезда с уранинитом размером до 1×13 м при среднем содержании U 0.116 % и Th 0.007 %) и полиметаллический.

В пределах скарновой зоны по бортовому содержанию кобальта 0.1 % выделено несколько линзо-штокообразных, реже пластообразных рудных тел и гнезд, приуроченных к местам пересечения субширотных и субмеридиональных тектонических зон. Зона окисления развита до глубины нескольких метров, в отдельных случаях до 30–60 м. Гипергенные минералы представлены халькозином, ковеллином, марказитом, малахитом, азуритом, эритрином, гетитом, псиломеланом. Содержание Co в рудах варьирует от следов до 7.43 % при среднем по месторождению – 0.5 %. Руды содержат Ca (до 10–20 г/т). Запасы Co по категориям В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> на глубину 120 м составляют 941.3 т.

**Солонешенский рудник** обнаружен в 1830 г. по следам «чудских копей». В 1830–1841 гг. проявление разведывалось с применением поверхностных горных выработок, шахт глубиной до 46.9 м, коротких штолен и частично отработывалось: было добыто меди 1.3 т, свинца 0.17 т, серебра 9.7 кг. Поисково-ревизионные работы проводились в 1931, 1949 и 1951–53 гг., в результате которых были выявлены месторождения Солонешенское I и II. Месторождения локализованы среди терригенно-карбонатных отложений нижнего силура и девона, прорванных телами и дайками

гранит-порфиров куяганского комплекса, в зоне оперяющих нарушений Язовского разлома. На обоих месторождениях вмещающие оруденение породы подверглись интенсивной метасоматической проработке, выразившейся в перекристаллизации и частичном скарнировании известняков (вплоть до образования гранат-магнетит-эпидот-хлоритовых скарнов), ороговикования, эпидотизации других терригенных пород с последующим их окварцеванием, амфиболитизацией, хлоритизацией, серицитизацией и карбонатизацией. Основным объектом эксплуатации являлось месторождение Солонешенское II, на котором было добыто 987 т руды, из которой получено: Cu 0.76 т, Pb 0.547 т и Ag 38.552 кг. Оруденение локализовано в метасоматически измененных известняках, мергелях и алевролитах, образует вкрапленность и пропитку, почти нацело представлено минералами зоны окисления: ковеллином, халькозином, церусситом, малахитом, азуритом, аурихальцитом, смитсонитом, каламином, лимонитом, реликтами – халькопирита, сфалерита, галенита, пирита, магнетита, пирротина, из нерудных развиты – кварц, кальцит, эпидот. Сравнительно редко отмечается золото в виде единичных зерен размером до 0.1–0.2 мм. В рудных телах установлены средние значения (мас. %): Cu 2.05, Pb 3.6, Zn 2.3, иногда Ag до 1847 г/т, Au до 1 г/т (в единичных пробах – 7.2 г/т), Sb – до 1 %. Характерны повышенные содержания золота не только в рудных телах, но и во вмещающих породах и гранит-порфирах.

**Слесарское проявление олова и серебра** располагается на водоразделе рек Белой и Большой Слесарки. Судя по архивным данным, рудопоявление было открыто в 1779 г. штейгером Девятовым по следам давних горных работ. Рудное тело, вскрытое шурфами, представляет собой кварцевую жилу, содержащую: Ag 32 г/т и Cu от 0.6 до 4.37 мас. %. Химическим анализом бороздовых проб, отобранных по 10 пересечениям минерализованной зоны, установлены следующие содержания химических элементов (среднее арифметическое по 30 анализам, мас. %): Cu 0.63, Pb 0.09, Zn 0.10, Sn 0.021, Ge 0.00046. Пробирному анализу подвергнуто 8 проб, весом по 20 кг каждая, в четырех из них обнаружено присутствие золота от следов до 0.6 г/т и в трех пробах – серебра от 2 до 32 г/т. Олово и германий, по данным спектрального анализа, присутствуют в скарнах в количестве, соответственно, от 0.01 % до 0.03 % и в тысячных долях процента практически повсеместно.

**Рудник Усольцевско-Политовский** находится в верховьях ручья Пустынка, правого притока реки Чарыш. Открыт в 1751 г. Усольцевым и Политовым по следам древних выработок. Разведывался в 1753 г. тремя шурфами и 1 канавой. Относится к типу жильных золото-кварцевых объектов. Вскрыто четыре кварцевых жилы мощностью 0.35–0.70 м и протяженностью 171 м среди зеленых и лиловых сланцев засурьинской свиты. Азимут простирания жил 345°, падение на ЮЗ под углом 74°. Отмечается вкрапленность малахита и азурита. В кварце установлено самородное золото, содержания: Au 26.0 г/т, Ag 0.006–0.027 %.

Проявление Головинско-Чарышский прииск 3 относится к медно-золото-порфировому типу с прожилково-вкрапленной минерализацией.

Проявление Барковское расположено в левом борту реки Киселевки в 750 м выше впадения в долину реки Чарыш. Открыто в 1822 г. бергайером Барковым. До 1824 г. проводилась разведка канавами и шурфами до глубины 8.5 м с попутной добычей руды. Было добыто 11 т руды с содержаниями меди – 10 %, серебра – 130 г/т.

**Серебро.** В Горном Алтае серебряные руды добывали и перерабатывали на Асхатинском серебро-сурьмяном месторождении, о чем свидетельствуют остатки шлаков [Бородовский и др., 2005]. Главным минералом-носителем серебра являлся

тетраэдрит, чем обусловлено содержание в рудах Ag 400–600 г/т. Серебро, выплавленное из руд Асхатинского месторождения, представляло медно-серебряный сплав с примесью висмута и сурьмы. Применение примитивной технологии не позволяло получить достаточно чистый металл из комплексных руд.

Таким образом, в западной части Алтае-Саянского региона в древности разрабатывались месторождения, среди которых главенствующую роль имели зоны окисления колчеданно-полиметаллических залежей. Важное значение имели рудники, разрабатывавшие золото-кварцевые, золото-порфиновые, золото-скарновые и серебросодержащие руды. Задачами дальнейших работ на древних рудниках являются поиски и исследование следов металлургической деятельности в виде шлаков и литейных форм.

*Исследование выполнено в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к и гранта РФФИ 15-05-00311.*

#### **Литература**

*Баженов А.И., Бородаев В.Б., Малолетко А.М.* Владимировка на Алтае – древнейший медный рудник Сибири. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2002. 108 с.

*Бородовский А.П., Оболенский А.А., Бабич В.В., Борисенко А.С., Морцев Н.К.* Дренее серебро Сибири. Новосибирск:Наука, 2005. 88 с.

*Герман П.В., Савельева А.С.* Рудознатец Дмитрий Попов и чудские копии: к вопросу о древних выработках в СВ Салаире // Вестник ТГУ. История. 2014. № 5 (31). С. 108–114.

*Гусев А.И., Гусев Н.И.* Эпитермальное золото-серебряное месторождение Рудного Алтая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2010, № 9. С. 96–99.

*Гусев А.И.* Минерагеня и полезные ископаемые Алтайского края. Бийск: Изд-во ГОУВПО АГАО, 2011. 365 с.

*Розен М.Ф.* Очерки об истории горного дела на Алтае. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1955. 68 с.

*Савельева А.С., Герман П.В.* Древние горные выработки Чечулинского Салаирского прииска // Вестник Кемеровского государственного университета. 2014, вып. 3 (59). Т. 3. С. 87–92.

**С.П. Грушин**

*Алтайский государственный университет, г. Барнаул,  
gsp142@mail.ru*

#### **Владимировка – древнейшая горнорудная выработка в Сибири: итоги и перспективы исследования**

Полноценное изучение вопросов древнего металлургического производства невозможно без рассмотрения тем, связанных с горнорудным делом. Исследование и документация древних выработок на медь имеет свою специфику и, несомненно, вызывает интерес среди специалистов. В настоящее время единственным из задокументированных рудных месторождений, разработка которого относится к древнейшему (афанасьевская культура) этапу горнорудного дела Сибири и Центральной Азии является Владимировское месторождение. Статья посвящена характеристике результатов изучения древних объектов данного месторождения и определению круга проблем, связанных с его изучением. Памятник расположен в левобережье Чарыша (Северный Алтай), недалеко от с. Владимировка Усть-Канского района Республики Алтай.

Он был открыт в начале 1950-х гг. в процессе поисковых работ Казинихинской геологоразведочной партии Северо-Алтайской экспедиции (г. Бийск), входившей в то

время в состав Западносибирского геологического управления (г. Новосибирск). С 1953 по 1956 гг. в данном месте геологами закладывались шурфы и канавы, были пройдены три штольни. На вершине г. Безымянная в 1955 г. геологи во главе с Я.Р. Зильберманом в разведочной канаве № 62 в результате опалки (проходки взрывом) вскрыли древний карьер, заложенный на выходе сульфидной халькопиритовой руды. В вечной мерзлоте, на глубине 3 м, на небольшой площади дна канавы обнаружены после взрыва многочисленные древние предметы. В этом месте были собраны сверленный каменный топор, изготовленный из мелкозернистого скарна, многочисленные орудия из бычьих или коровьих рогов со вставленными внутрь деревянными сердечниками, дубинка с выжженным узором, шкура северного оленя и другие предметы. Работы были прекращены до приезда археологов из Горно-Алтайска. Так как сотрудники Горно-Алтайского музея во Владимировку так и не прибыли, находки были отправлены в музей истории и материальной культуры Томского госуниверситета, где они и хранятся до настоящего времени (кол. № 6745) [Баженов, 1987; Кирюшины др., 2002].

На протяжении 2 половины XX в. археологами предпринималось несколько попыток обследовать древние выработки на г. Безымянной, но не все они заканчивались успехом. Так, первая разведка археологов на древний рудник состоялась только в 1985 г., ее осуществил Горно-Алтайский краеведческий музей во главе с А.И. Баженовым, С.М. Киреевым, В.А. Кочеевым. Экспедиция посетила с. Владимировка, поднялась до верхнего стана, но на площади месторождения еще лежал снег, поэтому подняться на объект так и не удалось.

В 1997 г. кольцевым туристским маршрутом В.Б. Бородаевым в составе туристической группы был обследован район нижнего течения р. Коргон и р. Кумир в пределах Чарышского района Алтайского края. Экспедиции удалось идентифицировать канаву, прорезавшую в 1955 г. древний карьер, с канавой № 62 геологической документации. В полузасыпанной канаве встречены два бычьих рога, а с отвала траншеи подобраны одно целое галечное орудие и небольшой обломок другого. Из оплывшей стенки траншеи торчали по соседству деревянный сердечник для рогового клина и обрубленная с обоих концов палка – часть ствола молодой лиственницы с удаленной корой и ветками. Подъемный материал почти полностью воспроизводил состав находок 1955 г. За исключением изделий из кожи, все основные категории инвентаря совпадают. К 1997 г. канава сильно оплыла; превышение гребня отвала над уровнем дна составляло не более 70 см., а в западном конце еще меньше. Окисленной руды ни в канаве, ни на отвале встречено не было. Находки из дерева и рога были упакованы в рюкзаки, каменные же орудия, учитывая их массивность и трудности предстоящего пешего маршрута, пришлось оставить на памятнике.

В 1998 г. при очередном подъеме на Владимировскую выработку исследователи основное внимание уделяли уже не канаве, а отвалу. Выяснилось, что он содержит значительное количество инвентаря древних рудокопов, выброшенного из карьера при проходке канавы № 62 в 1955 г. Среди находок, собранных на отвале канавы, абсолютно преобладают каменные орудия из галечника. Основным итогом обследования 1998 г. стало обнаружение к юго-западу от канавы (около 50 м) и примерно в 12 м выше ее, в древней осыпи галечного орудия. По типу оно аналогично уже встречавшимся на первой Владимировской выработке.

В 2001 г. визуальный осмотр территории, прилегающей к Владимировскому участку, по морфологическим признакам выявил новые объекты древнего горного дела – были найдены еще 4 выработки. В 2002 г. геолог В.М. Чекалин посетил Владимиров-

ку и сделал заключение, что большинство ям на обследованной территории, безусловно, могут быть признаны за древние горные выработки, где добывалась руда.

В 2013 г. поисковым археологическим отрядом АлтГУ под руководством автора статьи был обследован участок 220×220 м. В ходе работ было зафиксировано 43 неизвестные ранее выработки. Каждому объекту был присвоен индивидуальный порядковый номер, и посредством GPS-навигатора определены географические координаты местонахождений. Первым был обследован северный участок памятника с целью определения позиции геологической канавы № 62 и шести древних выработок, описанных В.Б. Бородаевым [Баженов и др., 2002]. После выполненной процедуры участники экспедиции продолжили визуальный осмотр территории памятника, фиксацию новых объектов древнего горного дела по морфологическим признаками. Была проведена топографическая съемка местности и составление плана, на который наносились археологические объекты.

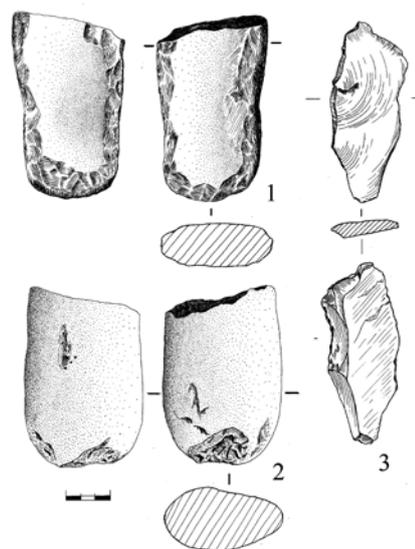
Зафиксированные объекты образовывали три производственные площадки. Следы древней поисковой и производственной деятельности представляют собой совокупность карьеров, ям, отвалов и траншей, различных форм и размеров. Фиксировались факты перекрытия объектов друг друга. Кроме выявленных выработок был осуществлен сбор подъемного материала. Найденные артефакты концентрировались на северной экспозиции г. Безымянная, по склону ниже канавы № 62, шлейфе осыпи, расположенного в 10–20 м западнее края канавы. Местонахождение артефактов расположено на высоте 2056 м. Также часть материала была найдена на россыпи вдоль северного борта канавы № 62. Все находки представлены каменным инвентарем.

Всего обнаружено 19 каменных орудий (целых и в обломках). Вещи хорошей сохранности и позволяют судить о форме орудий. Материалом для всех собранных орудий служили речные гальки (валунчики), специально принесенные на высоту более 2000 м с поймы Чарыша. Результат петрографического анализа [Баженов и др., 2002] показал, что все гальки, собранные на памятнике независимо от их цвета и размера, объединяет общее свойство – значительная твердость и вязкость породы. Визуально сделанные находки были разделены на несколько групп:

- песты и их обломки, без следов обработки, но со следами использования в виде забитости одного или обоих концов – 11 экз. (рис.1, 1);
- песты с оформленной рукояткой – 4 экз.; два изделия имеют аккуратную рукоятку, выполненную в технике пикетаж, данный тип орудий мог использоваться как «молот для забивания роговых клиньев» [Кызласов, 1965];
- каменная пластина – 1 экз. (рис.1, 3);
- орудие в виде шара – 1 экз., вероятно отбойники;
- оформленные по контуру изделия – 1 экз. (рис.1, 1).

В целом, рассматривая весь комплекс каменного инвентаря памятника Владимировка, стоит отметить, что он весьма специфичен. Его характерными чертами являются отсутствие классических молотов (весьма распространенных орудий древнего горного дела), употребление кайл из продолговатых округлых пестообразных галек; присутствие орудий грушевидной формы с выделенной рукояткой, иногда тщательно оформленной в технике пикетажа.

Знакомство с материалами данного уникального памятника позволяет определить круг проблем и вопросов, на которые необходимо будет ответить в будущем. К ним относится проблема хронологии и культурной принадлежности объектов. Первое определение возраста Владимировки было сделано Л.Р. Кызласовым по принадлежности сверленного топора к афанасьевской культуре: конец III – начало II тыс. до н.э. [Кызласов, 1965]. Позже он несколько удревнил возраст памятника: середина – третья четверть III тыс. до н.э. По деревянной палке, найденной В.Б. Бородаевым в 1997 г. в стенке канавы № 62 был сделан радиоуглеродный анализ (СОАН-3802), согласно которому возраст памятника составил  $2715 \pm$  лет до н.э., после калибровки даты возраст был установлен как 3576 лет до н.э., то есть середина IV тыс. до н.э. [Баженов и др., 1999; 2000; 2002]. Остальные объекты древнего горнорудного дела не содержат каких-либо датирующих артефактов, что не позволяет определить ни их возраст, ни культурную принадлежность, поэтому этот вопрос остается открытым.



*Рис. 1.* Владимировская горнорудная выработка на медь. Каменные орудия, найденные в результате работ в 2013 г. См. пояснения в тексте.

Еще одной актуальной проблемой изучения Владимировской выработки можно считать вопрос о том, что являлось объектом добычи древних горняков. Изучением руд месторождения занимался Б.Л. Бальтер. В соответствии с минералогическим составом были выделены следующие разновидности руд: кобальтиновые; арсенопиритовые; пирит-пирротиновые; галенит-сфалеритовая минерализация; медная минерализация (халькопирит). Концентрации медьсодержащих минералов невелики [Баженов и др., 2002].

Таким образом, на объект добычи могут претендовать только сульфидные первичные типы руд (халькопирит), но в этом случае встает проблема технологии получения меди из сульфидных руд уже в афанасьевское время, что противоречит общим представлениям о времени освоения данных типов первичных руд поздним бронзовым веком.

Другой вопрос можно сформулировать следующим образом: почему первые горняки афанасьевской эпохи не ограничивались разработкой легкодоступных, никем до них не освоенных богатых месторождений вторичных полиметаллических руд северо-западного Алтая? Что их заставило начать разработку месторождения труд-

нообрабатываемого сульфидного сырья (халькопирит), расположенного в труднодоступном высокогорье (более 2000 метров над уровнем моря)? Как было организовано производство и жизнеобеспечение древних горняков и металлургов?

В заключении хотелось бы отметить, что памятник Владимировка является в своем роде уникальным объектом, поэтому требует дальнейшего изучения с применением археологических раскопок. Это даст существенную информацию для решения культурной и хронологической атрибуции находок, а также позволит реконструировать одну из малоизученных сфер деятельности древнего населения Сибири и ответить на поставленные вопросы.

*Работа выполнена при поддержке гранта Министерства образования и науки РФ № 2013-220-04-129.*

### Литература

*Баженов А.И.* Об археологических находках в Теректинском хребте // Археологические исследования на Алтае. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1987. С. 125–128.

*Баженов А.И., Бородаев В.Б., Малолетко А.М.* Древнейшие в Сибири горные выработки на медь // Александр Гумбольдт и российская география. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1999. С. 190–192.

*Баженов А.И., Бородаев В.Б., Малолетко А.М.* Датировка древнейших чудских копей // 300 лет горно-геологической службе России: история горно-рудного дела, геологическое строение и полезные ископаемые Алтая. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2000. С. 28–33.

*Баженов А.И., Бородаев В.Б., Малолетко А.М.* Владимировка на Алтае – древнейший медный рудник Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. 108 с.

*Кирюшин Ю.Ф., Кунгуров А.Л., Тишкин А.А.* Коллекция древних орудий горнорудного дела с Алтая // Труды музея археологии и этнографии Сибири им. В.М. Флоринского Томского государственного университета. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. Т. 1. С. 21–38.

*Кызласов Л.Р.* Древнейшие орудия горного дела на Алтае // Новое в советской археологии. М.: Наука, 1965. С. 165–168.

**С.А. Григорьев**

*Институт истории и археологии УрО РАН,  
г. Екатеринбург, stgrig@mail.ru*

### Срубная и алакульская металлургия эпохи бронзы степной зоны

В начале позднего бронзового века (ПБВ) в степной зоне и на юге лесостепи по обе стороны Урала формируются срубная и алакульская культуры. Их типологическая близость была обусловлена не только сходством занимаемых ландшафтов и хозяйственного типа, но и едиными синташтинскими корнями, из которых эти культурные образования вырастали.

В синташтинско-абашевское время мы видим наличие производства в ограниченных регионах Зауралья и Приуралья, использование руд из ультраосновных пород и легирование металла мышьяком на стадии плавки руды [Григорьев, 2000]. Можно предполагать распространение металла за пределы этих ареалов в родственной среде, но массивированных товарных поставок явно не существовало.

В начале ПБВ ситуация резко меняется. Происходит переход на легирование оловом, и формируются его поставки через огромные пространства Евразии. Широко распространяется и технология плавки руды. Включенность огромных регионов в торговлю металлом позволяет предполагать, что торговля осуществлялась не только оловом, но также бронзой и медью. Появляются ареалы, за которыми закрепляется репутация центров, снабжающих металлом обширные территории. В первую очередь, речь идет именно о степных районах, Каргалах в Оренбуржье и Джекказгане в Центральном Казахстане.

Особенностью производств этого времени становится то, что происходит переход с плавки руд из ультраосновных пород к рудам в кислых породах из кварцевых жил и песчаников. Это отчетливо проявляется в соотношении кислотных и основных окислов в шлаке и коэффициентах основности шлака. В синташтинское время среднее значение этого коэффициента составляет 1.4, а на Каргалинских рудниках Оренбуржья – 0.5, то есть этот шлак более кислый. При этом мы нигде не фиксируем попыток изменить ситуацию путем добавок железосодержащих флюсов. В тех случаях, когда оксиды железа попадали в шихту, их источником была рудовмещающая порода. Это приводило к тому, что вязкость шлака, по сравнению с периодом СБВ, резко повышается, в среднем, от 3.25 Pa·s на синташтинских памятниках до 13.3 Pa·s на срубных памятниках Оренбуржья. Соответственно, чтобы отделить металл от шлака, в условиях традиции плавки окисленных руд и отсутствия традиции флюсования, было необходимо снижать вязкость и повышать температуру, интенсифицировав дутье.

В этом случае увеличивается количество кислорода, что ведет к окислению расплава и высоким потерям меди в виде куприта. Подобный шлак (IV минералогическая группа) весьма типичен для Джекказгана, Оренбуржского Зауралья и Приуралья.

В тех случаях, когда в плавку попадали сульфиды, сера, выгорая, связывала часть кислорода, создавая менее окисленную атмосферу, в результате чего появляются менее окисленные шлаки (II минералогическая группа). Но существует еще два

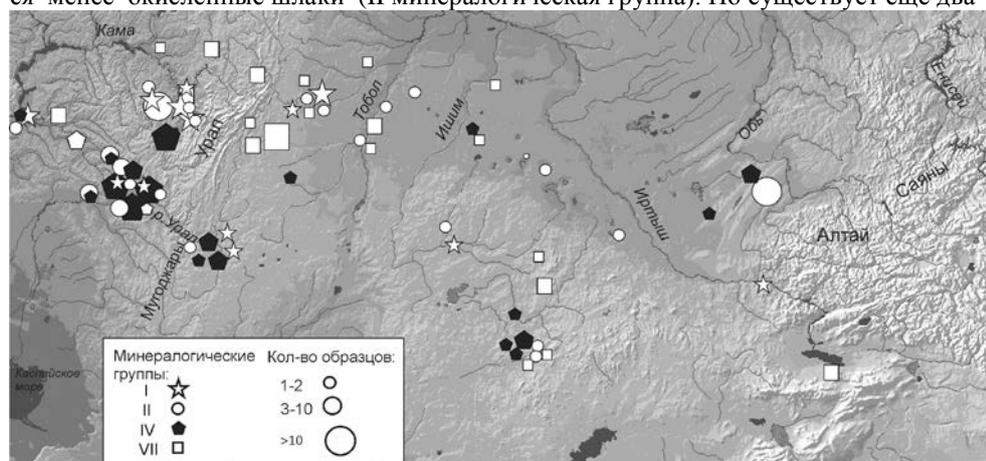


Рис. Распределение минералогических групп шлака эпохи позднего бронзового века.

фактора, влияющих на атмосферу в печи: это конструкция печи и количество и качество топлива. Первый фактор не всегда можно определить, во многих районах информация о конструкции печей отсутствует. Но второй фактор был наиболее значимым именно в степных районах. Если посмотреть на карту распределения минералогических групп от Приуралья до Алтая, то так оно и есть: купритизированные шлаки IV минералогической группы доминируют именно в степи (рис.). Отчасти это объясняется тем, что в лесостепи больше проявляют себя федоровско-межовские металлургические традиции, с более активным использованием сульфидных руд, но это относится и к срубно-алакульским памятникам, на которых в лесостепи купритизированные шлаки встречаются несопоставимо реже.

Поэтому, не исключено, что это является не культурно-технологическим, а регионально-ландшафтным признаком. То есть большее количество купритизированного шлака в степи отчасти обусловлено дефицитом древесного угля.

Открытия крупных древних рудников всегда побуждали к обсуждению вопроса об их исключительном месте в снабжении металлом огромных регионов Евразии. Так было с Таш-Казганом, Каргалами, Кенказганом. Выводы по Центральному Казахстану базировались на беспрецедентно огромных объемах древних карьеров [Маргулан, 2001]. Однако действительный возраст всех этих карьеров не известен. Они могли эксплуатироваться продолжительное время, в разные эпохи. Аналогичная ситуация на Каргалинских рудниках. Огромное количество старых шахт породило впечатление масштабной добычи в древности, и постулировалось, что значительная часть меди, циркулировавшая в Восточной Европе в эпоху бронзы, была произведена именно здесь [Черных, 1997]. В действительности, аналитических данных, подтверждающих этот вывод, нет. Подавляющее большинство видимых на поверхности шахт относится к русскому времени. Более того, даже шлаки поселений Оренбуржья химически и минералогически отличаются от шлаков из районов Каргалинских рудников. То же касается и поселений Приуралья и Поволжья [Григорьев, 2013].

Причины этого достаточно очевидны. Каргалинская руда отличается более кислым составом, кроме того, в ней содержится мало сульфидов. Плавка такой руды вела к очень высоким потерям металла в шлаке, что действительно имело место. Потери меди на Каргалах составляли 0–46 % [Rovira, 1999]. Наши исследования шлака оренбургских и казахстанских поселений показали идентичную картину. Компенсировать это можно было лишь значительными загрузками древесного угля. Поэтому везти эту руду за пределы ареала не имело смысла. Но и внутри ареала создавать восстановительную атмосферу было трудно.

Расчеты показывают, что постулируемый объем производства меди был недостижим в силу отсутствия дерева для производства древесного угля [Garcia, 2000]. Предположения о вывозе руды в иные районы тоже не обоснованы. Более подробно эти вопросы мы уже обсуждали [Григорьев, 2013]. Поэтому существование в степных районах каких-то крупных металлургических центров, функционировавших продолжительное время в больших объемах, практически, невероятно, если вблизи нет надежных источников топлива. Более приемлема модель функционирования множества действующих производственных центров, потребляющих местные топливные ресурсы, затухающих вследствие уничтожения леса и возрождавшихся вновь после его восстановления. Это зависело уже от конкретных местных условий.

Однако, имеющиеся аналитические данные по огромным потерям меди в шлаке (7–50 %) делают проблематичными добычу вообще. Содержание меди в чистом малахите составляет 5 %. Но, компоненты малахита (кроме меди) в шлак обычно не

переходят. Они возгораются. А мы анализировали именно шлак. Соответственно, из-за примесей горных пород содержание меди в руде было ниже, но мы можем лишь предполагать реальное содержание. Оно могло колебаться от 10 до 50 %. На Джекзгане на археологических памятниках есть находки руды с содержанием меди 8–10 % [Маргулан, 2001]. Есть находки и более бедной руды, но не исключено, что именно поэтому она не была использована.

В случае, если руда содержала 10 % меди, то есть, около 20 % малахита и 80 % породы, если вся медь останется в шлаке, ее содержание в нем будет составлять 9 %. Но, если использован чистый малахит с небольшой примесью породы, например, около 10 %, то мы получим иное соотношение: 45 долей меди на 10 долей породы. Соответственно, при фиксации в шлаке 50 % меди, это означает, что лишь 10 долей меди осталось в нем, а 35 долей было выплавлено. То есть, реальные потери составляют лишь 4.5 %. Поэтому оценить объемы и реальность подобных плавок невозможно. Однако очевидно, что вряд ли следует ожидать, что в степной зоне на таких крупных рудниках как Каргалы или Кенказган добывали исключительно гнезда чистого малахита. Поэтому модель рассеянного производства по многим горным и плавленым центрам представляется более оправданной.

#### Литература

- Григорьев С.А.* Metallургическое производство на Южном Урале в эпоху средней бронзы // Древняя история Южного Зауралья, 2000. Челябинск: Рифей. С. 444–531.
- Григорьев С. А.* Metallургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 с. (<https://islandvera.academia.edu/StanslavGrigoriev>).
- Маргулан А.Х.* Сочинения: В 14 т. Т. 2. Сарыарка. Горное дело и металлургия в эпоху бронзы. Джекзган – древний и средневековый металлургический центр (городище Милыкудук) / Сост. Д.А. Маргулан. Алматы: Дайк-Пресс. 2001. 144 с.
- Черных Е.Н.* Каргалы. Забытый мир. 1997. М.: Nox. 177 с.
- Черных Е.Н.* Древнейшее горно-металлургическое производство на границе Европы и Азии: Каргалинский центр // Археология, этнография и антропология Евразии 3 (11), 2002. С. 88–106.
- García J.M.V., Alcalde A.L.R., Sáez J.A.L., Morencos I.Z., García P.L., Navarrete M.I.M.,* 2000. Catástrofes ecológicas la estepa? Arqueología del paisaje en el compejo minero-metalúrgico de Kargaly (region de Orenburg, Rusia) // Trabajos de Prehistoria, 57, 2000. № 1. P. 29–74.
- Rovira S.* Una propuesta metodológica para el estudio de la metalurgia prehistórica: el caso de Gorny en la region de Kargaly (Orenburg, Rusia) // Trabajos de prehistoria 56, 1999. N. 2. P. 85–113.

*М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, В.В. Зайков<sup>1</sup>, И.М. Бахшиев<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, [ankushev\\_maksim@mail.ru](mailto:ankushev_maksim@mail.ru)

<sup>2</sup> – Институт этнологических исследований УНЦ РАН, г. Уфа

#### Микровключения хромшпинелидов в древних металлургических шлаках поселения Аксар (Башкортостан)

В древних шлаках, взятых на поселениях Южного Урала, неоднократно отмечались микровключения хромшпинелидов, что указывает на использование медных руд из гипербазитов [Григорьев и др., 2005; Zaikov et al., 2013]. Эти находки сосредоточены в Челябинской и на востоке Оренбургской областей. При охранных археологических раскопках поселения Аксар (эпоха поздней бронзы) на р. Большой Юшатырь в Башкирском Приуралье выявлены шлаки с аналогичными микровключениями. Это расширяет известный ареал хромитсодержащих продуктов палеометаллургии и, соответственно, былых хозяйственных связей на территории Южного Урала. По данным С.А. Григорьева [2013], на территории западной части Башкортостана микровключения хромитов ранее были выявлены в шлаках с поселений Верхнебикулово, Чишминского, Юмаково-1, Токского, Покровского. Новая находка хромитов в шлаках поселения Аксар расширяет известный ареал хромитсодержащих продуктов палеометаллургии и, соответственно, былых хозяйственных связей на территории Южного Урала.

Поселение Аксар расположено в 3,4 км к северу от с. Мурапталово Куюргазинского района Республики Башкортостан, в 200 км к западу от р. Урал (рис. 1). Оно находится на второй надпойменной террасе правого берега р. Бол. Юшатырь. С запада площадка памятника ограничена подошвой высокого плато высотой около 50 м. Площадь памятника составляет 3750 м<sup>2</sup>. На поверхности зафиксированы две впадины близкой к овальной формы, вытянутые по линии З-В. Раскопом площадью 170 м<sup>2</sup> охвачена центральная часть южной впадины.

Культурный слой мощностью 0,8–1,2 м характеризовался высокой насыщенностью археологическим и остеологическим материалом. В слое располагались мощные пласты истлевшего дерева, являющегося, видимо, остатками деревянной конструкции. На уровне материкового грунта выявлены отчетливые контуры постройки – полуземлянки. Сооружение длинными стенками ориентировано по линии ССЗ-ЮЮВ. Вдоль западного края котлована проходит ряд из трех столбовых ям.

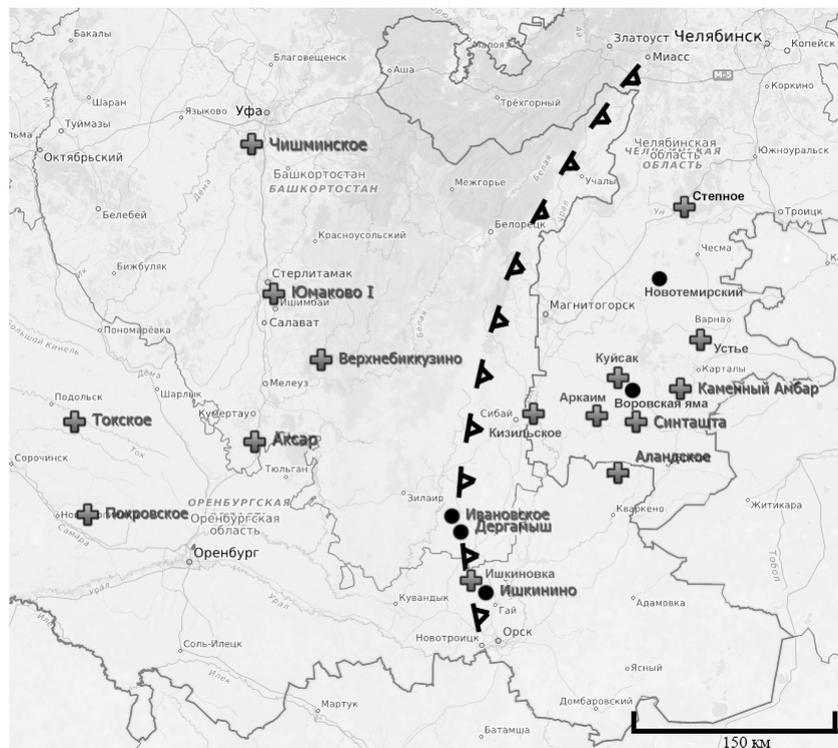


Рис. 1. Расположение поселений бронзового века на территории республики Башкортостан, где были обнаружены металлургические шлаки с включениями хромшпинелидов.

Размеры сооружения: 16×8 м, глубина – 0.3–0.5 м. На полу жилищного котлована выявлены два развала крупных сосудов, относящихся к развитому этапу срубной культуры, а также многочисленные фрагменты керамики срубного и срубно-алакульского облика и костей животного происхождения. Судя по стратиграфии заполнения колодца, на определенном этапе функционирования произошло обрушение стенок, после чего его использовали в качестве хозяйственной ямы.

Керамический материал с раскопа в культурно-хронологическом отношении довольно однороден. Доминирующую культурную основу составляют сосуды развитого этапа срубной культуры, на некоторых из которых наблюдается ребро-перегиб в середине профиля. Кроме срубной керамики в коллекции присутствует небольшое количество фрагментов от сосудов алакульского и срубно-алакульского облика. Наибольший интерес вызывает факт совместного залегания на полу жилищного котлована двух сосудов: развитого этапа срубной культуры и саргаринско-алексеевского типа углубленных придонной частью в материк. Из индивидуальных находок отметим фрагмент двусторонней литейной формы, обнаруженной также на уровне пола котлована и обломки шлака.

Состав хромшпинелидов и расплавных включений в шлаках установлен в Институте минералогии УрО РАН на растровом электронном микроскопе РЭММА 202М с рентгеновским энергодисперсионным спектрометром LZ-5 (SiLi детектор,

разрешение 140 eV), ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда 4–6 нА. При проведении количественного анализа использовались стандарты чистых металлов (MICRO-ANALYSIS CONSULTANTS LT, LTD, X-RAY MICROPROBE STANDARDS, REGISTERED STANDARD NUMBER 1362) или стандарты синтетических (или природных) минералов (ASTIMEX SCIENTIFIC LIMITED, MINM25-53, Mineral Mount Serial N0:01-044) (аналитик В. А. Котляров). В работе применяются общеизвестные для хромшпинелидов параметры минерала: хромистость  $\#Cr$  ( $Cr/(Cr+Al)$ ) и магниальность  $\#Mg$  ( $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ ), рассчитанные по атомным количествам компонентов. Формулы хромшпинелидов рассчитывались анионным методом на 4 атома O.

Минеральные включения хромшпинелидов в шлаке имеют гипидиоморфный и идиоморфный облик, размер зерен 0.04–0.2 мм (рис. 2). Зерна зачастую трещиноватые, с неровными границами. По периферии зерен развивается маломощная хроммагнетитовая кайма. Хромшпинелиды имеют разнообразный состав: присутствуют высокоглиноземистые (табл., анализ № 1) зерна с примесью цинка, высокохромистые (табл., анализы №№ 2–5) и высокожелезистые разновидности (табл., анализы №№ 6–10). Подобное различие в составе хромшпинелидов в шлаках одного объекта может говорить об использовании нескольких медных рудопроявлений древними горняками. Состав хромшпинелидов вынесен на классификационную диаграмму Павлова для сравнения с другими поселениями Южного Урала, где были зафиксированы шлаки с включениями хромшпинелидов, а также месторождений, разрабатываемых в бронзовом веке (рис. 3). Видно, что хромшпинелиды в шлаках поселения Аксар попадают в поле алюмохромитов, при этом характеризуются более низкой долей трехвалентного железа, чем в аналогичных образцах поселений Аркаим, Синташта и Аландское. По соотношению хромистости  $\#Cr$  ( $Cr/(Cr+Al)$ ) и магниальности  $\#Mg$  ( $Mg/(Mg+Fe^{2+})$ ) хромшпинелиды в шлаках поселения Аксар отличаются от аналогов на других поселениях и месторождениях Южного Урала (рис. 4).

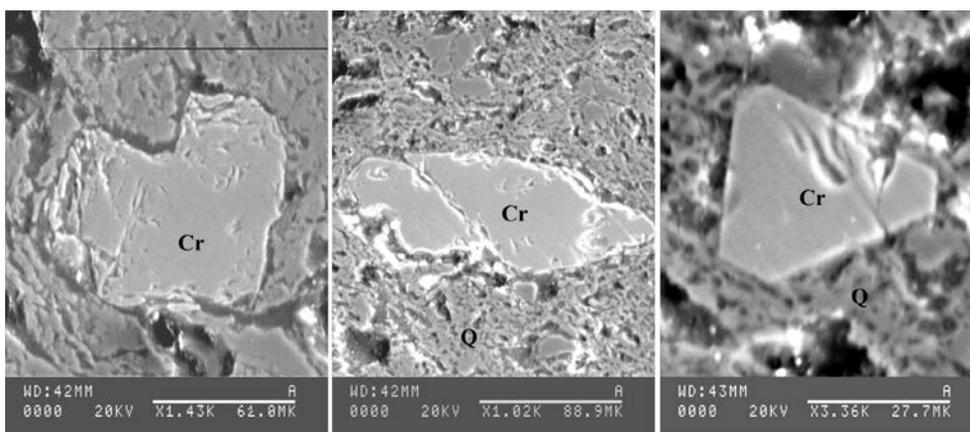


Рис. 2. Зерна хромшпинелидов в древних металлургических шлаках поселения Аксар. Обр. А608. Изображение в отраженных электронах. Обозначения минералов: Cr – хромшпинелид, Q – кварц.

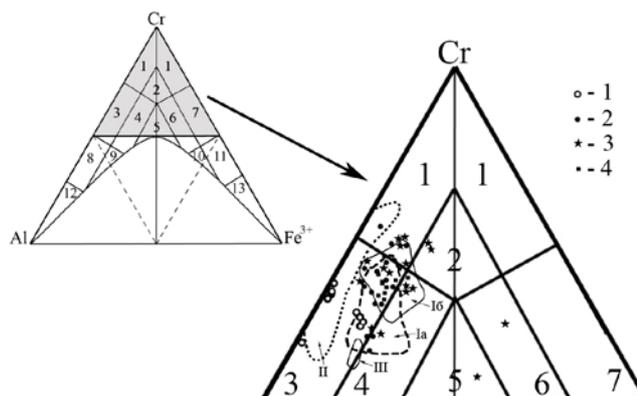
Таблица

**Результаты рентгеноспектрального анализа микровключений хромшпинелидов  
в древних металлургических шлаках поселения Аксар**

№ п/п	№ анализа	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	ΣFeO	ZnO	Сумма
1	16187с	48.63	22.83	14.72	12.99	0.4	99.57
2	16189а	55.08	17.70	15.07	11.92	–	99.77
3	16189с	54.35	18.28	15.08	12.21	–	99.92
4	16189d	54.31	18.49	15.13	11.95	–	99.88
5	16189е	53.24	18.78	15.10	12.37	–	99.49
6	16160а	49.20	16.76	13.00	20.37	–	99.33
7	16160b	48.93	17.20	13.69	19.35	–	99.17
8	16160с	50.46	16.83	13.44	18.70	–	99.43
9	16160d	50.29	16.87	13.17	19.44	–	99.77
10	16160е	49.96	16.81	13.08	19.97	–	99.82

	Кристаллохим. формула	#Cr	#Mg
1	$(\text{Fe}^{2+}_{0.32}\text{Mg}_{0.67}\text{Zn}_{0.01})(\text{Cr}_{1.17}\text{Al}_{0.82}\text{Fe}^{3+}_{0.01})_2\text{O}_4$	0.59	0.68
2	$(\text{Fe}^{2+}_{0.3}\text{Mg}_{0.70})(\text{Cr}_{1.35}\text{Al}_{0.65})_2\text{O}_4$	0.68	0.70
3	$(\text{Fe}^{2+}_{0.31}\text{Mg}_{0.69})(\text{Cr}_{1.33}\text{Al}_{0.67}\text{Fe}^{3+}_{0.01})_2\text{O}_4$	0.67	0.69
4	$(\text{Fe}^{2+}_{0.3}\text{Mg}_{0.70})(\text{Cr}_{1.32}\text{Al}_{0.67})_2\text{O}_4$	0.66	0.70
5	$(\text{Fe}^{2+}_{0.3}\text{Mg}_{0.70})(\text{Cr}_{1.3}\text{Al}_{0.68}\text{Fe}^{3+}_{0.01})_2\text{O}_4$	0.66	0.70
6	$(\text{Fe}^{2+}_{0.39}\text{Mg}_{0.61})(\text{Cr}_{1.23}\text{Al}_{0.63}\text{Fe}^{3+}_{0.14})_2\text{O}_4$	0.66	0.61
7	$(\text{Fe}^{2+}_{0.36}\text{Mg}_{0.64})(\text{Cr}_{1.22}\text{Al}_{0.64}\text{Fe}^{3+}_{0.14})_2\text{O}_4$	0.66	0.64
8	$(\text{Fe}^{2+}_{0.37}\text{Mg}_{0.63})(\text{Cr}_{1.26}\text{Al}_{0.63}\text{Fe}^{3+}_{0.11})_2\text{O}_4$	0.67	0.63
9	$(\text{Fe}^{2+}_{0.38}\text{Mg}_{0.62})(\text{Cr}_{1.25}\text{Al}_{0.63}\text{Fe}^{3+}_{0.12})_2\text{O}_4$	0.67	0.62
10	$(\text{Fe}^{2+}_{0.38}\text{Mg}_{0.62})(\text{Cr}_{1.25}\text{Al}_{0.63}\text{Fe}^{3+}_{0.13})_2\text{O}_4$	0.67	0.62

*Примечание:* анализы выполнены в Институте минералогии УРО РАН на электронном микроскопе РЭММА 202М (аналитик В.А. Котляров). Прочерк – не обнаружено.



*Рис. 3.* Состав хромшпинелидов из шлаков и руд на классификационной диаграмме [Павлов, 1949]. 1 – хромшпинелиды в шлаках поселения Аксар, 2 – то же из шлаков Аркаима, 3 – то же из шлаков Синташты, 4 – то же из шлаков Аландского. Области составов хромшпинелидов из: Ia – колчеданных руд Ишкининского месторождения, Ib – окисленных руд Ишкининского месторождения, II – колчеданных руд Ивановского месторождения, III – то же Дергамьшского месторождения. Поля составов хромшпинелидов: 1 – хромит, 2 – субферрихромит, 3 – алюмохромит, 4 – субферриалюмохромит, 5 – ферриалюмохромит, 6 – субалюмоферрихромит, 7 – феррихромит, 8 – хромпикотит, 9 – субферрихропикотит, 10 – субалюмохроммагнетит, 11 – хроммагнетит, 12 – пикотит, 13 – магнетит.

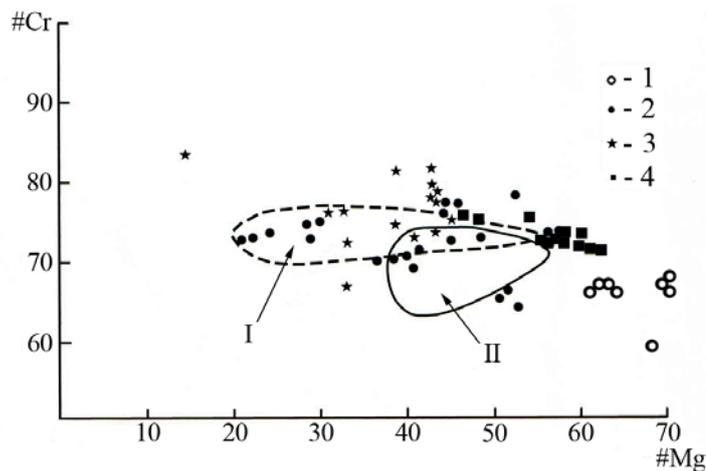


Рис 4. Диаграмма соотношений хромистости и магниальности для хрошпинелидов из шлаков поселений: 1 – Аксар, 2 – Аркаим, 3 – Синташта, 4 – Аландское. Области составов хрошпинелидов из: I – колчеданных руд, II – окисленных руд Ишкининского месторождения.

Помимо хрошпинелидов, в шлаке фиксируются обломки медных сульфидных руд – халькозина и ковеллина, их источником, предположительно, являлись нижние горизонты зон окисления колчеданных месторождений. Расплавные включения в шлаках поселения Аксар представлены медью (с небольшими примесями железа и серы), двухфазными корольками медь+халькозин и многофазными сростаниями: медь+халькозин+медь с примесью мышьяка (3–4 мас. %).

Работы поддержаны госзаказом Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к и РФФИ (№ 14-06-00287).

### Литература

1. Григорьев С.А., Дунаев А.Ю., Зайков В.В. Хрошпинелиды как индикатор источника медных руд для древней металлургии // Доклады АН, 2005. Т. 400, № 2. С. 228–232.
2. Григорьев С.А. Металлургическое производство в Северной Евразии в эпоху бронзы. Челябинск: Цицеро, 2013. 660 с.
3. Павлов Н.В. Химический состав хрошпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Труды Геологического института РАН, 1949. Вып. 103. 91 с.
4. Zaykov V., Yuminov A., Ankushev M., Epimakhov A. Slags, ores and bronze from Kamenny Ambar archaeology microdistrict: source of ores from ancient metallurgy. In: Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlement in the Southern Trans-Urals (Russia). Bonn: BergbauMuseum, 2013. P. 187–202.

**М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, Г.В. Бельтикова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – *Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, [ankushev\\_maksim@mail.ru](mailto:ankushev_maksim@mail.ru)*

<sup>2</sup> – *Институт истории и археологии УрО РАН, г. Екатеринбург*

### **Древние металлургические шлаки поселения Иткульское I (Средний Урал)**

Одним из наиболее значимых и информативных памятников иткульского металлургического очага (VII–III вв. до н.э.) является городище Иткульское I. Памятник расположен в южной зоне очага (Челябинская обл.) на северном берегу одноименного озера. На поселении были обнаружены мелкие кусочки комковатого шлака, небольшие кусочки и крошка малахитовой руды, орудия для дробления и растирания руды, тигли и слитки меди [Бельтикова, 1986]. Из образцов металлургических шлаков с поселения Иткульское I изготовлено 20 полированных аншлифов и 6 прозрачных шлифов. Препараты изучались оптическим методом в Институте минералогии УрО РАН на микроскопах Axiolab Carl Zeiss и Olympus BX-51, состав расплавных включений установлен на электронном микроскопе Tescan Vega 3 sbu (аналитик И.А. Блинов).

Цвет шлаков бурый, черный; шлаки обладают средней степенью пористости. Структура шлаков порфиновая (минеральные и расплавные включения находятся в матрице стекла), на некоторых участках образца афировая (стекло без минеральных включений). Текстуры шлаков: пористая (количество пустот в образцах варьирует от 5 до 50 %), обломочная (обломки кварца в стекле), метельчатая (иногда радиально-лучистая).

Основную массу шлака составляет стекло разной степени раскристаллизации и идиоморфные кристаллы оливина. Чаще встречается хорошо раскристаллизованное стекло, в котором хорошо видны кристаллиты и микролиты. В некоторых образцах стекло не раскристаллизовано и образует афировую структуру. В шлаках поселения Иткульское I оливин является основным минералом. Образует идиоморфные удлиненные, игольчатые, скелетные кристаллы, а также дендритовидные, перистые индивиды.

Из минеральных включений в шлаках преобладает кварц, содержание которого в разных частях образца может широко варьировать: от 5 % до 60–70 %. Кварц встречается в виде крупных зерен, зачастую трещиноватых. Наблюдаются следы высокотемпературного преобразования минерала (образование сети трещин, частичная изотропизация зерен). Вероятно, в таких больших количествах минерал добавлялся в плавку в качестве флюса для снижения температуры плавления руды.

Магнетит в шлаке также широко распространен. Образует скелетные, удлиненные и дендритовидные кристаллы. Содержание в образцах может различаться от 1 до 20 %.

В исследованных образцах не обнаружены реликтовые включения устойчивых в высокотемпературных условиях минералов (как, например, хромшпинелиды в зауральских поселениях бронзового века [Зауков, 2013]). Также не обнаружены обломки и частично оплавленные включения сульфидных руд, что говорит об использовании на поселении окисленных малахит-азуритовых медных руд.

Расплавные включения представлены чистой медью, без примесей других металлов. Включений оловянистых или мышьяковистых бронз не обнаружено. Медь

образует округлые корольки размером от микроскопических до 0.1—0.5 мм. В шлаках медь расположена неравномерно: от единичных включений до обогащенных зон, где содержание металла достигает 10–15 % от объема шлака. Включения меди зачастую окислены и замещены вторичным купритом. Куприт образует каймы и корки по периферии корольков меди, вплоть до полного замещения меди.

По своим текстурно-структурным особенностям образцы медных шлаков поселения Иткульское I отличаются от шлаков более ранних зауральских поселений бронзового века. Они характеризуются более высокой пористостью, в большом количестве присутствуют обломки кварца, использовавшегося в качестве флюса при плавке. На поселениях Зауральского горно-металлургического центра в древности использовались три основных типа медных руд: окисленные малахитовые руды из гипербазитов (о чем говорят зерна хромшпинелидов в шлаках), сульфидные руды из подзоны вторичного обогащения колчеданных месторождений (в шлаках фиксируются обломки и частично оплавленные включения халькозина) и, в редких случаях, медно-турмалиновые руды. Многофазных включений бронз, выявленных на зауральских поселениях, в шлаках с Иткульского I не встречается. Технология выплавки металла на поселении, по-видимому, отличалась от технологий Зауральского металлургического центра. Об этом говорят скопления крупных и мелких корольков меди, порой занимающие значительную часть образца шлака. В шлаках зауральских поселений такого не наблюдается, капли меди встречаются либо в виде единичных крупных включений, либо относительно равномерно распределены по объему образца.

Таким образом, отсутствие сульфидных включений в шлаках говорит об использовании на поселении Иткульское I окисленных медных (малахитовых) руд. Наиболее вероятным источником металлургического сырья является месторождение Гумешевское, расположенное в 35 км к северо-западу от поселения. Как возможный крупный источник сырья для Иткульского металлургического очага объект рассматривался в работах Г.В. Бельтиковой [2005]. Гумешевское месторождение, расположенное в 1 км к северу от города Полевского Свердловской области, в 60 км к юго-западу от Екатеринбурга, открыто по следам древних выработок, на которых были найдены орудия горного и металлургического промысла и шлаки. Месторождение с начала XVIII века известно высококачественным малахитом. В генетическом плане месторождение Гумешевское отвечает скарново-медно-порфировой системе. Приурочено к малой кварц-диоритовой интрузии островодужного типа D<sub>1-2</sub> возраста [Грабежев, 2004]. Залежь сложена окисленными рудами, представленными медистыми глинами, образовавшимися в результате вторичного изменения (выщелачивания, выветривания) первичных руд, диоритов, известняков. Россыпи малахита встречались здесь начиная с верхних горизонтов [Семенов, 1987].

Задачами дальнейших исследований металлургических шлаков Иткульской культуры будут являться:

1. Изучение минерального состава и текстурно-структурных особенностей шлаков из других археологических объектов региона, таких как: гора Думная, поселения Палатки I, малый Вишневый, Иртяшское II, Озерское I.
2. Анализ информации по меднорудным объектам территории, на которой находились поселения.
3. Применение точных методов анализов состава минеральных и расплавных включений в шлаках для выявления возможных источников медных руд.

Автор благодарит В.В. Зайкова, И.А. Блинова за помощь в работе.

*Работа поддержана проектом РФФИ (№ 14-06-00287).*

## Литература

- Бельтикова Г.В.* Иткульское I городище – место древнего металлургического производства // Проблемы Урало-Сибирской археологии. Вопросы археологии Урала. Вып.18. Свердловск, 1986. С. 63–79.
- Бельтикова Г.В.* Среда формирования и памятники Зауральского (Иткульского) очага металлургии // Археология Урала и Западной Сибири. Екатеринбург, 2005. С. 162–186.
- Грабежев А.И.* Скарны Гумешевского скарново-медно-порфирового месторождения (Средний Урал) // Петрология. 2004. № 2. С. 176–190.
- Семенов В.Б.* Малахит. Т. 2. Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1987. 160 с.
- Zaykov V., Yuminov A., Ankushev M., Epimakhov A.* Slags, ores and bronze from Kamenny Ambar archaeology microdistrict: source of ores from ancient metallurgy. In Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlement in the Southern Trans-Urals (Russia). Bonn: BergbauMuseum, 2013. P. 187–202.

**С.В. Снопков**

*ИрЦДОД «Центр развития дополнительного образования детей»,  
Иркутский государственный университет, г. Иркутск  
snopkov\_serg@mail.ru*

### **Поиск и изучение памятников древней металлургии и рудопроявлений железа методами геофизической разведки (на примере археологических и геологических объектов Прибайкалья)**

Технологии получения и обработки железа являются одними из важнейших факторов развития человечества. При этом вопрос о масштабах и технологии получения железа древними жителями Прибайкалья является одним из интереснейших, но в то же время малоизученных вопросов древней истории. Во всем мире с древнейших времен железо получали с помощью железвосстановительного сыродутного горна. Существовало два типа сыродутных горнов - ямные и наземные, конструкции которых могут значительно отличаться.

Комплексные исследования металлургических (железвосстановительных) центров Прибайкалья были начаты в 1997 г. под руководством профессора ИрННТУ, доктора исторических наук А.В. Харинского. Участниками данного научного проекта стали студенты ИрННТУ и ИГУ, школьники образовательных учреждений Иркутской области, специалисты научных учреждений городов Иркутска, Москвы, Новосибирска, Саппоро (Япония). За время работы следы металлургической деятельности были обнаружены во многих местах Прибайкалья: на острове Ольхон и в Приольхонье, Тункинской долине (среднее течение реки Иркут), в Кудинской долине (река Куда – правый приток Ангары), и других местах Приангарья. Проведенные исследования позволили впервые получить представление о технологии получения железа в Прибайкалье [Снопков и др., 2005; 2012; Харинский и др., 2004]

Сравнение технологий железодельного производства позволило выявить несколько типов сыродутных горнов, используемых древними металлургами При-

байкаля. Наиболее высокая концентрация следов железоделательной деятельности обнаружена на западном побережье Малого море (пролив Байкала, Приольхонье). Здесь на участке побережья Байкала протяженностью около 40 км обнаружено более сотни мест, где в древности происходило получение и обработка железа. По результатам комплексных геолого-археологических исследований было установлено, что использовалось несколько типов железовосстановительных горнов.

Наиболее древними (по результатам радиоуглеродного датирования) являются ямные горны, рабочие камеры которых сооружались в грунте на краю искусственной предгорновой ямы. Рабочие камеры этих горнов имеют уникальную (подобной не обнаружено нигде в мире) воронкообразную форму. Камера напоминает перевернутую наклонную треугольную пирамиду с закругленными ребрами, глубиной 1.5 м. Нижнее отверстие горна закрывалось куполообразным каменно-кирпичным сооружением. Предположительно, и верхнее отверстие также перекрывалось куполообразным сооружением (рис. 1). Кроме воронкообразных горнов, в Приольхонье обнаружены горны, представляющие собой две полусферические ямы, соединенные подземным каналом на уровне дна ям (похоже на сегмент «бублика», тора). Предположительно, данные горны являются кузнечными (т.е. горны, в которых нагревалась крица перед проковыванием). Как правило, вокруг предгорновой ямы (одной или двух соединенных проходом) располагается несколько горнов – от 1 до 9. Причем воронкообразные и тороидальные горны нередко встречаются одновременно. Возраст подобных металлургических центров относится к концу I тыс.–началу I тыс. до н. э. Сравнение приольхонских горнов с известными мировыми находками показывает, что изучаемые горны наиболее близки к горнам, обнаруженным в Хакасии (таштыкская эпоха, I в до н.э. – V в.н.э.). [Харинский и др., 2004]

По результатам многолетних исследований стало понятно, что основным методом обнаружения и дораскопной реконструкции металлургических центров является магниторазведка. Благоприятными предпосылками для ее использования являются контрастно высокие магнитные свойства (магнитная восприимчивость, остаточная намагниченность) артефактов металлургической деятельности относительно вмещающих грунтов. Если магнитная восприимчивость грунтов не превышает 0.7 милиЕд. СИ, то для шлаков и обожженной обмазки горнов значения изменяются в диапазоне от 0.13 до 70 милиЕд. СИ (в среднем – 6.5). Наиболее высокие амплитуды приращения напряженности магнитного поля дают обожженные стенки горна (70–300 нТл). Скопления шлаков и обожженной обмазки дают аномалии, достигающие 30–50 нТл [Харинский и др., 2004; Кожевников и др., 2005; Снопков и др., 2012]

Детальная магнитная съемка на участках следов деятельности древних металлургов позволила сделать первичную реконструкцию (расположение горнов, скопления руды, шлаков и обмазки, и др.) для 11 металлургических центров. Проведенные раскопки двух объектов – Курминское озеро-1 и Курма-28 – подтвердили правильность проведенной реконструкции [Снопков и др., 2012] (рис. 2.)

В ходе магниторазведочных исследований было обнаружено, что в Приольхонье присутствуют металлургические горны другого типа, чем описанные выше. На этих объектах отсутствуют следы предгорновой ямы, а шлаки, в основном, являются донными (с большим количеством зерен чистого восстановленного железа). В магнитном поле объект отражается отдельно расположенной интенсивной изометричной аномалией диаметром 1.5–3 м. В ходе исследований было обнаружено, что аномалию создает поддон (нижняя часть горна, расположенная ниже земной поверхности) наземного горна. Нередко подобные аномалии осложнены изрезанным боковым

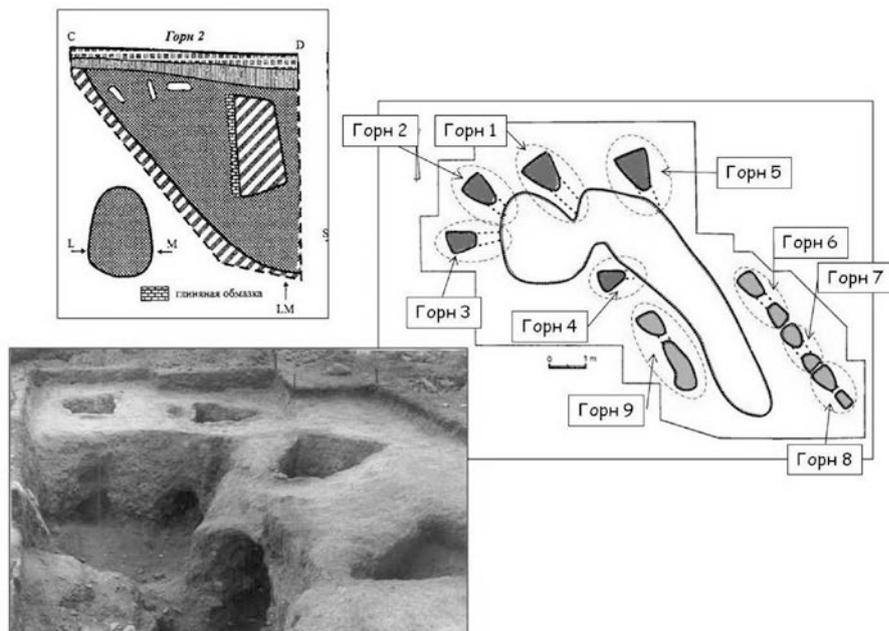


Рис. 1. Железвосстановительные горны металлургического центра Курминское озеро-1 (Приольхонье, III век до н.э. – V век н.э.).

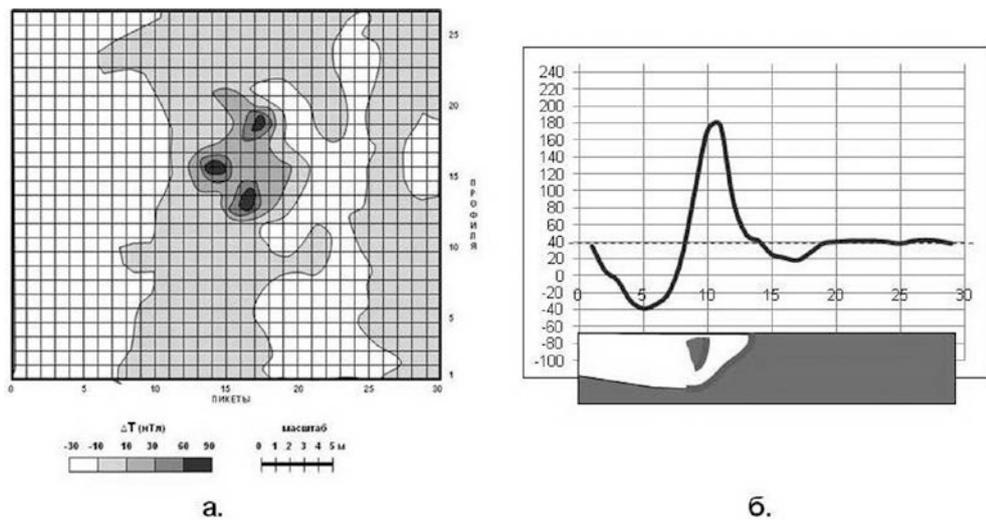


Рис. 2. Аномалии приращения напряженности магнитного поля на участке Курма-28 (а) и аномалия магнитного поля над железвосстановительным горном (б).

шлейфом, который создается отвалом шлаков. Время функционирования подобных горнов, определенное по фрагментам керамических сосудов найденных рядом, может относиться к широкому диапазону – от средневековья до этнографической современности. Подобные горны (реконструированные по результатам магниторазведки) обнаружены на острове Ольхон, в Приольхонье, на реке Белая (левый приток Ангары).

Кроме того, по результатам магниторазведочных съемок обнаружено два памятника древней металлургии, реконструкция которых в настоящее время затруднена – требуются раскопочные работы для того, чтобы понять устройство данных металлургических центров. В магнитном поле данные памятники отражаются контрастной интенсивной аномалией вытянутой формы. Протяженность аномалии составляет 6 – 8 м, а ее ширина 2–3 м.

Важным технологическим вопросом древней металлургии являются источники руды. Прибайкалье богато проявлениями железных руд различного генезиса. Наиболее распространенным типом железных руд Приольхонья являются бурые железняки, приуроченные к контактам гнейсов с кристаллическими известняками ольхонской серии (возраст которой является дискуссионным и разными специалистами определяется от архея до раннего палеозоя). Лимонит-гематитовое оруденение связано с инфильтрацией гидротермальных растворов в проницаемые зоны дробления и трещиноватости. На этих же территориях встречаются фрагменты позднемеловой – палеогеновой коры выветривания, в которых отмечены горизонтальные залежи бурых железняков либо россыпи бурожелезняковой гальки. Бурые железняки представлены лимонитом, гематитом и мартитом, с содержанием железа от 12 до 61 %. [Снопков и др., 2012]

Еще одним возможным рудным источником являются ожелезненные гнейсы иликтинской свиты раннего протерозоя, обнажающиеся на склоне Приморского хребта. Приморский хребет – сбросовая рифтогенная структура, примыкающая к западному берегу центрального Байкала. Проведенные исследования показали, что гнейсы иликтинской свиты обогащены магнетитом. Некоторые образцы ожелезненных гнейсов имеют магнитную восприимчивость до 200 милиЕд. Си и содержание железа до 55 %. Проведенная площадная каппометрия грунтов и детальная магниторазведка выявили приповерхностную залежь магнетитового песка у подножья Приморского хребта (рис. 3.) Залежь образована за счет делювиального сноса продуктов выветривания ожелезненных гнейсов со склона хребта, имеет протяженность более 300 м при ширине от 30 до 70 м. Расположена в почвенном и подпочвенном слое до глубины 30 см. Концентрация магнетитового песка в залежи, определенная путем магнитной сепарации, достигает 15 %. Несмотря на кажущуюся невысокой концентрацию магнетита в делювиальных отложениях, он мог использоваться в качестве руды, тем более рыхлые отложения достаточно просто можно обогащать обычным шлихованием.

Интересные данные были получены при проведении химического анализа образцов руд и шлаков с различных археологических участков. Химический анализ образцов был проведен специалистами лаборатории изотопии и геохронологии Института земной коры СО РАН (г. Иркутск), с помощью масс-спектрометра Agilent 7500se. Сравнение микроэлементного состава основных, наиболее распространенных на территории, руд (бурых железняков и ожелезненных гнейсов иликтинской свиты) выявило значительные отличия. Если для бурых железняков характерно повышенное содержание Cu, Mo, Ni, Zn, а также U, то для гнейсов наблюдается повышенное

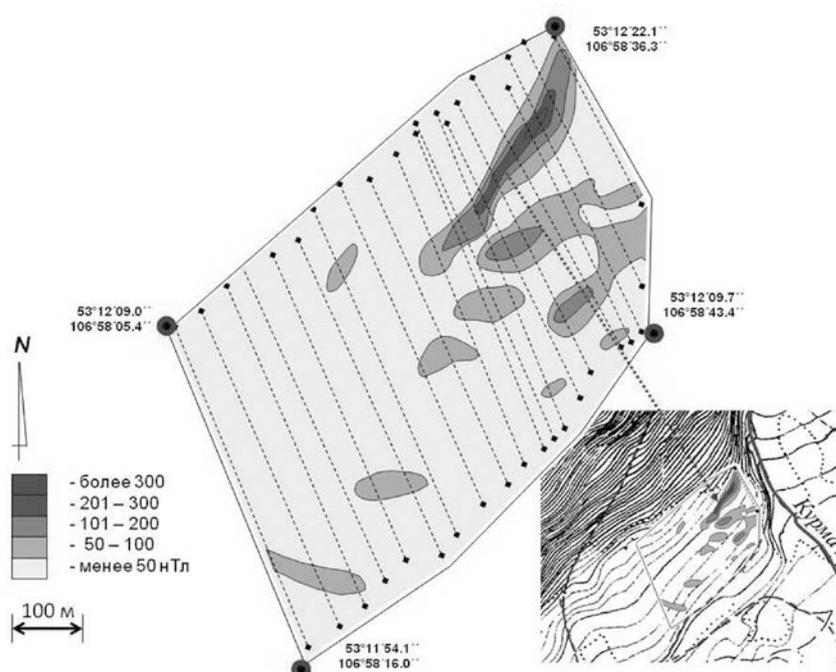


Рис. 3. Залежь магнетитового песка у подножья Приморского хребта на плане аномального магнитного поля.

содержание щелочных (Rb, Cs, K), щелочноземельных (Sr, Ba), легких (Ga, Sn, Pb, Tl), легких редкоземельных (La, Ce, Nd) и переходных (W, Ti, Nb, Ta) металлов, а также Th.

содержание щелочных (Rb, Cs, K), щелочноземельных (Sr, Ba), легких (Ga, Sn, Pb, Tl), легких редкоземельных (La, Ce, Nd) и переходных (W, Ti, Nb, Ta) металлов, а также Th.

Сравнение химического состава металлургических железосиликатных шлаков с разных участков также выявило различия. Шлаки центрального и северного побережья пролива Малое море Байкала (местность Курма и др.) оказались по микроэлементному составу подобны ожелезненным гнейсам иликтинской свиты, а шлаки южной части побережья Малого моря – близки бурым железнякам. Полученные данные свидетельствуют о том, что древние жители Приольхонья знали и использовали различные типы руд, присутствующие в данном районе.

Вопрос о том, какие руды использовались в других районах Прибайкалья (остров Ольхон, Тункинская долина, Приангарье и т.д.) остается открытым и требует специальных полевых и лабораторных исследований.

Таким образом, многолетние исследования металлургических центров Прибайкалья позволили выявить несколько типов железовосстановительных горнов, с помощью которых население этого региона получало железо в разные исторические эпохи. Получены первые данные о железных рудах, используемых древними металлургами. Изучение древней металлургии Прибайкалья необходимо продолжить.

## Литература

*Кожевников Н.О., Харинский А.В.* Магнитное поле в пади Барун-Хал и его связь с объектами древней металлургической деятельности // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2005. Вып. 3. С. 38–48.

*Снопков С.В., Зуев А.А., Репина И.А.* Следы древней металлургии железа в Тункинской долине (республика Бурятия). // Социогенез в Северной Азии. Сборник научных трудов. Иркутск, 2005. С. 215–221.

*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.

*Снопков С.В., Харинский А.В.* Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Материалы III Международной научной конференции. 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 элгинское время. // Известия Лаборатории древних технологий. Иркутск, 2004. Вып. 2. С. 167–187.

**Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.**

*Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск,  
info@dmmi.edu.ua*

## Минеральные и расплавные включения в шлаках и металле Картамышского комплекса Донбасса

В последнее время при изучении древнего металлопроизводства широко изучается вещественный состав древних металлургических шлаков и штейнов [Григорьев, 2003; Зайков и др., 2008; Ровира, 2005].

При исследовании продуктов древнего металлургического производства и результатов экспериментальных плавов важное место занимает изучение фазового состава включений для реконструкции металлургического производства и увязки материала к сырьевой базе. В пределах Картамышского археологического микрорайона Бахмутской котловины Донбасса нами микроскопически изучены продукты древнего и современного экспериментального медеплавильного производства и их химический состав. Полученная высокая сходимость результатов свидетельствует об использовании аналогичного минерального сырья, а также сопоставимости технологии металлургического передела. Фазовый состав кристаллических фаз – новообразований и реликтовых включений – изучен при помощи микронзондового анализа (растровый электронный микроанализатор РЭМ 106И, аналитик А.А. Андреев) в древних и экспериментальных продуктах медеплавильного производства. В результате определен химический состав микровключений и выполнены соответствующие снимки во вторичных (рельефные снимки) и отраженных (контрастные снимки) электронах.

Шлак экспериментальной плавки 2008 г (рис. 1, табл. 1) в нижней части представлен сплошным стеклом, где кристаллической фазы до 10 %, выше расположено пористое стекло с изометричными зёрнами кварца размером 0.1–0.4 мм (до 5–10 %).

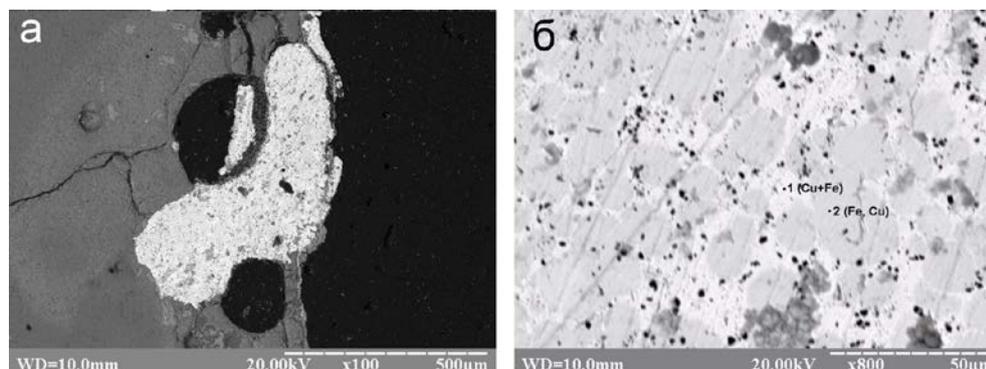


Рис. 1. Электронно-микроскопическое изображение поверхности полированного аншлифа шлака экспериментальной плавки в отражённых

Таблица 1

**Химический состав образцов кристаллических фаз аншлифа шлака экспериментальной плавки**

Образец	Fe	Cu	S	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	FeO	Sn	сумма
1	5.89	92.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.84
2	93.04	9.22	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	102.33
3	0.00	0.00	0.00	2.69	17.73	54.55	3.26	10.34	0.94	9.13	0.00	98.63
4	1.78	65.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.90	100.00

Микрозондовый анализ позволил установить в капле размером 600 мк фазу, состоящую на 9.3 % из меди и на 6 % из железа, и фазу – 93 % железа, остальное – медь. Кроме того обнаружены включения размером 2.5 мкм состоящие на 7.4 % из меди, 20 % из цинка и 3 % железа; включения свинца размером 0.5 мкм, железа – 5 мкм, а также медно-цинковой фазы размером 10 мкм. Кроме того, отмечены иглы, соответствующие сложному алюмосиликату калия, кальция и железа (образец 3), капли медно (65.3 %) -оловянно (32.9 %) -железистого (1.78 %) состава (образец 4) размером 10 мкм.

В археологическом пористом медеплавильном шлаке Картамышского рудопроявления (табл. 2) микрозондовым анализом установлены игольчатые выделения длиной 100мкм пироксен-амфиболового состава, отмечен также углерод, титаномагнетит и магнетит (5мкм).

В археологическом шлаке древнего рудника Клиновое (рис. 2, табл. 3) микрозондовый анализ позволил установить повышенное содержание натрия, не оксидную форму силиката железа (железа 77 %, кремния 22 %), капли олова, сплава олова со свинцом (60 % олова и 40 % свинца), включения олова 0.5 мк, крупные оплавленные дендриты на 83 % состоящие из железа и алюминия, октаэдрические кристаллы (до 10 мкм), состоящая из железа, алюминия и кислорода (шпинель?).

В пористом шлаке из Клинового (рис. 3, табл. 4) в отраженном свете отмечена капля сульфидов меди (3.5 мм). По трещинкам серого слабоанизотропного сульфида (белого-голубые тона, халькозин) отмечены включения розовато-серого минерала с меньшей отражательной способностью (делафоссит, бурнонит?), образующие графическую структуру.

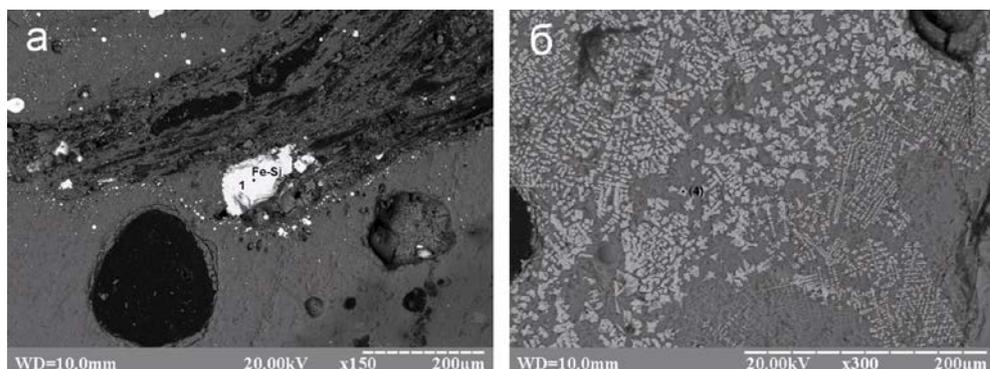


Рис. 2.. Электронно-микроскопическое изображение поверхности полированного аншлифа археологического шлака в отражённых электронах (а – увеличение 150, б – увеличение 300)

Таблица 2

**Химический состав образцов кристаллических фаз аншлифа шлака**

Образец	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	FeO	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	сумма
1	12.49	5.82	53.51	0.92	17.99	5.41	0.00	0.00	96.13
2	3.13	13.74	63.95	2.59	9.46	4.20	0.47	1.04	98.58

Таблица 3

**Химический состав образцов кристаллических фаз аншлифа шлака**

Образец	Fe	Sn	Pb	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Si	Сумма
1	73.69	0.00	0.00	0.00	0.00	21.96	95.65
2	0.63	98.19	1.17	0.00	0.00	0.00	100.00
3	0.77	59.94	37.28	0.00	0.00	0.00	97.99
4	0.00	0.00	0.00	20.78	81.64	0.00	102.42

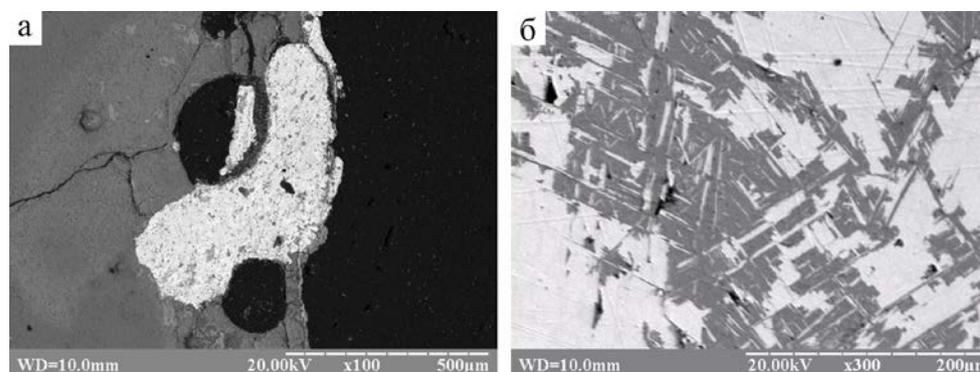


Рис. 3. Электронно-микроскопическое изображение поверхности полированного аншлифа шлака в отраженных электронах (а – увеличение 40, б – увеличение 300).

Таблица 4

**Химический состав образцов кристаллических фаз аншлафа шлака**

Образец	S	Fe	Cu	Сумма
1	26.70	4.37	67.64	98.71
2	10.15	1.08	53.99	65.22
3	6.94	0.73	53.03	60.70

Таблица 5

**Химический состав образцов кристаллических фаз аншлафа штейна**

Образец	MgO	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Сумма
1	10.69	36.52	2.45	4.06	56.78	0.00	0.00	110.50
2	0.00	42.25	18.22	1.67	29.26	9.39	0.72	101.52

Серый минерал отчетливо анизотропный, корродирован, плеохроизм от светло-желтого до голубовато-серого, твердость близка твердости общей массы, в скрепленных николях – синий. В массе стекла установлены зерна магнетита (?) размером 0.1–0.04 мм. Микрондовый анализ позволил установить в центральной части капли скрытокристаллический участок размером 1 мм, сложенный сплавом алюминия с кремнием, по периферии – фазы, близкие по составу делафосситу (CuFeO<sub>2</sub>) и борниту (Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>).

В штейне экспериментальной плавки 2008 г отмечены включения халькозина (до 2.5 мм), меди (до 0.1 мм), олова (до 500 мкм) и силиката железа (SiO<sub>2</sub> 30.72 %, FeO 71.25 %, при сумме 101.96 %), предположительно, железистую разновидность оливина – фаялит (до 1мм) и, вероятно, пироксен.

Археологический штейн Картамышского микрорайона (табл. 5) содержит кристаллические фазы оливин-пироксенового состава (до 0.5 мм), дендриты и вкрапления меди (до 0.25 мм), куприта (0.02 мм), магнетита (0.2 мм) и олова (1–2 мкм). Микрондовый анализ установил обеднение матрицы штейна железом и магнием на фоне присутствия, а также многочисленных включений.

Таким образом, включения олова (до 2 мкм) установлены в археологических и экспериментальных шлаках, что свидетельствует о сопоставимости состава руд и используемого процесса металлургического передела. Свинец и цинк – элементы, которые характерны в составе рудопроявлений меди Бахмутской котловины (до 0 п %), также отмечены как в археологических, так и в экспериментальных продуктах металлургического передела.

Фазовый состав металлургических шлаков отражает состав исходного минерального сырья (его источник), условия металлургического передела (температура, окислительно-восстановительные условия).

Отмеченные факты подтвердили сопоставимость металлургического процесса экспериментальной и древней плавки, а также найти типоморфные включения, отражающие специфику минерального состава руд Картамышского рудопроявления меди, которая должна использоваться наряду с другими факторами для увязки шлаков и штейнов к сырьевой базе.

## Литература

1. Григорьев С.А. Минералогия шлака Мосоловского поселения // Археология восточно-европейской лесостепи: Доно-Донецкий регион в эпоху бронзы. Воронеж, 2003. Вып. 17. С. 123–134.
2. Зайков В.В., Котляров В.А., Зайкова Е.В., Задников С.А. Металлогеническое значение исследований микровключений в древних металлах и шлаках (на примере Урала и Восточной Украины) // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна», Вип. 8 (136) / Донецьк, ДонНТУ, 2008. С. 87–90.
3. Ровира С. Технология выплавки меди в эпоху поздней бронзы в Каргалах (Оренбург, Россия). Экспериментальная плавка в Горном // Проблемы гірничої археології: Матеріали II-го Картамиського польового археологічного семінару. Алчевськ: ДонДТУ, 2005. С. 203–206.
4. Саврасов А.С. Исследование химического и фазового состава медной руды и медесодержащих шлаков эпохи бронзы из района Восточной Украины // Проблемы гірничої археології: матеріали II-го Міжнародного Картамиського польового археологічного семінару. Алчевськ, 2005. С. 268–71.

**О.С. Манюк**

*Южный Федеральный университет, г. Ростов-на-Дону  
manyukstroika@mail.ru*

### **Минерально-сырьевая база для медеплавильных мастерских Елизаветовского скифо-античного городища (низовья Дона)** (научный руководитель В. Г. Рылов)

Целью проведенных исследований являлся анализ металлургического сырья для мастерских Елизаветовского городища, располагающегося в скифо-античное время в Восточном Приазовье.

По данным археологических экспедиций Научно-методического центра археологии РГПУ [Копылов, Рылов, 2006; Копылов, 2009], Елизаветовское городище в Нижне-Донском культурно-историческом районе в устьевой области р. Дон, датированное первой четвертью V – последним десятилетием IV в.в. до н.э., выделяется как один из крупнейших ремесленных центров скифских поселений в Приазовье [Манюк, Рылов, 2014]. Близость данного центра к древним разработкам золота, серебра, цинка, свинца, меди и железа на территории современной Осетии, горной части Краснодарского края, Адыгеи и Карачаево-Черкессии, повлияла на появление на исследуемой территории крупных поселений. Древние медные рудники эпохи поздней бронзы на Донбассе были рассмотрены И.С. Татариновым [1989].

Основными задачами работы являются: анализ минералогического состава сплесков, найденных на археологических раскопках; сопоставление состава рудного вещества из коренных обнажений с составом археологического материала, отобранного из раскопов в приустьевой области р. Дон. Состав образцов, найденных на археологических раскопках Елизаветовского городища, сравнивался с составом медных

руд, найденных в полевых маршрутах вдоль правого берега реки Северский Донец на Донбассе.

В процессе проведения лабораторно-аналитических работ использованы методы рентгенофлуоресцентного приближенно-количественного анализа и масспектроскопического анализа с индуктивно-связанной плазмой (МС/ИСП).

Объектами исследования являлись: коллекция «сплесков» из культурного слоя «дома металлурга» Елизаветовского городища, а также образцы медистых песчаников из Бахмутской котловины, продукты их обогащения и металлургического передела.

В серии «сплесков» из культурного слоя «дома металлурга» обнаружены медные сплавы, которые можно отнести к оловянно-свинцовым бронзам. Состав сплава (96 % меди, 4 % свинца, 1.34 % олова) отвечает томпаковой бронзе, внешне похожей на червонное золото. Свинцово-медный сплав хорошо полируется и поэтому мог использоваться как для изготовления металлических зеркал, так и в качестве ювелирных поделок.

Методом масспектроскопического анализа с индуктивно связанной плазмой (МС/ИСП) в пробах бронзолитейных «сплесков» из раскопа № XXXVI «Дома металлурга» Елизаветовского городища произведено количественное определение следующих химических элементов: Be, Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Mn, Fe, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Mo, Ag, Sn, Sb, Ba, W, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U и выявлен типоморфный спектр элементов с коэффициентами концентрации от 34 (Hg) до 14057 (Ag), характерных для блеклых руд. Валовый химический состав бронзолитейного «сплеска» представлен в таблице 1.

Отходы медеплавильного и бронзолитейного производства, по данным микрондовых исследований, с высокими содержаниями серебра и свинца, зачастую насыщены хлоридами меди. Не исключено, что процесс хлорирования, при производстве сплавов цветных металлов, являлся технологическим компонентом медеплавильного процесса.

В процессе полевых работ выявлены ранее неизвестные проявления медных руд в пермских отложениях Бахмутской котловины [Манюк, Сбитнева, 2014], которые, начиная с эпохи поздней бронзы, могли быть использованы в металлургическом производстве. Блеклые руды из медистых песчаников содержат изоморфные примеси серебра, золота, сурьмы, висмута, ртути, мышьяка.

Таблица 1

**Химический состав бронзолитейного «сплеска» из раскопа XXXVI Елизаветовского скифского городища по данным МС/ИСП**

Элемент	Cu,%	Sn,%	Pb,%	As,%	Ag,	Sb,	Se,	Bi,	Au,	Hg,
					г/т	г/т	г/т	г/т	г/т	г/т
Содержание	96.53	1.34	1.02	0.37	0.984	297	33.8	21.6	8.2	2.8
Кларк	осн.	осн.	осн.	1.7	0.07	0.5	0.05	0.009	0.004	0.083
Коэффициент концентрации				2149	14057	594	676	2400	2050	34

Таблица 2

**Химический состав серебросодержащих включений в медеплавильных  
«сплесках» (нормализован на 100%)**

Элемент	O	S	Cl	Cu	As	Sn	Ag	Hg	Pb
Спектр 1	13.35	0.5	1.34	16.93	0.06	-	62.08	0.12	4.35
Спектр 2	3.74	-	0.47	5.9	-	0.38	86.73	0.3	0.28
Спектр 3	2.47	-	0.53	9.33	0.44	0.4	84.6	0.22	0.41

Реликты блеклых руд с высоким содержанием серебра наблюдаются и в растворе электронном микроскопе в металлургических отходах Елизаветовского городища (табл. 2).

Мастерские Елизаветовского городища могли экспортировать минеральное сырье в виде черновой свинцовой меди с примесью серебра, произведенное путем обогащения и первичной переработки медистых песчаников Бахмутской котловины.

### Литература

*Копылов В.П.* Нижне-Донской культурно-исторический район в системе международных отношений. В сб.: «Международные отношения в бассейне Черного моря в скифо-античное и хазарское время» / Материалы XII международной конференции. Ростов-на-Дону, 2009. С. 28–38.

*Копылов В.П., Рылов В.Г.* Историко-географические предпосылки начала освоения греками устьевой области реки Танаис // Древнее Причерноморье. Сборник статей, посвященных 85-летию со дня рождения профессора П.О. Карышковского. Одесса: Гермес, 2006. С. 42–50.

*Манюк О.С., Рылов В.Г.* Минерально-сырьевая база бронзолитейных и кузнечных мастерских Елизаветовского скифского городища в Северо-Восточном Приазовье // Миссия молодежи в науке: материалы научно-практической конференции-2014. Т. 2. Ростов-на-Дону: Южный Федеральный университет, 2014. С. 351–354.

*Манюк О.С., Сбитнева Т.И.* Некоторые результаты геологических исследований древних рудников Донецкой области. // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014. С. 128–130.

*Татаринов С.И.* Итоги и проблемы изучения памятников донецкого горно-металлургического центра эпохи поздней бронзы // Проблемы охраны и исследования памятников археологии в Донбассе: Тезисы докладов научно-практического семинара. Донецк, 1989. С.41–43.

#### **ЧАСТЬ 4. СОСТАВ МЕДИ, ЗОЛОТА И ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В ДРЕВНОСТИ**

*А.Д. Таиров<sup>1</sup>, П.В. Хворов<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет), г. Челябинск,  
sarmat-2007@mail.ru*

*<sup>2</sup>Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс*

#### **Рентгенофлуоресцентный анализ металлических предметов из кургана 21 могильника Магнитный (Южное Зауралье)**

Летом 2010 года археологической экспедицией Южно-Уральского государственного университета и Южно-Уральского филиала Института истории и археологии УрО РАН на могильнике Магнитный, находящемся в Агаповском районе Челябинской области, был исследован курган 21. Под его земляной насыпью диаметром 27 м и высотой 1.5 м обнаружено непо потревоженное женское погребение в гробовине с богатым сопроводительным инвентарем, который позволяет определить время совершения захоронения II–III вв. н.э. [Боталов и др., 2011; Боталов, Иванов, 2011; 2012].

Анализ золотых изделий из этого кургана приведен в работах В.В. Зайкова с соавторами [Зайков и др., 2011; 2012а, с. 143–145, 174, 179; 2012б, с. 363–364]. Мы же рассмотрим состав изделий из серебра и сплавов на основе меди.

Изучение древних предметов осуществлялось в лаборатории минералогии рудогенеза Института минералогии УрО РАН методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) на рентгенофлуоресцентном спектрометре INNOV-X  $\alpha$ -4000 (аналитик П.В. Хворов). Следует напомнить, что основным недостатком этого метода является небольшая глубина проникновения (десятые доли миллиметра), в результате чего анализу подвергается только тонкий приповерхностный слой предмета. На искажение результата исследований значительное влияние оказывает наличие на поверхности изделий тончайших пленок, образованных при окислении присадочных металлов, входящих в состав сплава, и продуктов коррозии [Юминов и др., 2009, с. 102–103]. Поэтому для анализа нами выбирались участки поверхности предметов без продуктов коррозии, площадью не менее 1 см<sup>2</sup>. Результаты анализа представлены в таблице.

Весь найденный в погребении кургана 21 инвентарь по месту его расположения можно разделить на четыре группы (рис. 1, 1). Первая группа вещей располагается между южной стенкой погребальной камеры и гробовиной. Вторая группа – на костях погребенной внутри гробовины. Третья группа – в северной части погребальной камеры, на уровне левого плеча погребенной, но за пределами гробовины. Четвертая группа – у северной стенки погребальной камеры, к северо-востоку от гробовины [Боталов, Иванов, 2012, с. 270].

Таблица 1

## Результаты рентгенофлуоресцентного анализа предметов из кургана 21 могильника Магнитный

№ анализа	Предмет	Ag	As	Fe	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn	Sb	Co	Mn	Позиция
3	Кувшин	-	0.34	0.18	69.92	-	21.28	8.27	-				
4	то же	-	-	0.17	72.16	-	18.27	9.39	-				боковая поверхность тулова
5	то же	-	0.64	0.38	52.61	-	37.77	8.4	0.19				накладка нижней части ручки
6	то же	-	0.83	0.35	61.87	-	29.13	7.83	-				то же с пайкой
7	то же	2.26	-	0.41	49.45	-	39.44	8.44	-				дно
8	то же	-	-	0.25	58.61	-	34.1	7.05	-				горловина изнутри
9	то же	-	-	0.29	66.95	-	26.18	6.57	-				ручка, горловина и пайка
10	то же	-	-	0.33	67.71	-	24.58	7.38	-				ручка верхняя часть
11	Ковш	-	-	0.23	87.34	-	0.1	12.33	-				наружная боковая поверхность вверху
12	то же	-	0.62	0.19	78.81	-	8.77	11.6	-				наружная боковая поверхность в середине у латки
13	то же	-	0.05	0.62	99.26	-	0.07	-	-				наружная боковая поверхность латка
14	то же	-	-	0.23	83.11	-	0.13	16.53	-				наружная боковая поверхность под венчиком
15	то же	-	-	0.63	86.57	-	0.26	12.54	-				дно
16	то же	-	-	0.11	75.22	-	18.01	6.25	0.41				накладка 1 на дне (с отверстием)
17	то же	-	-	0.47	66.52	-	18.27	14.47	0.27				накладка 2 на дне (без отверстия)
18	то же	-	-	0.25	84.41	-	0.19	15.15	-				дно внутри
19	то же	-	-	0.16	79.76	-	-	20.08	-				боковая стенка внутри
20	то же	-	0.05	0.2	87.38	-	0.1	12.28	-				рукоять середина с обратной стороны

Окончание таблицы

№ анализа	Предмет	Ag	As	Fe	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn	Sb	Co	Mn	Позиция
21	Ситечко	-	-	0.35	88.64	-	0.26	10.74	-				боковина
22	то же	-	-	0.98	86.39	-	0.25	12.38	-				дно середина
23	то же	-	-	4.72	84.28	-	0.19	10.81	-				ручка сверху
24	Котелок	-	-	0.46	95.9	-	3.37	0.28	-				боковина
25	то же	-	-	0.37	97.15	-	2.06	0.42	-				боковина
26	то же	-	-	0.09	97.49	-	1.96	0.47	-				заклепка под венчиком
27	то же	-	-	0.17	98.57	-	1.26	-	-				заливка на боку 1-й фрагмент
28	то же	-	-	0.2	99.23	-	0.58	-	-				заливка на боку 2-й фрагмент
29	то же	-	-	0.09	98.64	0.14	0.96	0.16	-				заклепка у дна
30	то же	-	-	0.72	94.47	-	4.2	0.61	-				заливка под ручкой
6_1_1	Флакон	83.93			15.79		0.28						крышка, боковая сторона
6_1_2	то же	89.71			9.94		0.36						крышка, боковая сторона
6_1_3	то же	24.98		0.23	37.9		1.93	34.96					крышка, верхний торец
6_1_3a	то же	73.8			19.34		0.63	6.23					крышка, шов боковой стороны
6_1_4	то же	86.93			12.78		0.29						центр дна флакона
6_1_4a	то же	80.29		0.14	19.3		0.27						нижняя часть флакона, бок
6_2b	Фибула			1.19	68.52		18.87	4.01	7.41				оборотная сторона
6_2a	то же			3.74	30.24		54.38	4.84	2.85	3.58	0.18	0.14	лицевая сторона (эмаль)
6_3a_1	Зеркало			0.16	68.47	0.19	5.66	25.11	0.4				лицевая сторона
6_3a_2	то же			0.2	68.57	0.15	5.54	25.09	0.45				лицевая сторона
6_3b_1	то же			0.11	67.3	0.26	3.88	28.1	0.35				оборотная сторона
6_3b_2	то же			0.1	67.19	0.22	3.95	28.27	0.27				оборотная сторона

Примечание. Анализы выполнены на рентгенофлуоресцентном спектрометре INNOV-X α-4000 (аналитик П.В. Хворов).

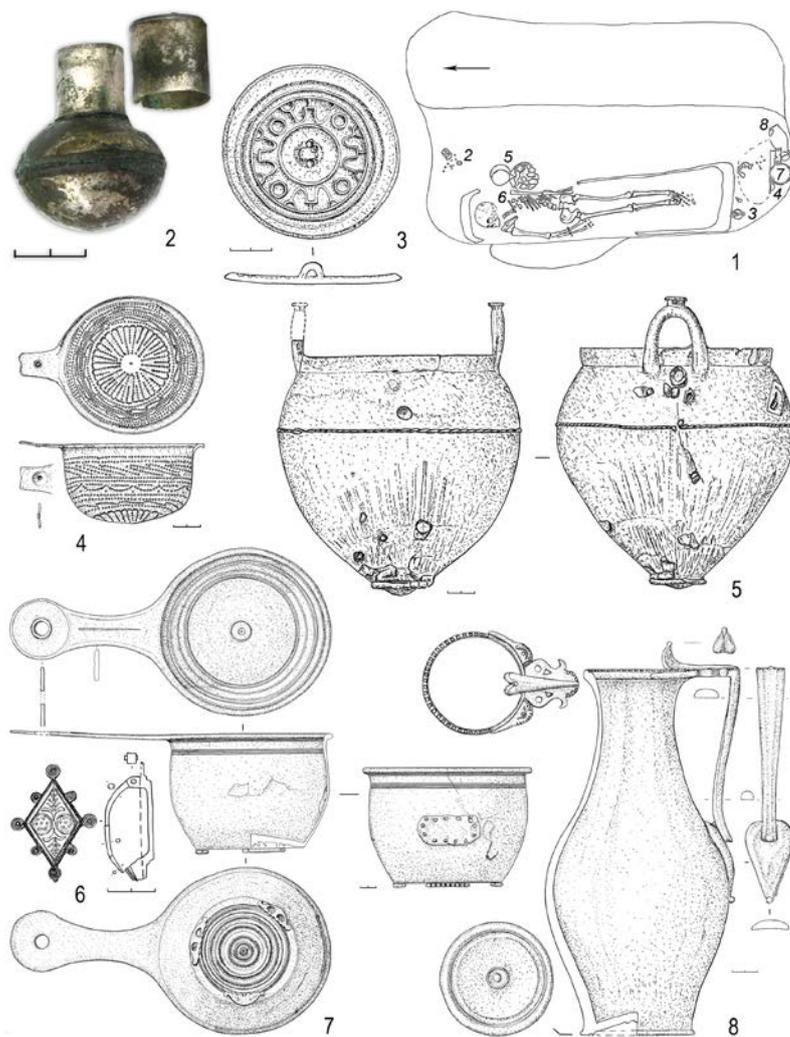


Рис. 1. Могильник Магнитный, курган 21. 1 – общий план погребения; 2 – флакон; 3 – зеркало; 4 – ситечко; 5 – котел; 6 – фибула; 7 – ковш; 8 – кувшин [Боталов, Иванов, 2012].

У южной стенки погребальной камеры находились кувшин, ковш, ситечко, а также керамическая миска, железный черпак и расшитый бисером и золотыми бляшками предмет, возможно, «сумочка».

Бронзовый кувшин с фигурно украшенной ручкой (рис. 1, 8) находился у южной стенки погребальной камеры. Высота его 29 см, диаметр горлышка 7.5 см, диа-

метр дна 9 см. Дно массивное, вогнутое, «орнаментировано» несколькими концентрическими кругами. Стенки кувшина имеют разную толщину, максимальную 1 см у дна, и постепенно сужаются к горлышку до 0.3 см. Тулово сосуда не орнаментировано, венчик украшен серией мелких кружков диаметром 0.2–0.3 см. Ручка на уровне венчика переходит в горизонтальный, оригинально сделанный щиток [Боталов, Иванов, 2012, с. 272, рис. 4, 9]. Изделие состоит из пяти отдельных частей, соединенных затем в одно целое, – тулово, венчик, рукоять, накладка под нижней частью рукояти, дно. Все они изготовлены из медно-свинцово-оловянного сплава различной рецептуры. Соотношение основных компонентов в тулове (Cu:Pb:Sn) – 8:2.2:1, в рукояти – 9.6:3.6:1, в накладке – 7:4,1:1. Дно же изготовлено из медно-свинцово-оловянного сплава (5,8:4,7:1) с добавлением серебра (2.26 %). В металле тулова кувшина и накладки отмечены следы мышьяка (0.34–0.83 %). Интересно также, что внутренняя часть сосуда имеет повышенное, по сравнению с наружной поверхностью, содержание свинца – соотношение Cu:Pb:Sn = 8.3:4.8:1.

Под кувшином находился ковш с длинной ручкой (20 см) с округлым окончанием (рис. 1, 7). Дно ковша плоское, снаружи рифленое массивными валиками. К дну припаяны три плоские ножки-подставки. Тонкие стенки ковша (до 0.3 см) были разрушены в нескольких местах. В древности предмет ремонтировался, о чем свидетельствует бронзовая грубая заплатка размером 5×2 см, закрепленная клепками [Боталов, Иванов, 2012, с. 272, рис. 4, 1]. Внутри ковша находилась, вероятно, деревянная шкатулка, инкрустированная костяными треугольниками. Закрывалась она с помощью замка с пластинчатой пружиной.

Тулово и ручка ковша изготовлены из оловянистой бронзы, в которой отмечается присутствие свинца (0.1–0.3 %). Возможно, дополнительно поверхность всего изделия лудилась. В результате же длительного использования количество олова на большей части наружной боковой поверхности тулова, рукояти и дне уменьшилось (до 12–12.5 %). Этим можно объяснить повышенное содержание олова снаружи под венчиком (16.5 %) и внутри ковша (15–20 %). Проанализированные ножки-подставки сделаны из медно-свинцово-оловянного сплава (соотношение Cu:Pb:Sn – 12:2.9:1 и 4.6:1.3:1 при одинаковом содержании свинца – 18 %), в котором в незначительном количестве (0.27 и 0.41 %) присутствует цинк. Для заплатки использовалась пластина практически чистой меди (Cu 99.26 %). Вероятно, первоначально пробой в стенке ковша пытались ликвидировать латкой на свинцово-оловянном припое или заливкой его свинцом, о чем, на наш взгляд, свидетельствует анализ № 12 с содержанием Pb 8.77 %.

Под ковшом находилось ситечко диаметром 10 см, с толщиной стенок менее 0.1 см (рис. 1, 4). Оно имеет короткую горизонтальную ручку с маленькой железной заклепкой. Дырочки в ситечке пробиты не хаотично, а представляют собой определенный орнамент [Боталов, Иванов, 2012, с. 272–273, рис. 4, 3]. Изготовлено оно из оловянистой бронзы (Cu 86.4 %, Sn 11.3 %), в которой отмечается весьма незначительное количество свинца (0.19–0.26 %). На рукояти ситечка, кроме того, зафиксировано повышенное содержание железа – 4.72 %, что объясняется наличием железных окислов и заклепки.

Круглое зеркало диаметром 9 см (рис. 1, 3) найдено в углу между гробовиной и западной стенкой погребальной камеры. Поверх него лежали железные пружинные ножницы. На обратной стороне – шишечка-крепление и орнамент из пяти концен-

трических кругов. Во внутренний круг вписаны дополнительные декоративные элементы (четыре маленьких кружочка и сложные «М»-образные знаки) [Боталов, Иванов, 2012, с. 170–172, рис. 1, 6]. Изготовлено оно из медно-оловянно-свинцового сплава с соотношением основных компонентов:  $Cu:Sn:Pb = 3.5:1.3:1$ . Установлено незначительное количество цинка (0.37 %) и никеля (0.2 %). Причем на лицевой стороне зеркала отмечено повышенное, по сравнению со средним значением, содержание свинца (5.6 %) и пониженное – олова (25.1 %). На оборотной стороне соотношение обратное:  $Pb 3.9 \%$ ,  $Sn 28.1 \%$ . Также фиксируются отличия, хотя и незначительные, в количестве никеля и цинка.

Фибула обнаружена в районе левой ключицы погребенной. На щитке фибулы нанесен «растительный» орнамент (рис. 1, 6). Иголка крепления была железной и отломилась в процессе археологизации [Боталов, Иванов, 2012, с. 273, рис. 4, 3]. Фибула сделана из латуни с повышенным содержанием свинца. Соотношение  $Cu:Pb:Zn:Sn = 17:4.7:1.8:1$ . Утраченная железная игла обусловила повышенное, по сравнению с другими предметами из этого погребения, значение железа (1.2 %) в анализе.

Напротив левого плеча погребенной (за пределами гробовины) были расчищены гончарная тонкостенная фляга и бронзовый котел. Котел небольшой, высотой 18 см, у него широкое горло (диаметр 14 см), тулово расширяется в верхней трети до 18 см в диаметре и затем постепенно сужается ко дну (рис. 1, 5). Толщина стенок котла 0.2–0.3 см. Использовался он в течении длительного времени. Об этом говорит отсутствие одной ручки (утраченной в древности), черный нагар, покрывающий все изделие, и многочисленные следы «заплаток» [Боталов, Иванов, 2012, с. 273, рис. 1, 8].

Котел отлит из меди с добавлением свинца и весьма незначительного количества олова ( $Cu 96.5 \%$ ,  $Pb 2.7 \%$ ,  $Sn 0.35 \%$ ). Для его ремонта (заклепки и заливки) также использовалась медь, как практически чистая, так и с добавками свинца (до 4.2 %) и весьма незначительным количеством олова (до 0.6 %).

Биконическое тулово флакона для благовоний было найдено в северо-восточной части погребальной камеры вместе со стеклянным стаканом, железным «т-образным» предметом и несколькими золотыми полусферическими бляшками. Его узкое высокое горло и крышка находилась на груди погребенной [Боталов, Иванов, 2012, с. 274–275, рис. 1, 5]. Тулово состоит из двух спаянных половин, место спайки прикрывает рельефный поясok из согнутой пластины с выпуклой поверхностью (рис. 1, 2). Горло, сделанное из согнутой в кольцо пластины, припаявалось к тулову. Крышка, также сделанная из согнутой в кольцо пластины, сверху закрыта напаянным пластинчатым кружком. Вероятно, к этому кружку было припаяно какое-то украшение, как на крышках флаконов из Северного Причерноморья [Сокровища сарматов..., 2008, с. 140–144, № 55, 56, 60, 62]. От него сохранился крестообразный след с припоем, занимающий практически всю поверхность кружка.

Цилиндр крышки флакона изготовлен из серебряной пластины ( $Ag 86.8 \%$ ,  $Cu 12.8 \%$ ,  $Pb 0.32 \%$ ). Пайка осуществлялась с помощью оловянно-свинцового припоя, о чем говорит анализ 6\_1\_3а. Такой же припой использовался для крепления к пластинчатому кружку на крышке утраченной впоследствии детали (анализ 6\_1\_3). Тулово флакона сделано из серебра с повышенным, по сравнению с крышкой, содержанием меди ( $Ag 83.6 \%$ ,  $Cu 16 \%$ ,  $Pb 0.28 \%$ ).

Проанализированные вещи из кургана 21 можно разбить на две группы: предметы римского импорта (кувшин, ковш, ситечко, фибула, флакон) и предметы «местные», т.е. характерные для урало-казахстанских степей (котел, зеркало). Отличия между ними хорошо заметны, особенно на посуде. Кувшин сделан из медно-свинцово-оловянного сплава, ковш и ситечко – из медно-оловянного (оловянистая бронза). Для изготовления котла использована медь с добавлением свинца. Для его ремонта, так же как и для ремонта ковша, применялась либо чистая медь, либо медно-свинцовый сплав с содержанием свинца до 4 %. Для изготовления фибулы использована латунь, зеркало же отлито из медно-олово-свинцового сплава.

*Исследование выполнено в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к и гранта РФФИ 15-05-000311.*

### Литература

*Боталов С.Г., Иванов А.А.* Новый комплекс гунно-сарматской аристократии в Южном Зауралье // Наука в ЮУрГУ: материалы 63-й научной конференции. Секции социально-гуманитарных наук: в 3 т. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. Т. 1. С. 14–17.

*Боталов С.Г., Иванов А.А.* Новый комплекс кочевой аристократии гунно-сарматского времени в Южном Зауралье // Проблемы филологии, истории, культуры, 2012. № 4. С. 269–288.

*Боталов С.Г., Иванов А.А., Таиров А.Д.* Новый комплекс гунно-сарматской аристократии в Южном Зауралье // Челябинский гуманитарий. 2011. № 1 (14). С. 144–146.

*Зайков В.В., Таиров А.Д., Зайкова Е.В., Котляров В.А., Боталов С.Г.* Золотые изделия с включениями осмия из могильника Магнитный (Челябинская область) и проблема осмиевого следа в артефактах // Маргулановские чтения–2011. Материалы международной археологической конференции. Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2011. С. 414–417.

*Зайков В.В., Таиров А.Д., Зайкова Е.В., Котляров В.А., Яблонский Л.Т.* Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Южного Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012а. 232 с.

*Зайков В.В., Юминов А.М., Зайкова Е.В., Таиров А.Д., Котляров В.А.* Состав и природа включений осмия в золотых изделиях из археологических памятников Урала // Культуры степной Евразии и их взаимодействие с древними цивилизациями. СПб.: ИИМК РАН, «Периферия», 2012б. Кн. 1. С. 360–365.

Сокровища сарматов. Каталог выставки. Государственный Эрмитаж, Азовский историко-археологический и палеонтологический музей-заповедник. СПб.; Азов: Изд-во Азовского историко-археологического и палеонтологического музея-заповедника, 2008. 176 с.

*Юминов А.М., Зайков В.В., Таиров А.Д., Гуляев В.Д., Хворов П.В.* Рентгенофлуоресцентный и микрозондовый анализ древних золотых изделий // Роль естественно-научных методов в археологических исследованиях. Барнаул: изд-во Алт. ун-та, 2009. С. 102–106.

*И.А. Блинов<sup>1</sup>, М.Н. Анкушев<sup>1</sup>, Н.Б. Виноградов<sup>2</sup>, А.М. Юминов<sup>1</sup>*

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

*<sup>2</sup> – Челябинский государственный педагогический университет  
ivan\_a\_blinov@mail.ru*

### **Геохимические особенности металлургических шлаков и руд поселения Устье (Южный Урал)**

Древнее поселение Устье находится в 30 км севернее г. Карталы, на севере степной части Южного Урала, в 5.8 км юго-западнее пос. Солнце Варненского района. Микрорайон древнего поселения был открыт и впервые обследован разведочным отрядом археологической экспедиции ЧГПИ в 1983 г. Автором раскопок в 1984–1991 гг. был д.и.н. Н.Б. Виноградов. В последующее время на поселении работал большой коллектив исследователей широкого профиля из разных стран.

Укрепленное поселение Устье функционировало без значительного перерыва в конце среднего и начале позднего бронзового века. В его истории выявлено наличие двух периодов: синташтинского и петровского. Значительная часть артефактов, найденных на поселении, связана с металлургией и металлообработкой медных сплавов (найлены остатки металлургических печей, медные руды, шлаки, капли и слитки металла, заготовки-отливки, металлические изделия). Анализ металлических изделий проводился А.Д. Дегтяревой и С.В. Кузьминых. Ведущей металлургической группой в изделиях металла поселения Устье является «чистая» медь (53.4 % находок), вторая по численности группа мышьяковой меди и бронзы (25.4 % находок), далее идет группа оловянных бронз (13.6 % находок), последняя группа представлена комплексной оловянно-мышьяковой бронзой (7.6 % находок) [Древнее Устье..., 2013].

В ходе работы нами были изучены образцы руд и шлаков. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) проводился в Институте минералогии УрО РАН на портативном приборе Innov-X α-4000, режимы Soil и Process Analytical, аналитики И.А. Блинов. Особенностью метода является то, что анализируется небольшой участок площадью 1см<sup>2</sup>. С каждого образца сделано по одному анализу. Чувствительность прибора для наиболее распространенных примесей (Zn, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Ni) составляет около 10 г/т.

Образцы руд, обнаруженные на поселении, представляют собой небольшие кусочки азурит-малахитовых и малахитовых окисленных руд, образующих мелкозернистые агрегаты и короткопризматические кристаллы. Также руды представлены бурыми железняками с корками малахита, вкраплениями тенорита и куприта. Среди примесных элементов в рудах обнаружены Pb, Zn и Bi.

Образцы шлака визуально различаются по ряду признаков. По визуальному осмотру предшественниками было выделено две группы: лепешкообразные шлаки с утолщенными валиковыми краями по периферии, бугристой верхней и ровной пористой нижней поверхностями; ко второму типу относятся комочки бесформенного плотного шлака темного цвета с оплавленными внешними поверхностями [Древнее Устье..., 2013]. Нами при осмотре было выделено три типа шлака, главным образом, по развитию пористости.

Тип 1: плотные, непористые или слабопористые шлаки, лепешковидной формы с гладкой поверхностью образца (48 образцов);

Тип 2: слабо- или среднепористые шлаки, с неровными, комковатыми поверхностями (121 образец);

Тип 3: сильнопористые, пемзовидные шлаки (36 образцов).

Всего нами изучены 206 образцов шлака (табл. 1).

Общая выборка. Среди металлов выявлены Cu, Ni, Zn, As, Sn, Sb, Pb и Bi, зачастую шлаки содержат по несколько металлов-примесей сразу. В целом, по всей коллекции Cu фиксируется в большинстве образцов (187 анализов, 91 % случаев, табл. 2), остальные металлы распространены реже Pb (104 анализа, 50 % случаев), As (122 анализа, 49 % случаев), Zn (83 анализа, 40 % случаев), Bi (79 анализов, 38 % случаев), Sn (14 анализов, 7 % случаев), Ni (9 анализов, 4 % случаев), Sb (2 анализа, 1 % случаев) (табл. 1). Среди компонентов отмечается положительная корреляция Pb-Bi (0.87), Cu-Bi (0.76), Cu-Sn (0.63), отрицательная As-Sn (-0.64).

Эти данные показывают, что наиболее распространенными компонентами, кроме Cu, являются Pb, As, Zn, Bi. Остальные компоненты распространены реже. Наличие положительной корреляционной связи нескольких компонентов свидетельствует о том, что данные легирующие компоненты добавлены не случайно, а шли или как результат преднамеренного смешения или же как результат переплавки комплексных руд.

Морфологические различия между различными типами шлаков могут быть связаны как с разными фазами и способами технологической переработки руд. Статистическая обработка результатов анализа с выборками, разбитыми по морфологическим группам шлака, показывает следующие результаты.

Тип 1. Наиболее распространенными металлами являются Cu (46 анализов, 96 % случаев, табл. 2), Pb (31 анализ, 65 % случаев), As (29 анализов, 60 % случаев), Bi (28 анализов, 58 % случаев), Zn (9 анализов, 19 % случаев), Sn (3 анализов, 6 % случаев), Ni (2 анализа, 4 % случаев), Sb (1 анализ, 2 % случаев). Положительная корреляция наблюдается Pb-Bi (0.87) Cu-As (0.55). В этой группе относительно всей выборки повышено количество шлаков с As, Pb, Bi, понижено количество шлаков с Zn.

Тип 2. Наиболее распространенными металлами являются Cu (116 анализов, 96 % случаев, табл. 2), As (87 анализов, 72 % случаев), Pb (69 анализов, 57 % случаев), Bi (50 анализов, 41 % случаев), Zn (40 анализов, 33 % случаев), Sn (10 анализов, 8 % случаев), Ni (3 анализа, 2 % случаев), Sb (1 анализ, 1 % случаев). Положительная корреляционная связь отмечается у Pb-Bi (0.89), Cu-Bi (0.76). Отрицательная корреляционная связь Sn-Bi (-0.89), As-Sn (-0.64). В этой группе относительно всей выборки резко повышено количество шлаков только с As.

Тип 3. Наиболее распространенными металлами являются Zn (34 анализа, 94 % случаев, табл. 2), Cu (24 анализа, 67 % случаев), As (6 анализов, 17 % случаев), Ni (4 анализа, 11 % случаев), Pb (3 анализа, 8 % случаев). Положительная корреляция отмечается только в случае Cu-Zn (0.66). Третий тип шлака разительно отличается от общей выборки и от других типов. Здесь примечательно высокое содержание Zn, пониженное – Cu, As, Pb, общие содержания Bi ниже предела чувствительности прибора.

Таблица 1

## Состав исследованных образцов шлака из поселения Устье

№ п.п.	№ анализа	тип шлака	Ni	Cu	Zn	As	Sn	Sb	Pb	Bi	Инв. №
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	1	-	2309	-	548	-	-	60	24	9364
2	3	1	-	10556	-	-	-	-	233	49	10171
3	4	1	-	7991	111	923	-	-	72	24	10085
4	5	2	-	1414	-	148	-	-	-	-	10071
5	6	1	785	134	168	-	-	-	885	-	10284
6	7	2	-	-	-	-	-	-	407	120	10129
7	8	2	-	3223	-	-	-	-	-	-	10234
8	9	2	-	5378	-	891	-	-	197	62	9426
9	10	1	-	2888	-	-	-	-	193	53	10178
10	11	2	-	11818	74329	-	1082	-	95	41	9393
11	12	1	-	1867	-	554	-	-	71	35	10001
12	13	1	-	3817	-	1269	-	-	-	-	10377
13	14	1	-	639	-	-	-	-	465	144	10029
14	15	1	-	4633	-	363	-	-	-	25	10065
15	16	2	-	8515	-	389	-	-	113	39	9425
16	17	2	-	43472	-	1078	-	-	117	40	10696
17	18	2	-	960	-	89	-	-	103	-	10853
18	19	2	-	1989	-	1074	-	-	-	-	10258
19	20	2	-	13114	-	250	-	-	-	-	10387
20	21	2	-	8501	-	661	-	-	111	39	9946
21	22	2	-	8774	-	261	-	-	113	26	10388
22	23	3	100	54	143	-	-	-	-	-	10832
23	24	1	-	3375	-	505	-	-	137	42	9413
24	25	1	-	1503	-	-	-	-	97	38	10177
25	26	1	-	5350	-	-	-	-	93	26	10176
26	27	1	-	3718	-	315	-	-	-	-	10269
27	28	1	-	-	189	-	-	-	-	-	10225
28	29	1	-	9483	-	318	-	-	283	66	9407
29	30	1	-	1696	-	894	-	-	58	21	9414
30	31	2	-	1143	-	304	-	-	-	-	10376
31	32	2	-	24047	-	1658	-	-	128	35	10290
32	33	2	-	6577	88	2147	183	-	-	-	10290
33	34	2	-	4750	360	-	-	-	258	64	10649
34	35	2	-	6688	99	838	-	-	-	25	10172

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
35	36	2	820	34324	432	4574	-	-	64	18	9408
36	37	3	327	115	125	28	-	-	-	-	10165
37	38	3	-	14100	-	1757	-	-	-	-	10285
38	39	3	-	2792	-	62	-	-	-	-	10252
39	40	1	-	18003	237	-	-	-	173	-	10681
40	41	2	-	2780	-	245	-	-	-	-	10653
41	42	2	-	4145	-	3490	-	-	-	-	10652
42	43	2	-	17829	170	-	-	-	92	-	10648
43	44	1	-	32849	-	1828	-	-	-	25	10862
44	45	1	-	1439	-	187	-	-	-	26	10778
45	46	1	-	3213	-	555	-	-	56	-	10869
46	47	1	-	8658	1278	749	-	-	209	-	10866
47	48	2	-	2002	150	678	-	-	159	-	10772
48	49	2	-	2532	70	1371	-	-	108	-	10772
49	50	2	-	6905	-	2019	-	-	-	-	10651
50	51	2	-	1693	-	375	-	-	-	24	10658
51	52	1	-	7718	1176	508	-	-	133	-	10867
52	53	2	-	15007	932	533	-	-	164	-	10831
53	54	2	-	113136	-	5141	-	-	-	-	10657
54	55	2	-	86567	-	5849	-	-	-	-	10656
55	56	2	-	7681	-	857	-	-	67	-	10719
56	57	2	-	1390	219	73	-	-	-	-	10969
57	58	3	-	2094	162	512	-	-	-	-	10793
58	59	3	-	84	131	-	-	-	-	-	9296
59	60	1	-	1138	-	-	-	-	330	83	1300
60	61	2	-	4157	107	984	-	-	-	22	5110
61	62	2	-	16765	-	394	-	-	90	24	1292
62	63	2	-	2290	-	589	-	-	51	-	6008
63	64	3	-	57	178	-	-	-	-	-	7735
64	65	3	-	134457	1019	-	-	-	1900	-	1309- 1310
65	66	1	-	3209	-	-	382	-	321	46	6819
66	67	1	-	1615	-	-	-	-	112	-	6819-2
67	68	1	-	4456	-	-	300	-	239	43	6819-3
68	69	2	-	591357	3270	155	-	-	-	-	1931
69	70	2	-	25214	2712	-	8134	-	105	25	1892
70	71	3	192	891	93	23	-	-	-	-	1587

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
71	72	2	-	60	181	-	-	-	-	-	8808
72	73	2	-	1208062	-	-	-	-	2294	-	7810
73	74	2	-	239533	1325	-	-	-	3823	-	1311
74	75	3	-	196	150	-	-	-	-	-	7001
75	76	3	-	20350	1153	-	-	-	4758	-	1304
76	78	2	-	6769	-	2007	-	-	-	-	10675
77	79	2	-	13133	-	1166	-	-	-	-	10149
78	80	2	-	2227	-	1892	-	-	107	33	10631
79	81	2	-	2423	-	168	-	-	157	51	10674
80	82	2	-	2242	-	339	-	-	71	-	10664
81	83	2	-	68274	-	2501	-	-	-	-	10025
82	84	2	-	2560	-	732	-	-	-	-	10625
83	85	2	-	8279	1102	517	-	-	84	22	10661
84	86	2	-	4354	-	380	-	-	-	22	10236
85	87	2	-	-	122	-	-	-	245	74	11270
86	88	2	-	854	-	-	-	-	76	23	10613
87	89	1	-	5052	-	475	-	-	186	20	3290
88	90	2	-	1318	4686	275	-	-	89	-	1390
89	91	2	-	918540	-	-	-	-	1330	1069	5132
90	92	2	-	3454	80	570	-	-	-	-	7749
91	93	1	-	17873	-	2194	-	-	-	-	5126
92	94	2	-	33747	965	147	-	-	624	48	5130
93	95	2	-	2314	-	60	236	-	-	-	5127
94	96	2	-	17431	-	6056	-	-	366	-	1677
95	97	2	-	10143	733	82	1094	-	-	-	5129
96	98	2	-	461066	2553	77	-	-	-	-	5131
97	99	2	-	3326	-	1670	-	-	92	-	5128
98	100	3	-	56	33	-	-	-	-	-	3358
99	101	2	-	-	261	-	-	-	40	-	246
100	102	2	-	8583	-	1736	-	-	53	-	4485
101	103	2	-	16286	-	392	-	-	-	-	1638
102	104	2	-	4173	-	274	-	-	61	13	1546
103	105	2	-	64	-	191	-	-	-	-	1773
104	106	2	-	481750	-	70	-	-	-	-	5344
105	107	2	-	10768	110	879	-	-	65	-	8962
106	108	2	-	-	-	252	-	-	-	-	1769
107	109	2	-	583082	-	86	-	-	141	-	5317

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
108	110	1	-	5235	-	473	-	-	-	-	10691
109	111	1	-	2523	-	1985	-	-	86	33	47
110	112	1	743	3417	-	487	-	-	-	-	9882
111	113	2	-	10656	-	5969	-	-	-	-	10689
112	114	2	-	5511	154	3010	-	-	159	-	1364
113	115	2	-	2626	545	686	-	-	335	26	9171
114	116	3	-	78	451	-	-	-	-	-	8182
115	117	3	-	59	37	-	-	-	-	-	7786
116	118	3	-	-	86	-	-	-	-	-	8313
117	119	2	-	746055	2324	-	-	-	-	48	7745
118	120	2	-	9901	-	72	-	-	-	50	9088
119	121	2	1073	269630	3214	-	-	-	8509	-	6242
120	122	2	-	2155	-	-	-	251	-	-	10864
121	123	2	-	1663	-	196	-	-	54	-	10865
122	124	2	-	3177	60	674	-	-	-	-	10697
123	125	2	-	831	-	-	-	-	246	93	10723
124	126	3	-	-	61	-	-	-	-	-	10720
125	127	2	-	4124	-	735	-	-	167	67	10716
126	128	2	-	5027	-	1488	-	-	47	-	10714
127	129	2	-	3492	-	934	-	-	84	33	10715
128	130	2	1200	32092	-	1958	-	-	-	-	10892
129	131	3	-	-	106	-	-	-	-	-	10870
130	132	2	-	91072	-	-	219	-	300	-	11237
131	133	3	-	53	151	-	-	-	-	-	11243
132	134	3	-	201	121	-	-	-	-	-	11236
133	135	2	-	14057	179	2090	271	-	-	-	10773
134	136	1	-	14112	-	3353	-	-	139	-	10279
135	137	1	-	1292	-	238	-	-	53	-	10193
136	138	2	-	1693	181	700	-	-	-	-	10188
137	139	1	-	-	-	-	-	-	-	-	9945
138	140	2	-	4531	-	183	-	-	-	-	10650
139	141	2	-	6076	-	-	230	-	193	64	10617
140	142	2	-	219585	-	-	-	-	1753	-	10769
141	143	3	-	-	200	-	-	-	-	-	10718
142	144	1	-	709	-	-	-	-	315	87	10131
143	145	1	-	4307	-	442	-	-	-	-	10511
144	146	2	-	9404	-	2073	-	-	66	-	9986

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
145	147	2	-	-	107	-	-	-	354	89	10610
146	148	1	-	3034	-	-	-	-	112	-	5318
147	149	1	-	2115	-	677	-	-	60	29	5312
148	150	2	-	4295	-	534	-	-	66	-	1389
149	151	3	-	58	105	-	-	-	-	-	7449
150	152	1	-	1660	535	353	-	-	-	21	5310
151	153	1	-	5763	-	77	-	-	83	30	2560
152	154	2	-	9271	-	1187	-	-	-	24	5311
153	155	2	-	12980	-	-	2386	-	-	-	3261
154	156	2	-	2057	-	137	-	-	-	22	7511
155	157	2	-	1755	-	277	-	-	-	-	5980
156	158	2	-	4694	234	-	-	-	172	54	2589
157	159	3	-	2330	-	-	1280	-	80	31	6141
158	160	2	-	3660	-	151	1376	-	87	-	5374
159	161	2	-	530890	-	-	-	-	-	-	5375
160	162	2	-	2139	-	699	-	-	-	-	6228
161	163	2	-	25402	-	-	-	-	105	48	6146
162	164	2	-	12875	-	-	-	-	98	60	6119
163	165	2	-	1632	-	77	-	-	170	48	6231
164	166	2	-	63150	-	3008	-	-	424	-	3357
165	167	2	-	1686	311	-	-	-	87	22	5076
166	168	2	-	3162	-	-	-	-	179	50	3246
167	169	2	-	3095	-	-	-	-	185	65	3250
168	170	2	-	94795	-	5578	-	-	-	24	3066
169	171	2	-	1244	394	1423	-	-	-	31	6305
170	172	1	-	1463	79	-	-	-	-	20	6572
171	173	3	-	69	170	-	-	-	-	-	6249
172	174	1	-	2308	-	126	-	-	308	-	2043
173	175	1	-	1390	-	-	-	-	144	49	1587
174	176	1	-	91210	-	-	18793	-	-	36	6216
175	177	1	-	1121	317	-	-	-	162	51	1182285
176	178	2	-	5866	-	2400	-	-	-	-	7235
177	179	3	237	314	193	23	-	-	-	-	7142
178	180	2	-	3664	-	-	-	-	284	86	2044
179	181	2	-	6914	1718	1620	-	-	83	-	10608
180	182	2	-	4330	-	1339	-	-	214	84	10928
181	183	2	-	3234	-	1697	-	-	79	22	10625

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
182	184	2	-	496	303	-	-	-	112	41	10929
183	185	3	-	-	41	-	-	-	-	-	10737
184	186	3	-	-	80	-	-	-	-	-	10736
185	187	3	-	-	347	-	-	-	19	-	10752
186	188	3	-	-	55	-	-	-	-	-	10666
187	189	3	-	97	238	-	-	-	-	-	8611
188	190	3	-	-	215	-	-	-	-	-	8292
189	191	3	-	61	343	-	-	-	-	-	8611
190	192	3	-	-	171	-	-	-	-	-	8233
191	193	3	-	-	116	-	-	-	-	-	8897
192	194	3	-	48	614	-	-	-	-	-	8285
193	195	3	-	-	156	-	-	-	-	-	8708
194	196	3	-	92	214	-	-	-	-	-	8675
195	197	3	-	46	83	-	-	-	-	-	8697
196	198	1	-	3274	-	1730	-	-	-	-	9313
197	199	1	-	2578	-	297	-	-	-	-	9616
198	200	2	-	964	-	84	-	-	-	-	9412
199	201	2	-	410871	2718	-	-	-	117	-	9446
200	202	2	-	31043	-	6287	-	-	-	21	9187
201	203	2	-	752	73	59	-	-	-	-	9342
202	204	2	-	248432	662	-	-	-	2380	-	10025
203	205	2	-	8790	-	1651	-	-	-	-	10472
204	206	1	-	4672	-	94	-	256	-	26	10052
205	207	2	-	1258	-	-	-	-	144	55	9325
206	208	2	-	17150	-	945	-	-	153	48	10066

*Примечание:* анализы выполнены рентгенофлуоресцентным методом на приборе INNOV-X  $\alpha$ -4000 (аналитик И.А. Блинов); значения приведены в ppm.

Нахождение нескольких легирующих компонентов в шлаках свидетельствует о том, что древние металлурги умели улавливать и конденсировать более легкоплавкие металлы (As, Pb, Zn и др.), и легирование происходило уже на этапе плавки [Дегтярева, 2010].

Наличие третьего типа шлака – легкого, пористого, обогащенного Zn и обедненного другими металлами, скорее всего, показывает, что металлурги имели несколько источников сырья или разные технологии их переработки.

Вместе с тем, различия состава конечного металла и шлака могут быть обусловлены тем, что, с одной стороны, неизвестна форма нахождения этих компонентов, которая может быть связана с силикатами и(или) другими соединениями. С другой стороны, после выплавки металл мог претерпевать несколько этапов передела –

Таблица 2

## Характеристика состава исследованной выборки шлаков

		Ni	Cu	Zn	As	Sn	Sb	Pb	Bi	Σ
Общая выборка	n	9	187	83	122	14	2	104	79	206
	%	4	91	40	59	7	1	50	38	100
тип 1	n	2	46	9	29	3	1	31	28	48
	%	4	96	19	60	6	2	65	58	100
тип 2	n	3	116	40	87	10	1	69	50	121
	%	2	96	335	72	8	1	57	41	100
тип 3	n	4	24	34	6	-	-	3	-	36
	%	11	67	94	17			8		100

*Примечание.* Количество образцов шлака. Типы шлака: тип 1: плотные, непористые или слабопористые шлаки, лепешковидной формы с гладкой поверхностью образца; тип 2: слабо- или среднепористые шлаки, с неровными, комковатыми поверхностями; тип 3: сильнопористые, пензвидные шлаки.

чистка, ковка, возможно, переплавка и(или) сплавление с оловом и другими легирующими примесями.

Работы поддержаны госзадаанием Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к, проектом РФФИ № 14-06-00287.

## Литература

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.

Дегтярева А.Д. Древнее металлопроизводство Южного Зауралья. Новосибирск: Наука, 2010. 162 с.

**И.А. Блинов<sup>1</sup>, В.В. Варфоломеев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс, [ivan\\_a\\_blinov@mail.ru](mailto:ivan_a_blinov@mail.ru)

<sup>2</sup> – Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда (Казахстан), [vicvarfolomeev@mail.ru](mailto:vicvarfolomeev@mail.ru)

### Состав бронзовых изделий из кургана 27 могильника Тегисжол (Карагандинская область, Казахстан)

Могильник Тегисжол – один из памятников Тегисжольского археологического микрорайона – находится на левом берегу р. Нуры, в 10 км западнее г. Темиртау Карагандинской области. На памятнике в 2002–2008 гг. экспедицией Карагандинского государственного университета им. Е.А. Букетова были исследованы погребения андроновского времени с алакульским и федоровским инвентарем, а также бегазыдандыбаевские погребения с посудой валикового облика. В 2009 г. на северо-

восточной периферии площадки могильника был раскопан каменный курган 27 с двумя погребениями. Погребение 1 – погребение взрослого мужчины с наборным поясом и комплектом из пяти стрел (рис. 1). Погребение 2 – каменный ящик, в котором от погребенного сохранились только молочные зубы. В этом погребении были найдены железные пластина и обойма, а также предметы из медного сплава – распределитель ремней с зооморфным щитком (рис. 2, 1), кольцо (рис. 2, 2), втульчатый наконечник стрелы (рис. 2, 5), крюк для подвешивания (рис. 2, 4). За восточной стенкой погребальной камеры 2 были найдены удила (рис. 2, 3) [Варфоломеев, 2009ф]. Оба погребения курган 27 относятся к тасмолинской культуре и датируются VII–VI вв. до н.э. [Варфоломеев, 2011].

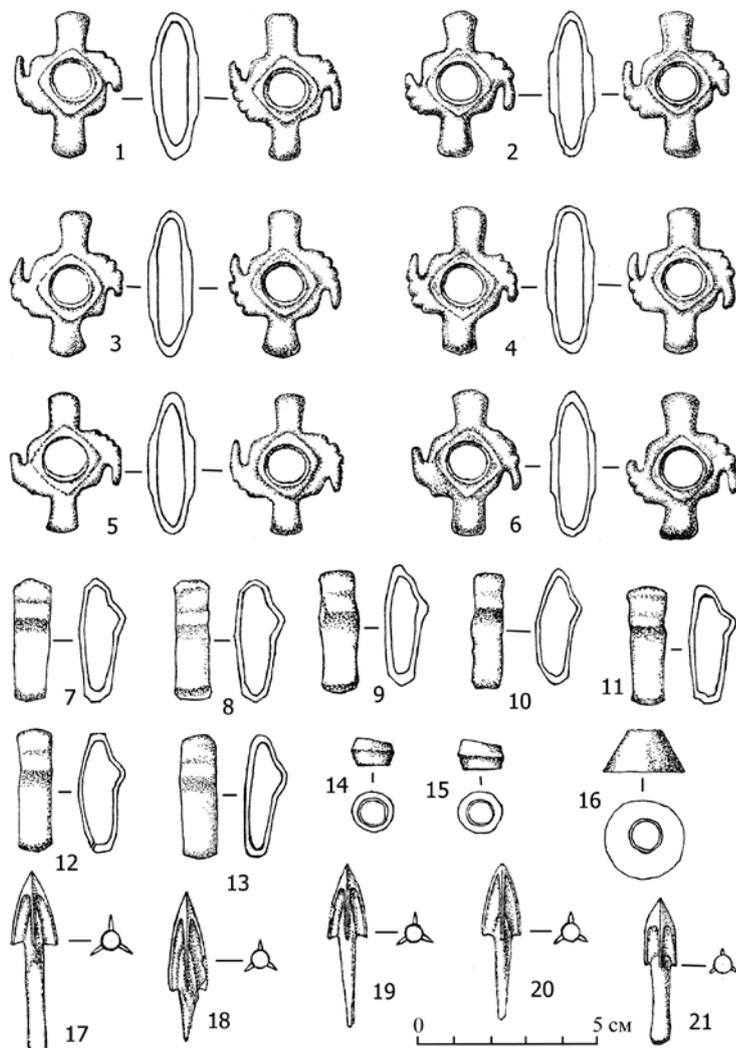


Рис. 1. Могильник Тегисжол. Металлические изделия. Курган 27, погребение 1. См. пояснения в тексте.

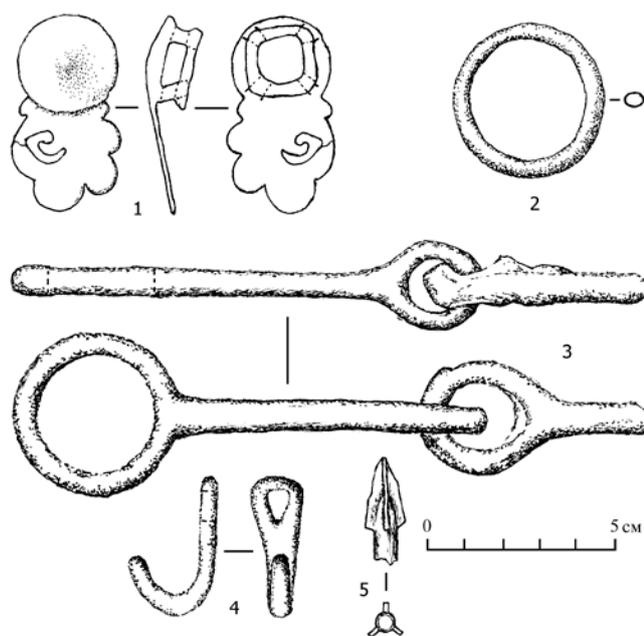


Рис. 2. Могильник Тегисжол. Металлические изделия. Курган 27, погребение 2. См. пояснения в тексте.

Всего из двух погребений происходит 26 изделий из сплавов на медной основе (табл.). Изучение состава этих изделий проводилось методом рентгенофлуоресцентного анализа (прибор INNOV  $\alpha$ -4000, режим Process Analytical, 30с). Особенности данного прибора является его портативность, неразрушаемость анализируемого вещества, определение широкого спектра элементов (тяжелее Ti). Кроме того, анализ проводится на поверхности предметов, из-за чего технологическое покрытие (лужение), оксидная пленка или же патина будут мешать проведению анализа и(или) вносить погрешности. Предмет должен полностью закрывать окно анализатора прибора и иметь слабый рельеф. Чувствительность прибора составляет 0.1–0.3 %.

#### **Погребение 1**

Бронзовые изделия представлены деталями поясного набора и пятью наконечниками стрел. Поясной набор состоит из обойм двух типов – семи прямоугольных (рис. 1; 7–13) и шести фигурных в виде двулучевой свастики (рис. 1; 1–6), двух пронизей (рис. 1; 14, 15) и ворворки (рис. 1; 16) (Табл.).

*Прямоугольные обоймы* были изготовлены древними мастерами способом пайки двух изогнутых пластин [Варфоломеев, 2011]. Длина обойм 32–35, ширина 8–10 мм. Среди обойм отмечают как сильно изношенные и сломанные (рис. 1; 10–12), так и те, на которых видны следы обработки напильником (рис. 1; 16).

Таблица

## Результаты рентгенофлуоресцентного анализа изделий из могильника Тегисжол

№ п.п.	n	Cu	Pb	As	Sb	Sn	Bi	сумма	Название предмета	инв. Номер	№ погр.	Примечание
1	3	84.9	-	14.4	-	-	0.6	99.9	поясная обойма прямоугольная	19тж/461	1	
2	2	87.9	-	11.8	-	-	0.3	100.0	поясная обойма прямоугольная	19тж/462	1	
3	2	89.0	-	10.6	-	-	0.4	100.0	поясная обойма прямоугольная	19тж/468	1	
4	2	84.7	0.1	14.7	-	-	0.5	100.0	поясная обойма прямоугольная	19тж/472	1	
5	2	88.6	-	11.0	-	-	0.4	100.0	поясная обойма прямоугольная	19тж/473	1	
6	3	74.4	-	22.6	-	-	0.6	97.6	поясная обойма прямоугольная	19тж/474	1	
7	2	93.3	-	6.4	-	-	0.3	100.0	поясная обойма прямоугольная	19тж/475	1	
8	Среднее	86.1	0.1	13.1	-	-	0.4	99.7				
9	2	93.1	-	6.5	-	-	0.2	99.8	поясная обойма фигурная	19тж/464	1	
10	2	93.8	-	5.8	-	-	0.2	99.8	поясная обойма фигурная	19тж/464	1	
11	2	93.2	-	3.7	-	-	0.2	97.1	поясная обойма фигурная	19тж/465	1	
12	2	97.2	-	2.7	-	-	-	99.9	поясная обойма фигурная	19тж/466	1	
13	2	94.2	-	5.5	-	-	0.2	99.9	поясная обойма фигурная	19тж/467	1	
14	2	94.2	-	5.5	-	-	0.3	100.0	поясная обойма фигурная	19тж/471	1	
15	Среднее	94.3	-	4.9	-	-	0.2	99.4				
16	2	74.2	-	15.0	-	-	0.3	89.5	пронизь	19тж/460	1	
17	3	76.9	-	13.2	-	-	0.3	90.4	пронизь	19тж/469	1	

Окончание таблицы

№ п.п.	n	Cu	Pb	As	Sb	Sn	Bi	сумма	Название предмета	инв. номер	№ погр.	Примечание
18	3	92.7	0.1	4.5	-	2.7	0.2	100.2	ворворка	19тж/470	1	
19	2	95.4	0.2	1.1	-	0.3	-	97.0	наконечник стрелы	19тж/476	1	
20	2	56.9	2.3	10.2	-	26.0	0.7	96.1	наконечник стрелы	19тж/477	1	
21		++	+	+	-	+	+		наконечник стрелы	19тж/478	1	
22	2	89.9	0.2	1.2	-	4.0	0.2	95.5	наконечник стрелы	19тж/479	1	
23	2	67.1	1.3	2.2	-	22.2	-	92.8	наконечник стрелы	19тж/480	1	
24	1	46.8	28.5	1.6	-	17.4	-	94.3	распределитель ремней	19тж/459	2	щиток
25	1	46.0	29.2	1.3	-	18.6	-	95.1	распределитель ремней	19тж/459	2	распределитель
26	2	42.9	1.0	1.4	-	49.4	-	94.7	распределительное кольцо	19тж/454	2	
27		++	+	+	+	-	+		наконечник стрелы	19тж/456	2	
28	1	100.0	-	-	-	-	-	100.0	Удила	19тж/458	2	малое кольцо
29	1	94.9	0.2	0.2	-	0.2	-	95.5	Удила	19тж/458	2	грызло
30	1	91.6	0.4	1.6	-	1.2	-	94.8	Удила	19тж/458	2	грызло обломанного звена
31		++	+	+	-	+	-		Удила	19тж/458	2	кольцо — окончание
32		++	+	+	-	+	-		Удила	19тж/458	2	грызло у кольца (переход)
33		++	+	+	-	+	-		Удила	19тж/458	2	малое кольцо
34		++	+	+	-	+	+		Удила	19тж/458	2	кольцо обломанного звена

Примечания: содержания приведены в мас. %, прочерки – элемент не выявлен. Анализы 20, 21, 25, 26, 27, 28 – качественные, ++ – основной компонент, + – компонент присутствует.

С каждого изделия делалось по два анализа – с каждой стороны (пластины) по одному анализу. По результатам анализов во всех обоймах обе стороны имеют близкий состав. Главным легирующим компонентом является As (6.4–22.6, среднее 13.1), также выявлен Вi (0.3–0.6, среднее 0.4 %), в одной обойме примесь Pb на пределе чувствительности прибора до 0.1 %

*Фигурные обоймы*, в отличие от прямоугольных, более стандартизированы. Все шесть экземпляров изготовлены в виде двулучевой свастики, вписывающейся в овал 39–41×30–32 мм. Эти обоймы спаивались, как и прямоугольные обоймы. Анализ проводился с двух сторон каждой обоймы. Отмечается однообразие состава как составных частей обойм, так и идентичность обойм между собой. В обоймах содержится As (2.7–6.5, среднее 4.9 %), отмечается примесь Вi (до 0.3 при среднем 0.2 %).

*Пронизи* ребристые, биконической формы с наибольшим диаметром 11–12 мм и отверстием диаметром 8 мм. Сделано по два (рис. 1; 15) и три (рис. 1; 14) анализа. Обе пронизи изготовлены из As-Vi бронз. Содержание (мас. %): Cu 74.2, 76.9, As 15 и 13.2 соответственно, Вi в обоих случаях 0.3 %.

*Ворворка* конической формы, высотой 11–12 мм, диаметр по основанию – 22 мм, узкой части – 10 мм. Изготовлена из бронзы сложного состава (мас. %): Cu 92.7, As 4.5, Sn 2.7, Вi 0.2, Pb 0.1.

Состав предметов поясного набора имеет близкий качественный состав – основным легирующим компонентом является As с небольшой примесью Вi, в единичном случае в прямоугольной обойме (рис. 1, 10) отмечается примесь Pb на пределе чувствительности прибора. Исходя из данных о составе и сохранности получается, что по одной технологии (пайка двух пластин) из схожего металла (легированного As-Vi) делали обоймы на протяжении продолжительного периода (часть обойм свежие, часть уже изношены). Это свидетельствует о том, что в этот период была стабильная мода на прямоугольные ременные обоймы и их стабильной производство. Содержание легирующих компонентов (As, Вi) в прямоугольных обоймах ниже, чем в фигурных, почти в два раза. Это указывает на то, что они были изготовлены из другой заготовки или в другое время. Постоянное совместное присутствие As и Вi скорее всего связано с переработкой руд, содержащих оба компонента.

Вместе с тем, из поясного набора единственным исключением является ворворка, содержащая в своем составе кроме As и Вi также Sn и Pb.

*Наконечники стрел* черешковые трехгранные (получены количественные анализы с пяти стрелок (рис. 1, 17–19, 21), качественный анализ с одного изделия (рис. 1; 20).

Во всех изделиях преобладающим компонентом является Cu (56.4–95.4 %), содержания Sn и As распределены неравномерно, варьируют более, чем на порядок. В виде примесей выявлен Pb (0.2–2.3 %) в трех наконечниках отмечается примесь Вi (до 0.7 %). Единообразие качественного состава, но невыдержанность соотношений компонентов указывают на то, что наконечники стрел изготавливались в одном металлургическом центре, но не одновременно. В погребении 1 можно выделить два типа бронз. Первый тип легирован As-Vi и содержит следы Pb (поясные обоймы прямоугольные, фигурные, пронизи). Второй тип легирован As-Sn-Pb с возможными примесями Вi (ворворка, наконечники стрел).

### **Погребение 2.**

*Распределитель ремней* с зооморфным щитком (рис. 2; 1). Проанализированы щиток и собственно распределитель. Обе части имеют близкий состав металла (мас. %): Cu 46.4, Pb 28.9, Sn 18.0, As 1.5 %.

*Распределительное кольцо* (рис. 2, 2) легировано несколькими компонентами, среднее по двум анализам соответствует (мас. %): Cu 42.9, Sn 49.4, As 1.4, Pb 1.0.

*Наконечник стрелы* втульчатый (рис. 2; 5) содержит примеси Pb, As, Sb и Bi.

*Удила* (рис. 2; 3) составлены из нескольких частей. Получено 3 количественных и 4 качественных анализа с разных фрагментов и участков. Шесть фрагментов представлены бронзами с примесью Pb, As, Sn, в одном выявлена примесь Bi. Один фрагмент представлен чистой медью без примеси.

Во втором погребении распространены бронзы, содержащие Pb, Sn и As с возможной примесью Bi или Sb. Исключением является один фрагмент конской сбруи, состоящий из чистой меди.

Таким образом, среди исследованных предметов погребений 1 и 2 выделяется два типа бронз. Первый тип легирован As и Bi, из него изготовлено большинство деталей поясного набора в погребении 1. Второй тип представлен более сложными бронзами, содержащими Pb, As, Sn. Этот тип бронз встречается в обоих погребениях – из него изготовлены ворворка (погребение 1), наконечники стрел (погребения 1 и 2), удила (погребение 2). С чем связано наличие двух типов бронз – со знаниями о функциональных особенностях по-разному легированных сплавов, доступностью сырья и(или) доступностью к разным металлургическим центрам – остается дискуссионным вопросом.

### **Литература**

*Варфоломеев В.В.* Археологические работы в полевом сезоне 2009 г. Отчет. Архив Сарыаркинского археологического института при КарГУ им. Е.А. Букетова. 12 с.

*Варфоломеев В.В.* Тасмолинское погребение с наборным поясом из могильника Тегискол // Вопросы археологии Казахстана. Выпуск 3. Алматы, 2011. С. 315–324.

*Зайков В.В.<sup>1,2</sup>, Чугунов К.В.<sup>3</sup>, Юминов А.М.<sup>2,1</sup>,  
Зайкова Е.В.<sup>1</sup>, Котляров В.А.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Институт минералогии УрО РАН, [zaykov@mineralogy.ru](mailto:zaykov@mineralogy.ru)

<sup>2</sup> Южно-Уральский государственный университет, [utin@mineralogy.ru](mailto:utin@mineralogy.ru)

<sup>3</sup> Государственный Эрмитаж, [chugunovk@mail.ru](mailto:chugunovk@mail.ru)

### **Состав золотых изделий из погребально-поминального комплекса Аржан-2 (Тува) и вероятные источники металла**

Царский курган Аржан-2 – знаменитый археологический памятник раннего железного века [Сугунов et al., 2010]. Он находится в Турано-Уюкской котловине Северной Тувы и датируется второй половиной VII века до н. э. (рис. 1). Материал

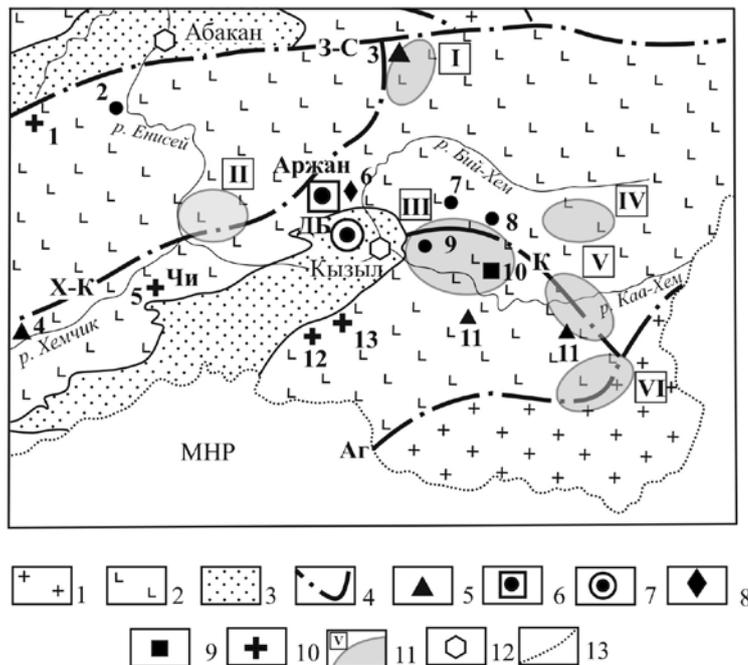


Рис. 1. Схема размещения древних рудников и курганов в геологических структурах Тувы и Хакасии.

1 – докембрийские осадочно-вулканогенные отложения и мрамора с гранитоидными интрузиями; 2 – раннепалеозойские гипербазиты, вулканогенные и осадочные отложения с интрузиями габброидов и гранитоидов; 3 – верхнепалеозойские и мезозойские осадочные и вулканогенные отложения; 4 – разломы (С-С – Северо-Саянский, Х-К – Хемчикско-Куртушибинский, К – Каахемский, Аг – Агардагский); 5-6 – курганы с известным составом золотых изделий (ранний железный век): 5 – Аржан, 6 – Догээ-Баары; 7-9 – рудные месторождения: 7 – золото-кварцевые и золото-лиственитовые, 8 – золото-меднопорфировые, 9 – золото-сульфидно-скарновые; 10 – золото-россыпные зоны с примесью платиноидов (I – Систигхемская, II – Золотая-Серлиг, III – Байсютская, IV – Ойна-Харальская, V – Хоптинская, VI – Эмийская); 11 – древние рудники по добыче золота, серебра и меди; 12 – основные города; 13 – государственная граница.

Месторождения и древние рудники: 1 – Хараджувль, 2 – Маинский, 3 – Октябрьское, 4 – Алдан-Маадырская группа, 5 – Чиргакская группа, 6 – Кызык-Чадр, 7 – Кызыл-Таш, 8 – Кызыл-Таштыг, 9 – Кызыл-Торг, 10 – Тарданское, 11 – Теректыгское, 12 – Кара-Бельдирское, 13 – Хову-аксы, 14 – Узун-ой.

для исследований предоставлен К.В. Чугуновым из раскопок, проведенных под его руководством (2000–2004 гг.). Оптические исследования выполнены В.В. Зайковым и А.М. Юминовым на микроскопе OLYMPUS, измерение состава частиц проводилось на электронном микроскопе РЭММА 202М (аналитик В.А. Котляров). В статье использованы результаты определения состава золотых изделий из кургана 12 могильника Аржан 4 [Марсадалов и др., 2013]. Пробность металла определена как отноше-

ние содержания золота к сумме всех компонентов, умноженную на 1000 [ru.wikipedia.org/wiki/] и измеряется в промилле (‰).

**Царские курганы Аржан-1 и Аржан-2** являются уникальными комплексами, содержащими многочисленные изделия из золота. Аржан-1 был раскопан в 1971–1974 гг. экспедицией под руководством М.П. Грязнова и М.Х. Маннай-оола. Через 30 лет после этих раскопок в той же Турано-Уюкской котловине совместной Российско-Германской экспедицией исследован погребально-поминальный комплекс Аржан-2 [Čugunov et al., 2010]. Основное захоронение двух человек в этом памятнике избежало ограбления и содержало тысячи золотых украшений. Анализ многочисленных изделий, выполненных в традициях звериного стиля, позволил разделить весь комплекс прикладного искусства памятника на несколько групп. Было высказано предположение, что в их изготовлении принимали участия мастера из отдаленных центров, возможно, связанных с территорией княжеств Китая эпохи Восточного Чжоу или Бактрии [Чугунов, 2011а, 2011б]. К таковым, прежде всего, относится золотой декор в виде аппликаций на железном оружии – чекане, кинжале и акинаке. Наиболее многочисленные тиражированные бляшки в виде профилей кошачьих хищников и кабанов, портупейные обоймы и пряжки, ворворки поясного набора были выполнены в местных центральноазиатских (в широком понимании) традициях звериного стиля. Еще одна группа включает бляшки головных уборов в виде лошадей, баранов и оленей. Фигуры вырезаны из плоских листов металла и ассоциируются с наскальным искусством. Ожерелье погребенной женщины содержало, помимо бирюзовых и янтарных, большое количество бус из золота, спаянных из двух половинок. Штаны мужчины были покрыты мельчайшим золотым бисером из капель золота с отверстием. Почти все предметы из органических материалов (в том числе, не сохранившиеся) были украшены тонкой золотой фольгой, которая и была проанализирована. По результатам рентгеноспектрального анализа содержания золота в золотой фольге находятся в пределах 74–94 % (табл. 1).

На гистограммах пробности выделяются четыре моды: 940–880, 880–820, 820–780, 760–740 ‰ (рис. 2). В соответствии с этим выделяются четыре группы составов по пробности. Распределение изделий по группам составов: I – III – по два-три изделия, IV – одно изделие. Для кургана 12 могильника Аржан 4 установлено отнесение к группам I, II и III, то есть картина аналогична. По содержанию меди золото кургана отнесено к самородному типу и лишь два изделия – к легированному. Индикатором отнесения является содержание меди, которое в самородном золоте обычно не превышает 2 ‰. Это заключение сделано исходя из анализа минералов золота в месторождениях Сибири и Урала [Гаськов, 2000; Зайков и др., 2012].

Важной особенностью золота кургана Аржан-2 является микровключение платиноида, отнесенного к осмию иридиевому составу (мас. %): Os 72.52, Ir 27.48. Микровключение выявлено в инкрустации железного чекана. Подобные микровключения установлены авторами в некоторых курганах Алтая и Урала.

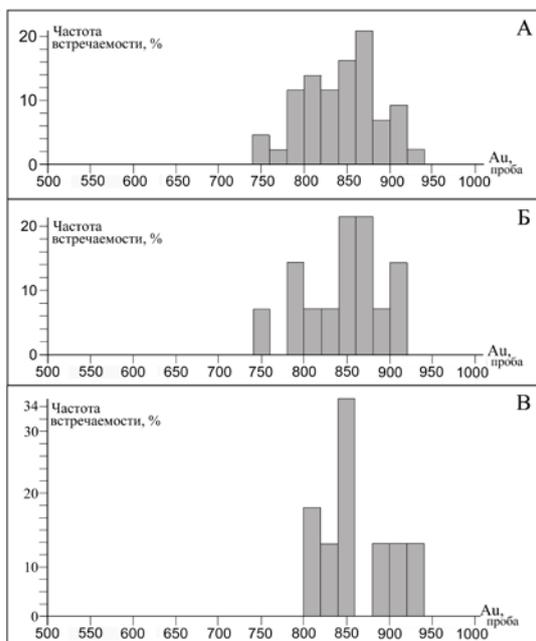
В 60 км к северо-западу от Аржана находится могильник Догээ-Баары II, который представляет интерес в плане сравнения с описанным памятником. Материал для исследований предоставлен К.В. Чугуновым. Исследованы фрагменты изделий из курганов № 8, 12, 21, 22 (табл. 2). Наибольшим разнообразием характеризуются

Таблица 1

**Результаты рентгеноспектрального и рентгенофлуоресцентного анализа  
золотых изделий из царского могильника Аржан**

№	Изделие	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
1	Апликация	Ар2-Ап	4	85.73	13.39	0.77	99.88	858	III – С
2	Бисер	Ар2-Би	4	78.85	19.71	1.27	99.82	790	IV – С
3	Пластина	Ар2-Пл	3	85.54	13.36	0.79	99.69	858	III – С
4	Бусина	Ар2-Бу	3	83.85	14.90	1.04	99.78	840	III – С
5	Фольга	Ар2-Ко	4	86.70	12.81	0.42	99.93	868	III – С
6	Фольга	ARZ-2-1-F	5	90.87	7.49	1.22	99.58	912	II – С
7	Фольга	ARZ-2-2-F	5	83.58	15.40	0.83	99.81	837	III – С
8	Фольга	ARZ-2-2-F1	5	78.50	15.64	5.45	99.58	788	IV – Л
9	Фольга	ARZ-2-7-F2	2	80.57	13.99	5.00	99.55	809	III – Л
10	Фольга	Ар2-3Ф	3	90.55	8.39	0.81	99.76	908	II – С
11	Серьга-кольцо	2830/1	1	86.55	12.45	1.00	100.00	866	III – С
12	Бляшка (фольга)	2830/25	2	89.60	9.28	1.15	100.03	896	III – С
13	Бусина (фольга)	A2830/27	1	87.4	12.00	0.65	100.05	874	III – С
14	Фрагменты пекторали	2830/37	1	74.45	24.4	1.75	100.60	740	IV – С

*Примечания:* 1) позиция анализов: 1–11 – Аржан-2, 12–14 – Аржан IV, курган 12 (VI в. до н.э.); 2) анализы: 1–10 – рентгеноспектральный анализ на приборе РЭММА-202М (коллекция К.В. Чугунова, аналитик В.А. Котляров); 11–14 – рентгенофлуоресцентный анализ [Марса-Долов и др. 2013]; 3) группы золота по пробности (‰): II – 969–900, III – 899–800, IV – 799–650; 4) типы золота: С – самородное, Л – легированное.



*Рис. 2.* Гистограммы состава золотых изделий Тувы: А, Б из кургана Аржан и Догээ-Баары.

А – по частным анализам (43 значения); Б – по средним (14 значений); В – из курганов Догээ-Баары II (17 средних значений).

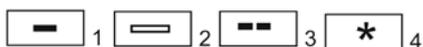
Таблица 2

## Результаты микрозондового анализа золотых изделий из могильника Догээ-Баары II (Тува)

№ пп	№образца, изделие	№ зерна	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
<b>Курган 21</b>									
1.	ДБ II К21 М-1, фрагмент золотой нашивки в виде головы кабана	3	4	85.44	14.04	0.81	100.28	852	III – С
2.		4	4	84.86	14.14	1.16	100.16	847	III – С
3.		5	4	89.21	10.10	0.79	100.10	891	III – С
4.		6	4	88.53	10.03	0.71	99.27	892	III – С
<b>Курган 22</b>									
5.	ДБ II К22 М-1	1	4	89.56	8.07	0.53	98.15	912	II – С
6.	фрагмент золотой обкладки	2	4	89.95	8.46	0.51	98.92	909	II – С
<b>Курган-8</b>									
7.	ДБ II 8-2, обкладка железной шпильки	2	3	85.35	12.73	1.28	99.36	859	III – С
8.	ДБ II 8-3, нашивка цилиндрическая	3	4	83.31	14.59	1.45	99.36	839	III – С
9.		4	3	83.55	14.32	1.77	99.64	838	III – С
10.		5	3	84.79	13.63	1.02	99.44	853	III – С
11.		6	1	84.18	13.58	1.14	98.90	851	III – С
<b>Курган 12</b>									
12.	ДБ II 12-(1.8), обкладка железной шпильки	1	3	93.31	6.71	0.32	100.34	930	II – С
13.		8	3	92.32	6.62	0.34	99.28	930	II – С
14.	ДБ II 12-(2.3), обкладка железной гривны	2	3	81.71	17.01	1.39	100.10	816	III – С
15.		3	3	82.35	17.19	1.52	101.06	815	III – С
16.	ДБ II 12-4, пронизь цилиндрическая	4	3	81.64	17.79	1.10	100.52	812	III – С
17.	ДБ II 12-7, Нашивка в виде птицы	7	3	84.08	14.45	1.36	99.89	842	III – С

Примечания: 1) анализы выполнены на микрозонде JEOL-733 (коллекция К.В. Чугунова, аналитик Е.И. Чурин); 2) группы золота по пробыности (‰): II – 900–969, III – 800–899, IV – 650–799; 3) типы золота С – самородное, Л – легированное.

Курганы, россыпи, месторождения	Пробность		
	500	700	900
<i>Изделия раннего железного века</i>			
Аржан - 2			*
Аржан - 4			—
Могильник Догээ-Баары			—
<i>Россыпи</i>			
Байсют			—
Соруглуг-Хем			—
Алгияк			—
Хопто			*
Кундус			*
Ойна			—
Демиржи			—
Хадын			—
Харал			—
Эми			—
<i>Золоторудные месторождения</i>			
Тарданское			—
Октябрьское			—
Кызык-Чадр			—
Эйлигхемское			—
Хаасак-Саирское			—
Улуг-Саирское			—
Кара-Бельдир			—



предметы из кургана № 12: Au 81–93; Ag 6.6–17.9; Cu 0.2–1.5 %, представленные обкладками железных шпилек и гривен. Более «сглажен» состав золотых нашивок и обкладок в курганах № 21 и 22. Однородны по составу изделия из кургана № 8: Au 83–86, Ag 13–16, Cu 0.8–1.8 %.

#### Вероятные источники золота.

На территории Тувы известны разнообразные месторождения, которые можно рассматривать как потенциальные источники золота для древних кочевников (см. рис. 1). Для решения этого вопроса проведено сопоставление пробности золотых изделий, золота в рудах и россыпях Тувы (рис. 3). Это сравнение показало, что наиболее вероятными источниками могут являться россыпи. Самыми предпочтительными являются месторождения правобережья р. Каа-Хем, включающие россыпи по рр. Бай-Сют, Соруглуг-Хем, Хопто. В них пробность металла аналогична данному показателю изделий из Аржана-2 и кургана 12 могильника Аржан-4 (750–950 ‰).

Рис. 3. Соотношение пробности золота в рудах месторождений и древних золотых изделиях Тувы.

1) изделия; 2) россыпи; 3) руды месторождений; 4) позиция микровключений платиноидов; 5) позиция исследованных платиноидов из россыпей.

Россыпь р. Бай-Сют – самая протяженная в Туве, имеет длину 25 км. Расположена она в гипсометрическом интервале 760–1200 м и включает три участка: долинный пойменный, долинный погребенный и террасовый [Калинин и др., 2006]. По генезису выделяются элювиальные, элювиально-делювиальные, аллювиальные отрезки. По долине р. Бай-Сют отмечаются три пика крупности золота, что связывается с С.Г. Прудниковым с тремя источниками питания, в том числе с рудным полем Тарданского месторождения и двумя не установленными. По степени окатанности выделено золото полуокатанное преимущественно пластинчатой, реже комковидной формы, и неокатанное с отпечатками кристаллов сульфидов и нерудных минералов.

В долине р. Соруглуг-Хем, являющейся притоком р. Бай-Сют, промышленная россыпь имеет длину 5 км и относится к долинному пойменному и террасовому типам. Она сформировалась за счет разрушения одноименного золото-скарнового рудопроявления, с которым непосредственно связана в верхней части долины. В россыпи резко преобладают неправильные комковидные, амебообразные, ксеноморфные золотины преобладающего размера 1–0.5 мм. Наиболее типично полуокатанное и неокатанное золото. На гистограмме состава выделяются три пика, соответствующие пробности 710–720, 770–800, 840–880 ‰.

Присутствие в золотом изделии из кургана Аржан 2 микровключения платиноида позволяет оценить возможность использования древними мастерами золота из россыпей, содержащих данный минерал. Таких золотороссыпных зон на территории Тувы несколько (см. рис. 1). Самыми близкими к Аржану являются россыпи Байсютской и Усинско-Эйлигхемской зон. Наиболее изучены платиноиды по ручьям Неожиданному (верховья р.Хопто, Байсютская зона) и Золотому (Усинско-Эйлигхемская зона) [Агафонов и др., 2005]. В них присутствует довольно редкий минерал – осмий иридиевый, аналогичный микровключению в инкрустации железного чекана из Аржана-2. Можно надеяться, что дальнейшие исследования древних золотых изделий Тувы позволят обнаружить новые находки платиноидов и провести более предметное сопоставление с минералами россыпей.

*Исследование выполнено в рамках госзадания Минобрнауки РФ № 33.2644.2014к и гранта РФФИ 15-05-00311.*

## Литература

*Агафонов Л.В., Лхамсурен Ж., Кужугет К.С., Ойдул Ч.К.* Платиноносность мафит-ультрамафитов Монголии и Тувы. Уланбаатар, 2005. 224 с.

*Гаськов И.В., Акимцев В.А., Ковалев К.Р., Сотников В.И.* Золотосодержащие минеральные ассоциации Алтае–Саянской складчатой области // Геология и геофизика, 2006. Т. 47. № 9. С. 996–1004.

*Зайков В.В., Таиров А.Д., Зайкова Е.В., Котляров В.А., Яблонский Л.Т.* Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Южного Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. 232 с.

*Калинин Ю.А., Росляков Н.А., Прудников С.Г.* Золотоносные коры выветривания юга Сибири. Новосибирск: Академ. изд-во «Гео». 2006. 339 с.

*Марсадолов Л.С., Хаврин С.В., Гук Д.Ю.* Проба древнего золота Казахстана и Саяно-Алтая как временной и социальный индикатор // Теория и практика археологических исследований. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. № 2. С. 129–141.

Чугунов К.В. Аржан-1 и Аржан-2: сравнительный анализ // Наследие народов Центральной Азии и сопредельных территорий: изучение, сохранение и использование. Мат-лы конф. в 2-х частях. Часть 1. Кызыл: КЦО «Аньяк», 2009. С. 48–52.

Чугунов К.В. Культурные связи населения Тувы в раннескифское время (по материалам кургана Аржан-2) // Маргулановские чтения-2011. Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. 2011а. С. 177–182.

Чугунов К.В. Искусство Аржана-2: стилистика, композиция, иконография, орнаментальные мотивы // Европейская Сарматия. СПб: Нестор-История, 2011б. С. 39–60.

Čugunov K., Parzinger H., Nagler A. Der skythenzeitliche Fürstengurgan Aržan 2 in Tuva. Archäologie in Eurasien 26. Steppenvölker Eurasiens 3. Mainz: Verlag Philipp von Zabern, 2010. 330 S.

**В.В. Зайков<sup>1</sup>, А.И. Гусев<sup>2</sup>, П.К. Дашковский<sup>3</sup>, Е.В. Зайкова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Институт минералогии Уро РАН, [zaykov@mineralogy.ru](mailto:zaykov@mineralogy.ru)

<sup>2</sup> – Алтайская государственная академия образования,

<sup>3</sup> – Алтайский государственный университет

### **О возможных источниках платиноидов в древних золотых изделиях Алтая**

При исследовании древних золотых изделий из могильника Ханкаринский Дол выявлены микровключения платиноидов [Дашковский, Юминов, 2013]. Позднее они были обнаружены в могильнике Инской Дол. Микровключения представлены твердыми растворами Os-Ir-Ru. Авторы сопоставили сведения о микровключениях с данными о платиноидах в россыпях Алтая [Гусев, 2011; Гусев, Кукоева, 2011]. Позиция мест находок платиноидов показана на рис. 1.

Состав и номенклатура платиноидов определялись по соотношению Os, Ru, Ir в кристаллохимических формулах [Harris, Sabri, 1991] с помощью соответствующей тройной диаграммы. Наименование минерала определялось по преобладающему элементу в кристаллохимической формуле, указание разности – по подчиненным элементам (в порядке возрастания) и примесям. Пробность золота рассчитывалась по отношению концентраций золота к сумме всех компонентов, умноженному на 1000 и измерялась в промилле (‰).

#### **Платиноиды в археологических памятниках**

**Могильник Ханкаринский Дол** (Чинетский археологический микрорайон Алтая). В кургане № 15 при раскопках найдены предметы из золота: золотая обкладка гривны, зооморфные аппликации, нашивка и окантовка из фольги женского головного убора, восьмеркообразная проволочная серьга. Курган относится к пазырыкской культуре и датирован по признакам погребального обряда IV – началом III вв. до н.э. [Дашковский, Усова, 2007]. Золотые изделия имеют состав (мас. %): Au 69.50–72.05, Ag 23.94–26.25, Cu 2.85–4.26.

При исследовании золотой фольги в шести изделиях были выявлены 9 включений платиноидов размером от 2 до 10 мкм удлиненной, близкой к линзовидной,

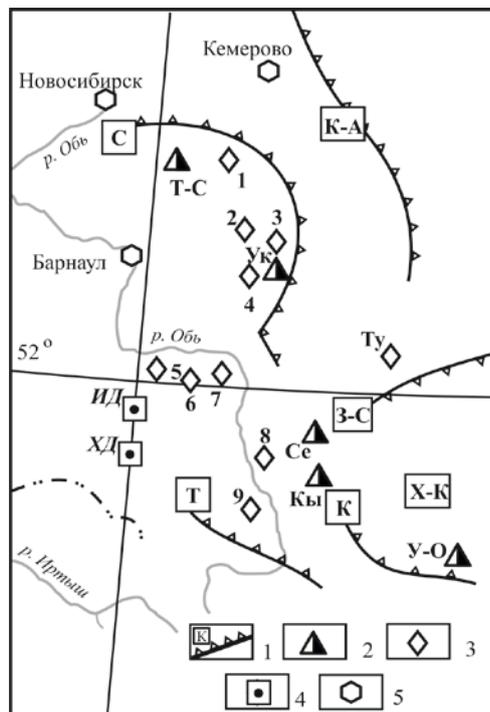


Рис. 1. Схема расположения коренных и россыпных проявлений платиноидов в Алтае-Саянском регионе.

1) глубинные разломы с массивами платиноносных гипербазитов (С – Салаирский, К-А – Кузнецко-Алатуский, В-С – Восточно-Саянский, Т – Теректинский, З-С – Западно-Саянский, К – Курайский, Х-К – Хемчикско-Куртушибинский, Кх – Казахемский; А – Агардагский; 2) коренные проявления платиноидов в хромитовых рудах гипербазитовых массивов (ТС- Тогоул-Сунгайское, Ук – Уксунайское, Се – Сеглебирское, Кы – Кыркылинское, У-О – Узун-Оюкское

Проявления платиноидов в россыпях: 1 – Таловское, 2 – Суенга, 3 – Иродов Лог, 4 – Большая Иониха, 5 – Николаевка, 6 – Ерусалимское, 7 – Светлая, 8 – Аксагысканская, 9 – Каянча.

формы (табл. 1). По атомному соотношению Os, Ru, Ir, Rh в кристаллохимических формулах выделяются три минерала:

1) с преобладанием осмия: Ха-15-8; Хп-11-2; Хп-18 – осмий рутениево-иридиевый с небольшим количеством платины и родия;

2) с преобладанием рутения – рутений иридиево-осмиевый и небольшим количеством платины и родия (ХД-15-2-1; ХД-15-2-2; Ха-15-7); рутений осмиево-иридиевый с небольшим количеством платины (Ха-15-1а);

3) с преобладанием иридия – иридий осмиевый и рутениево-осмиевый (Ха-15-1б; Ха-15-6).

В кургане № 15 фольга содержит микровключение осмия рутениево-иридиевого (микровключение Хп-25). Вмещающее золото имеет состав (мас. %): Au 53.54; Ag 44.06; Cu 2.26.

**Могильник Инской Дол** также располагается в пределах Чинетского археологического микрорайона. По признакам погребального обряда и инвентаря исследованные курганы №1-2 датированы IV – началом III вв. до н.э.

В кургане № 2 зафиксирована деревянная конструкция из плах. В могиле выявлено погребение человека, уложенного в скорченном положении на правом боку и ориентированного головой на восток, а также сопроводительное захоронение лошади вдоль северной стенки могилы. В могиле обнаружены керамический сосуд, железный нож, деревянная гривна, обложенная золотой фольгой, сильно корродированный железный предмет и многочисленные фрагменты золотой фольги от головного убора.

Таблица 1

## Состав микровключений осмия в золотых изделиях из курганов раннего железного века Сибири

№ п/п	Могильник, курган	Изделия	№ зерна	К-во ан.	Содержания, мас. %						Кристаллохимические формулы минералов
					Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Fe	
1.	Ханкаринский Дол, К. №15	Фольга обкладки гривны	Ха-15-1а	3	32.24	37.71	24.68	–	5.12	–	$Ru_{0,38}Ir_{0,31}Os_{0,27}Pt_{0,04}$
2.			Ха-15-1б	3	42.12	46.71	10.68	–	–	–	$Ir_{0,43}Os_{0,39}Ru_{0,18}$
3.		Аппликация с головного убора	XD-15-2-1	4	59.03	1.94	37.14	–	–	–	$Ru_{0,53}Os_{0,44}Rh_{0,02}Ir_{0,01}$
4.			XD-15-2-2	5	39.84	34.47	22.19	1.09	2.15		$Ru_{0,35}Os_{0,33}Ir_{0,28}Pt_{0,02}Rh_{0,02}$
5.		Фольга с окантовки головного убора	Ха-15-6	1	17.28	82.17	–	–	–	–	$Ir_{0,82}Os_{0,18}$
6.			Ха-15-7	1	35.75	30.17	30.24	–	3.03	–	$Ru_{0,45}Os_{0,29}Ir_{0,24}Pt_{0,02}$
7.		Золотая нашивка на воротник	Ха-15-8	1	45.71	39.83	9.65	–	4.41	–	$Os_{0,42}Ir_{0,37}Ru_{0,17}Pt_{0,04}$
8.		Фольга с головного убора	Xn-11-2	5	62.09	31.87	5.25	0.09	0.00	0.28	$Os_{0,59}Ir_{0,30}Ru_{0,10}Fe_{0,01}$
9.	Ханкаринский Дол, К. №15	– “–	Xn-18	4	50.02	41.43	7.70	0.50	0.00	0.15	$Os_{0,47}Ir_{0,38}Ru_{0,14}Rh_{0,01}$
10.	Ханкаринский Дол, К. №22	Фольга	Xn-25	3	65.79	26.07	7.42	0.29	0.00	0.16	$Os_{0,62}Ir_{0,24}Ru_{0,13}Rh_{0,01}$
11.	Инской Дол, К. №1	Фольга	In-3-1	1	22.12	69.42	0.92	0.68	2.93	3.32	$Ir_{0,63}Os_{0,21}Fe_{0,10}Pt_{0,03}Ru_{0,02}Rh_{0,01}$
12.			In-3-2	3	33.58	58.41	1.42	0.55	1.78	4.10	$Ir_{0,52}Os_{0,30}Fe_{0,13}Ru_{0,02}Pt_{0,02}Rh_{0,01}$
13.			In-3-3	1	39.70	34.55	20.85	1.29	2.93	0.31	$Os_{0,33}Ru_{0,33}Ir_{0,29}Pt_{0,02}Rh_{0,02}Fe_{0,01}$
14.	Инской Дол, К. №2	Фольга с головного убора	In-4	1	50.22	33.19	13.07	1.61	1.73	–	$Os_{0,45}Ir_{0,29}Ru_{0,22}Rh_{0,03}Pt_{0,01}$
15.		Золотая нашивка	ID-5	6	51.74	37.47	8.63	0.81	0.81	0.26	$Os_{0,48}Ir_{0,34}Ru_{0,15}Rh_{0,02}Pt_{0,01}Fe_{0,01}$
16.		– “–	ID-8	1	51.92	38.76	7.86	0.39	–	–	$Os_{0,49}Ir_{0,36}Ru_{0,14}Rh_{0,01}$

*Примечания:* 1) материал из раскопок П.К. Дашковского, 2) анализы выполнены в Южно-Уральском центре коллективного пользования на электронном микроскопе РЭММА 202 М (аналитик В.А. Котляров).

В фольге из кургана № 2 состава (мас. %): Au 57–60, Ag 36–39, Cu 3 присутствуют овальные микровключения платиноидов размером от первых до 80×120 мкм. Среди них установлены минералы осмия и иридия:

осмий иридиево-рутениевый с родием и платиной (In-3-3, In-4);

иридий рутениево-осмиевый с небольшим количеством родия и платины (In-3-1, In -3-2).

В кургане № 2 в золотой фольге найдены включения осмия рутениево-иридиевого с примесью родия и платины (In-4; ID-5; ID-8). Состав вмещающего золота (мас. %): Au 61–64; Ag 32–33; Cu 3.

### **Платиноиды в россыпных месторождениях золота**

Россыпные месторождения золота с известной пробностью металла показаны в табл. 2. Часть из них включает платиноиды в россыпных зонах Салаирской и Синюхинской. Они приурочены к Салаирскому разлому и области сочленения Теректигского и Западно-Саянского разломов (см. рис. 1). Сведения о россыпях исследуемого района даны в табл. 2.

**Россыпь р. Суенга** расположена в северной части Салаирской зоны [Толстых и др., 1999]. Минералы осмия представлены кристаллами и их обломками размером менее 2 мм, в некоторых присутствуют включения лаурита. Фигуративные точки составов большинства зерен образуют рутениевый тренд в центральной части диаграммы, лишь малая часть принадлежит иридию (рис. 2).

**Таловская россыпь** расположена в долине одноименной реки, левого притока р. Степной Аламбай. Золотоносными являются отложения первой (высотой 1.22 м) и третьей (высотой 15 м) надпойменных террас. Протяженность продуктивных отрезков долины 0.5 и 1.5 км, средняя ширина 50–60 м. В отработанной части россыпи золото крупное, слабоокатанное, часто в сростании с кварцем. Встречались самородки весом до 600 г. Содержание золота составляло от 2 до 7 г/м<sup>3</sup> песков. По данным Л.В.Агафонова, А.С.Борисенко, Н.П.Бедарева в шлихах было зафиксировано 2 зерна минералов ЭПГ. Одно из них представлено сростком биотита с рутениридоосмином, содержащим заметное количество платины (мас. %) (Pt 3.83, Ir 13.27, Os 43.46, Ru 38.76, Rh 0.33). Другое зерно имело сложное зональное строение, обусловленное пятнистым распределением фазы, состоящей из изоморфной смеси RuS<sub>2</sub>, OsS<sub>2</sub> с примесью IrS<sub>2</sub>. Матрица зерна сложена лауритом. Пробность золота – 940 ‰.

**Россыпь р. Большая Иониха.** Известно два участка россыпи – в 2 км выше с. Иониха и у бывшего пос. Приисковский. Первый из них имел протяженность 2.5–3.0 км с содержаниями золота до 30 г/м<sup>3</sup>. Длина второго составила 1.3 км, ширина – 25 м, средняя мощность песков – 0.63 м, среднее содержание золота – 1.6 г/м<sup>3</sup>. Распределение золота в пласте равномерное, из примесей в небольших количествах установлена платина и осмистый иридий. В районе выхода серпентинитов количество минералов платиновой группы в россыпи составляло около 20 % от количества золота.

**Россыпь руч. Иродов Лог** аллювиальная долинная. Длина россыпи более 2 км, ширина – 8–12 м. Плотик неровный, сложен ортосланцами, диоритами, серпентинитами. Содержание золота в песках составляло до 1.5 г/м<sup>3</sup>. Золото крупное, слабоокатанное, пористое, иногда ветвистое, нередко в сростках с кварцем или в лимонитовой «рубашке», часто отмечались самородки весом от 400 г до 1.8 кг. По архивным дан-

Таблица 2

## Золотые россыпи западной части Алтае-Саянского региона

№ пп	Россыпная зона, узел	Россыпь	Добыто золота, т	Пробность	Группа состава
I	Салаирская	Таловка	0.47	940	II
		Иродов лог		920	II
		Бол. Иониха		935	II
II	Золото-Китатская	Кельбеская	28.5	740	IV
				810	III
		Камжелинская		850	III
				940	II
		Беренджак		783	IV
				865	III
		Ипчул		825	III
	960	II			
	Бизы	825	III		
		950	II		
	Федоровская	788	IV		
		828	III		
III	Мрасский	Мрассу		850	III
				950	II
		Унзас		870	III
		Быстрая		800	III
				990	II
		Дрезвочитная		836	III
		Карема		874	III
		Теба		850	III
		Заслонка		890	III
		Ортон		930	II
		Малый Ортон		950	II
		Колосс		900	II
Бол. Унзас	910	II			
Хомутовка	900	II			
IV	Чугунинский	Чугуна	1.5	890	III
		Чулта	0.3	890	III
		М. Король	0.01	900	II
V	Сийская	Сия	0.23	935	II
		Б. Ключ	0.19	930	II
		Каменная Сия	0.05	946	II
		Ушперек	0.21	915	II
VI	Каурчакская	Семеновская	0.45	680	IV
				810	III
				980	II
		Каурчакская		884	III
				907	II
Андоба	2.40	905	II		
Чаныш	0.87	913	II		

Окончание таблицы 2

№ пп	Россыпная зона, узел	Россыпь	Добыто золота, т	Пробность	Группа состава
		Манык	0.20	900	II
	Синюхинский	<b>Светлая</b>	<b>0.06</b>	<b>932</b>	<b>II</b>
		<b>Николаевка</b>	<b>0.02</b>	<b>933</b>	<b>II</b>
VII		Ушпа	0.43	900 950	II
		Сегилек	0.12	900 950	II
		Синюха	0.45	915 998	II I
		Косоворотская	0.06	912	II
		Копыловская	0.08	914	II
VIII	Солонешенский	Ануй	0.40	836	III
		<b>Карама</b>	<b>0.04</b>	<b>874</b> <b>948</b>	<b>III</b> <b>II</b>
		Клык	0.20	900	II
		Чуйка	0.30	910	II
IX	Кумирский	Красноярская	0.10	937	II
		Кытма	0.10	954	II
		Конопка		510	V
				605	
				700	IV
		Харальская		915	II
	560		V		
		760	IV		
		950	II		

Примечания: 1) таблица основана на данных А.А. Геращенко [2000], А.И. Гусева [2011] 2) жирным шрифтом выделены россыпи, в которых обнаружены зерна платиноидов; 3) группы золота по пробности (%): I – 1000–970, II – 969–900, III – 899–800, IV – 799–650, V – 649–400.

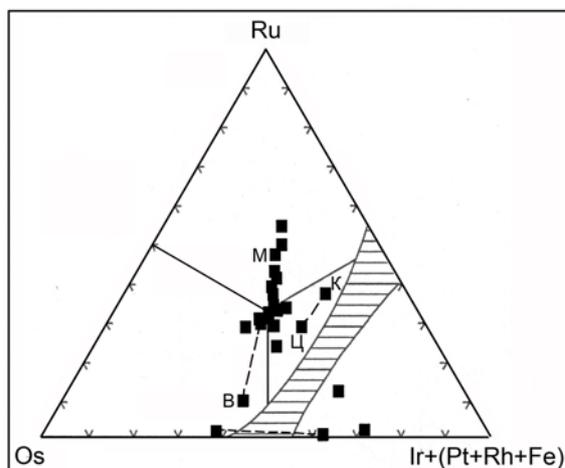


Рис. 2. Состав Os-Ir-Ru твердых растворов в системе Os—Ru—Ir+(Pt + Rh + Fe), россыпь р. Суенга, Салаир.

Заштриховано поле несовместности между гексагональными и кубическими фазами; штриховыми линиями соединены составы сосуществующих фаз или разных точек зонального кристалла. Значками обозначены: Ц — центр, К — край, М — матрица рутения, В — включение осмия [Толстых, 1999].

ным при отработке россыпи встречались платина и осмистый иридий, размеры добычи которых неизвестны. По данным Л.В.Агафонова, А.С.Борисенко, Н.П.Бедарева и др., в шлихах из Иродова Лога обнаружены минералы, представленные гексагональными твердыми растворами системы Os-Ru-Ir. Большинство их относится к рутениридосминам и только единичные зерна по составу отвечают самородному осмию и иридосмину. В одном из зерен рутениридосмина встречены закономернo-ориентированные, вытянутые в одном направлении, включения туламинита, несколько обогащенного никелем, указывающим на изоморфизм между туламинитом и ферроникельплатиной.

**Россыпь р. Николаевка**, левого притока р. Баранча аллювиальная долинная. Выделено два обособленных участка россыпи. Нижний участок начинается от устья долины, где он сочленяется с россыпью р. Баранча, протягивается на 1.2 км вверх при средней ширине 22 м. Содержания золота варьируют от первых десятых долей до 2.9 г/м<sup>3</sup> при единичных значениях до 5 г/м<sup>3</sup>. Золото окатанное, полуокатанное и слабоокатанное; 80 % металла приходится на фракцию +1.0 мм. Верхний участок россыпи начинается в 0.6 км выше устья кл. Ерусалимского и прослеживается на 1.1 км вверх по течению при средней ширине 24 м. Золото окатанное и полуокатанное. Наряду с золотом встречаются осмистый иридий (на 1 кг золота 1–2 г осмистого иридия) и весовые содержания хромита. Средняя пробность золота – 933 ‰.

**Россыпь кл. Ерусалимского** – правого притока р. Николаевка, аллювиальная долинная. Характеризовалась высокими содержаниями и крупным золотом. Протяженность россыпи – 0.7 км, средняя ширина – 20 м. В единичных выработках содержания металла достигали 3–5 г/м<sup>3</sup>. Золото россыпи повышенной крупности, пробность 960 ‰, окатанность низкая.

**Россыпь р. Светлой** – левого притока р. Баранча. Россыпь с промышленными содержаниями начинается от устья долины, где она сочленяется с россыпью р. Баранча и протягивается на расстояние в 5.4 км при ширине до 60 м и пережимами до 10 м. Верхняя часть россыпи характеризуется высокими содержаниями фракции +1.0 мм, составляющими от 63 до 95 %; фракции +0.56 и +0.28 мм в сумме имеют здесь резко подчиненные значения в количестве 5–18 %. На нижнем участке россыпи преобладает золото классов крупности +0.56 мм и +0.28 мм, составляющих соответственно 42 и 30 %, при содержании фракции +1.0 мм 20–33 %. Золото крупностью +0.1 мм отмечается в количестве до 5 %. Встречались самородки весом до 30–64 г в сростках с кварцем. Средняя пробность золота в россыпи р. Светлой составляет 931 ‰. Кроме золота, отмечались непромышленные содержания осмистого иридия и весовые значения хромита.

### Обсуждение результатов

В археологических памятниках на территории России микровключения платиноидов впервые были выявлены при изучении золотых изделий из могильников Кичигино I, Степное и Филипповка I в 2008 г. [Зайков и др., 2008; Shemakhanskaya et al., 2009]. Первый анализ распространения этих минералов в уральских артефактах был выполнен в работе «Осмиевый след по минеральным включениям в древних золотых изделиях» [Зайков и др., 2010]. Была определена связь платиноидов с россыпями золота, приуроченными к массивам гипербазитов. Сделанный тогда вывод о возможности выявления микровключений осмия в артефактах Сибири подтвердился последующими исследованиями [Дашковский, Юминов, 2012].

В Алтае-Саянском регионе каркас из платиноносных гипербазитовых зон разделяет блоки земной коры южнее Сибирской платформы [Пинус и др., 1958]. Могильники Ханкаринский Дол и Инской Дол располагаются на продолжении зоны Теркигского разлома, вмещающего гипербазиты (см. рис. 1). В 150 км восточнее могильников выявлено Каянчинское проявление хромитов с платиноидной минерализацией в виде вкрапленности осмия размером до 0.5 мм [Гусев, Кукоева, 2011]. Западнее этого участка распространены россыпи золота по рекам Карама, Ерусалим, Баранча, содержащие платиноиды.

Таким образом, на территории Салаира и Алтая имеется много объектов, которые могли служить источниками золота с примесью платиноидов. Добытое золото поступало в местные ювелирные мастерские, где превращалось в украшения, содержащие микровключениями минералов платиновой группы. В дальнейшем эти драгоценности обнаруживали археологи при раскопках курганов. Сравнение изделий, содержащих и не содержащих платиноиды позволит выяснить дополнительные критерии для определения признаков импортных и местных изделий.

Авторы благодарят А.М. Юминова, В.А. Котлярова, О.Л. Бусловскую за помощь в подготовке статьи.

*Исследования выполнены по госзаданию Минобрнауки (№ 33.264.2014к), а также поддержаны РФФИ (проект 15-05-00311).*

## Литература

- Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Алтайского Края. Бийск: АГАО им. В.М. Шукшина, 2011. 393 с.
- Гусев А.И., Кукоева М.А. Платина и платиноиды в офиолитах Салаира, Алтая и Горной Шории // Успехи современного естествознания, 2011. № 11. С. 20–23.
- Дашковский П. К., Усова И. А. Погребение пазырыкской культуры на могильнике Ханкаринский дол (Северо-Западный Алтай) // Археология, этнография и антропология Евразии, 2011. № 3 (47). С. 78–84.
- Дашковский П.К., Юминов А.М. Включения минералов платиновой группы в золотых изделиях из могильника Ханкаринский дол (Алтай) // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История, филология, 2012. Т. 11. Вып. 7. С. 50–55.
- Зайков В.В., Таиров А.Д., Юминов А.М., Чурин Е.И., Котляров В.А. Состав золотых изделий из курганов Южного Урала // Ранние кочевники Волго-Уральского региона. Оренбург: ОГПУ, 2008. С. 46–49.
- Зайков В.В., Зайкова Е.В., Котляров В.А. Осмиевый след по минеральным включениям в древних золотых изделиях. // Археология, этнография и антропология Евразии, 2010а, № 1 (41). С. 37–43.
- Толстых Н.Д., Лапухов А.С., Кривенко А.П., Лазарева Е.В. Минералы элементов платиновой группы в золотоносных россыпях Северо-Западного Салаира // Геология и геофизика, 1999. Т. 40. № 6. С. 916–925.
- Щербаков Ю.Г., Рослякова Н.В. Состав золотых изделий, источники металлов и способы их обработки // Феномен Алтайской мумии. Новосибирск: Изд-во ИГиЭ СО РАН, 2000. С. 179–187.
- Harris D., Cabri L. Nomenclature of platinum-group-element alloys: review and revision // Can. Min., 1991. V. 29. P. 231–237.
- Shemakhanskaya M., Treister M., Yablonsky L. The technique of gold inlaid decoration in the 5th-4th centuries BC: silver and iron finds from the earlier Sarmatian barrows of Filippovka, Southern Urals // Universitires de Rennes. ArchaeoScience № 33, 2009. P. 211–220.

**Ю.П. Шубин, Ю.М. Бровендер**  
*Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск,*  
*info@dmmti.edu.ua*

### **Особенности химического состава палеометалла Днепро-Донского региона**

В настоящее время создана значительная источниковая база по химическому составу металлических изделий эпохи палеометалла – от энеолита до поздней бронзы Днепро-Донского региона. Известно, что химический состав древнего металла определяется вещественным составом руд, а также легирующих добавок, искусственно вводимых в металл для придания ожидаемых свойств.

Результаты экспериментальных выплавов медных руд Картамышского рудопроявления Бахмутской котловины Донбасса, относящихся к формации медистых песчаников, активно разрабатываемых в эпоху поздней бронзы, показали, что их результатом является медь [Бровендер, 2013]. Содержания бронзообразующих элементов в последней не достигает минимально необходимого количества 0.45 % [Справочник металлиста, 1976]. Следовательно, мышьяковистая бронза, представленная в составе металлических изделий, в том числе и на Картамышском археологическом микрорайоне [Бровендер, Коваленко, 2009], является результатом искусственного введения бронзообразующих примесей.

На ранних этапах палеометаллической эпохи, преимущественно ранней и средней бронзы, повышенную мышьяковистость бронз исследователи связывают с легкоплавкостью руд других генетических типов, связанных с повышенной железистостью вмещающих горных пород (базальты, дуниты, серпентиниты). Таким образом, становится понятным, что исходный состав руд влияет на состав полученного металла, передавая ему весь спектр содержащихся химических элементов, а также на температуру и длительность металлургического передела, что приводит к интенсивному удалению легколетучих компонентов, таких как мышьяк [Отрощенко, 2007]. Ранее нами было замечено, что в процессе остывания расплавленного металла, в его объеме происходит процесс стратификации вещества на макроуровне (включения инородных фаз) и на микроуровне (изоморфные смеси и интерметаллические соединения) [Шубин, Бровендер, 2014а]. Содержания бронзообразующих элементов в полученных нами экспериментальных слитках в разных слоях различались в сотни и тысячи раз. Так, технология легирования оловом в эпоху поздней бронзы наложила свой отпечаток на состав оловянистой бронзы, привнося вместе с оловом дополнительные химические элементы. Изучая проблему химического состава древнего металла нельзя обойти вниманием необходимость учета переплавки металлического лома (скрапа) отслуживших металлических изделий. Разумеется, все эти особенности необходимо учитывать при анализе химического состава металлических изделий разных исторических эпох.

При характеристике химического состава металла эпохи энеолит-бронза Днепро-Донского региона нами отмечены значимые содержания бронзообразующих примесей (> 0.4 %), а также повышенные содержания (от 0.01 %) типоморфных примесей, в большинстве случаев отражающие особенности химического состава исходных руд. Так, в последнее время появляются публикации, в которых акцентируется

внимание на повышенном содержании хлора в металлических изделиях. Как нам представляется, выявленная тенденция связана с пространственно-генетической связью месторождений медных руд формации медистых песчаников и месторождений каменной соли [Кисляков, Щеточкин, 2000]. В этой связи повышенное содержание хлора в металле можно считать типоморфным химическим элементом меднорудных объектов, относящихся к формации медистых песчаников.

Анализ результатов спектральных анализов металлических изделий эпохи энеолита Днепровско-Донского региона позволил проследить некоторые тенденции. Для эпохи раннего энеолита (скелянской культуры по Ю.Я. Россомакину) характерна принадлежность всех изделий к группе преимущественно химически чистой меди. В эпоху позднего энеолита появляются и металлические изделия, изготовленные из мышьяковистой бронзы. Содержание As, в среднем, 0.58 %, Ni 0.19 %, Pb 0.01 %, Ag 0.05 %. Повышенное содержание никеля характерно для ультраосновных комплексов магматических горных пород, с которыми вероятно и связаны меднорудные объекты, которые разрабатывались в энеолите. В металлических изделиях ранней бронзы ямной КИО (12 спектральных анализов) отмечены бронзообразующие содержания мышьяка (среднее 1.3 %). Для металлических изделий эпохи средней бронзы (катакомбная КИО, 34 анализа) характерны повышенные содержания As 0.3 %, Pb 0.1 %, Ag 0.03 %, Sn 0.06 % и Sb 0.02 %, что существенно отличается от предыдущего комплекса примесей. Появление олова может свидетельствовать о повышении кислотности рудообразующих комплексов горных пород. В эпоху поздней бронзы (срубная КИО, 179 анализов) отмечаются резко повышенные содержания Sn 2.3 %, Sb 0.47 %, As 0.47 %, Fe 0.5 %, Ni 0.1 %, Ag 0.02 %. Искусственное добавление олова вынуждает более детально рассматривать содержания других примесей в связи с нарушением примесного состава металла. Повышенное содержание мышьяка, не характерное для медных руд формации медистых песчаников, наводит на мысль об искусственном введении этого элемента в металл, подобно олову. В металлических изделиях из погребений срубной КИО повышенное содержание олова составило, в среднем, 2 %. В изделиях из погребений катакомбной КИО фиксируется аналогичный уровень содержания примесных элементов. Различия, как количественные, так и качественные в содержаниях бронзообразующих примесей изделий, происходящих из бытовых памятников, а также из погребений, возможно, связаны со специальным изготовлением металлических изделий, как для бытовых нужд, так и для погребальных целей.

В настоящее время мы располагаем исключительно данными химического состава слитков эпохи поздней бронзы. Слитки меди эпохи энеолита-средней бронзы на территории Днепро-Донского региона практически не известны. Химический состав всех металлических слитков эпохи поздней бронзы позволяет отнести их к меди. При разнообразии химического состава металлических изделий, это наводит на мысль об искусственном введении в дальнейшем легирующих примесей для получения бронз необходимого качества. Последнее практически сводит на нет возможность увязки металла к сырьевой базе. При этом повышенное содержание примесных химических элементов может служить типоморфным признаком принадлежности меднорудного сырья к определенным формационным типам, что существенно сужает спектр поиска источника меднорудного сырья для древнего металлопроизводства. Так, в слитках меди эпохи энеолита среднее содержание Fe составило 0.3 %, Mn 0.017 %, Ag 0.02 %. Для эпохи поздней бронзы (срубная КИО) отмечаются средние содержания свинца и мышьяка 0.04 %, а сурьмы 0.09 %.

Таким образом, по нашему мнению, для решения вопросов увязки палеометалла к сырьевой базе на основе особенностей химического состава палеометалла, следует использовать данные по химическому составу металлических слитков.

Рассмотрение химического состава металла Днепро-Донского региона весьма интересно в ретроспективе. Интересно также его рассмотрение по группам, в зависимости от функционального назначения изделий.

Изучение химического состава металлических украшений эпохи палеометалла исследуемого региона показало, что в эпоху энеолита данная группа изделий представлена, в основном, медью; в эпоху ранней (ямная КИО) и средней (катакомбная КИО) бронзы, преимущественно, мышьяковистой бронзой (до 3.5 % мышьяка для ранней бронзы, до 16 % – средней бронзы), а в эпоху поздней бронзы – оловянистой бронзой (до 0.47 %).

Сплав, в составе которого присутствует высокое содержание мышьяка внешне напоминает серебро, поскольку серебро в древности ценилось намного выше, чем медь, и не вызывает удивления ее высокое содержание в украшениях.

Орудия энеолита (долота и шилья) представлены мышьяковистой бронзой (содержания мышьяка 0.55–1.2 %). Орудия ямной КИО (шилья) представлены мышьяковистой бронзой (содержание мышьяка 0.4–0.7 %). Орудия/оружие катакомбной КИО (шилья, топоры) представлены мышьяковистой бронзой (содержание мышьяка 1.9–2.7 %). Орудия/оружие катакомбной КИО (ножи) представлены мышьяковистой бронзой (содержание мышьяка, в среднем, 4.5 %).

Наибольшего расцвета бронзолитейное производство достигает в эпоху поздней бронзы (срубная КИО). В это время, несмотря на бедный металлческими изделиями погребальный инвентарь, отмечается расширение номенклатуры бронзовых изделий разного функционального назначения, что и позволяет проследить связь между химическим составом металла и конкретным видом изделий. Обобщение по химическому составу оружия (кельты, наконечники копий, стрел, бритвы) эпохи поздней бронзы (бережновско-маёвская срубная КИО), высокое содержание примесных бронзообразующих элементов - средние содержания олова – 6.2 %, мышьяка – 0.5 %. В химическом составе орудий (шило, тесло, долото) отмечено олово – 1.3 %, в составе украшений – 0.47 %. Известно, что прочностные свойства оловянистой бронзы нарастают до достижения 25 % олова в бронзе. В этой связи совершенно четко прослеживается, что оружие, требующее максимальные прочностные характеристики максимально легировано, тогда как украшения – минимально, причём среднее содержание олова соответствует минимально возможному – граничному содержанию олова в бронзе (табл.). Как и в погребальном обряде, так и в химическом составе бронзообразующих элементов изделий эпохи поздней бронзы прослеживается прагматизм населения срубной общности [Отрощенко, 2007].

Общий анализ химического состава изделий из бронзы разного функционального назначения эпохи поздней бронзы Днепро-Донского региона (наконечники стрел, топоры, долота, шилья, иглы, бусы, подвески и т. д.) позволил сделать вывод о том, что каждый тип изделия характеризуется своим спектром и концентрацией легирующих добавок. Как известно, последнее определяет прочностные свойства металла, а значит и функциональные характеристики изделий. Такая связь и взаимообусловленность как раз и может объяснить вариации состава и содержаний бронзообразующих примесей. Содержания мышьяка в разных изделиях различно, что также свидетель-

Таблица

**Средние содержания химических элементов в металлических изделиях покладам  
разного функционального назначения эпохи поздней бронзы (срубная КИО)**

Тип изделия по функциональному назначению	Sn	As	Sb	Ag	Pb	Fe
Оружие	6.2	0.5	0.05	0.03	-	0.1
Орудия	1.3	0.23	0.035	0.04	0.04	-
Украшения	0.47	0.20	0.06	0.01	0.03	0.21
Слитки	0.0015	0.01	0.035	0.003	0.015	0.06

ствует об изготовлении специальных сортов бронзы. Так, ножи ямной КИО, а также ножи, топоры катакомбной КИО изготовлены, преимущественно из мышьяковистых бронз (первые проценты *мышьяка*), очевидно, для придания требуемой повышенной твёрдости изделиям. В эпоху поздней бронзы *олово* также вводилось в сплав искусственно, что подтверждается практически полным его отсутствием в исходных рудах. Это обусловлено тем, что медь и олово концентрируются в различных геохимических условиях [Кисляков, Щеточкин, 2000]. Более выразительное распределение искусственно привнесённых примесных элементов наблюдается в эпоху поздней бронзы в металлических изделиях срубной КИО. В ножах содержания олова достигают 25 %, в кинжалах и топорах – до 10 %, серпах – до 20 %, наконечниках копий – до 20 %, стрелах – до 7.5 %, шильях – до 7 %, иглах – до 5 % [Шубин, Бровендер, 2014б].

### Литература

- Бровендер Ю.М., Коваленко О.А.* Металл с поселения срубной общности Червоне озеро 3 в Центральном Донбассе // Проблемы археологии Подніпров'я. Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. С. 75–79.
- Бровендер Ю.М.* Опыт экспериментальных исследований по выплавке меди из руд Картамышского рудопрооявления Донбасса // Экспериментальная археология. Взгляд в XXI век. Ульяновск, 2013. С. 127–151.
- Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н.* Гидрогенное рудообразование. М: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. 608 с.
- Отроценко В.В.* Культурні та часові особливості використання металу в поховальних ритуалах зрубної спільноти // Проблеми гірничої археології: Матеріали VI-го міжнародного Картамышского польового археологічного семінару. Алчевськ: ДонДТУ, 2007. С. 40–52.
- Справочник металлста. Т2, ред. А.Г. Рахштада и В.А. Брострема, «Машиностроение», М., 1976 г.
- Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.* Исследование вещественных свидетельств производственной деятельности в Картамышском археологическом микрорайоне (Донбасс) // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрО РАН, 2014б. С. 118–12
- Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.* Распределение элементов-примесей в процессе выплавки меди // Сб.науч. тр. ДонГТУ, Вып.1 (42). Алчевск, 2014а. С. 107–111.
- Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.* Особенности химического состава палеометалла Днепро-Донского региона.

**О.Ю. Макарова**  
*ГАОУК СО СОКМ, Сысертский краеведческий музей, г. Сысерть,  
makarowaolga2013@yandex.ru*

### **«Золотые россыпи былого» – золото сысертских заводов (Средний Урал)**

История добычи золота на Урале традиционно ведет отсчет с находки Ерофея Маркова, положившего начало Березовским промыслам в 1747 г. [Мархинин, 1987]. В действительности, первая добыча золота на Урале и в России началась в ноябре 1745 г. на Шилово-Исетском руднике (63 версты к ЮВ от тогдашнего Екатеринбургa, на правом берегу р. Исети), что впоследствии было забыто [Шевалев, 2011; Корепанов, Курлаев, 2013]. Месторождение меди было здесь открыто в 1735 г. отставным солдатом Иваном Кралиным.

В 1745 г. на Шилово-Исетском медном руднике, приписанном к Сысертскому заводу «Имени Императрицы Анны», обнаружено самородное золото штейгером Штором, о чем было послано донесение в Берг-коллегию. Откуда 20 декабря 1745 г. в Канцелярию Главного правления сибирских и казанских заводов послан указ: «...велено разрабатывать и производить пробы золота на Шилово-Исетском медном руднике» (РГАДА, Ф.248, Кн.945, Л.517) [Шевалев, 2011]. И уже 29 декабря 1745 г. Берг-коллегия отрапортовала Правительствующему Сенату об открытии рудного золота на Урале. К концу 1745 г. на Сысертский завод доставили чуть более тысячи пудов медной руды с Шилово-Исетского медного рудника. В январе 1746 г. А. Порошин провел первые плавки. Из 80 кг меди извлекли золота 67.19 г. [Шевалев, 2011]. Но месторождение оказалось небогатым. За три года по декабрь 1748 г. медной руды добыто немногим больше 17000 пудов, из которой получено золота чуть меньше двух фунтов (фунт – 409.51 г). Золотодобыча на Шилово-Исетском руднике продолжалась на протяжении 1750–1760<sup>x</sup> гг.

В 1763 г. посадский человек Иван Васильевич Кожевников открыл на берегу Сысерти (напротив 1-ой речки по дороге на В. Сысерть) богатое месторождение золота в песках, но в те времена золото разрешалось добывать только государству и место, где находили золото, переходило в государственное ведение (казна имела исключительное право), что было невыгодно заводовладельцам. Поэтому владелец Сысертского горнозаводского округа Алексей Федорович Турчанинов дал богатую взятку жандармерии, Кожевникова арестовали и били плетьюми [Кузин, 1961]. Но уже в 1764 г. Турчанинов обратился в Берг-коллегию «о выдаче указа на прииск золотых и серебряных руд». В дело вмешался А.А. Мусин-Пушкин, который удостоверился в правильности показаний Кожевникова, освободил его и наградил. Турчанинов же на месте обнаружения золотосодержащих руд построил дом, чтобы сделать невозможным обследование места.

В 1794 г. сын И.В. Кожевникова бомбардир Василий Иванович Кожевников, добившись личной аудиенции у Павла I, поднял дело о найденных его отцом в 1763 г. золотосодержащих пород на землях Сысертского завода и добился его пересмотра. И в 1797 г. при повторной проверке под наблюдением губернатора золото было получено, но в небольшом количестве, невыгодном для разработки.

В 1799 г. мастерской Сысертского завода Варлам Еремин объявил в бывшую Канцелярию Главного заводов правления о найденных им в лесной дистанции Сысертского завода золотосодержащих приисках (ГАСО.Ф.24. Оп.1. Д.1186. Лл.367–377; Оп.2.Д.1309) В связи с этим 31 мая 1799 г. из Березовской золотых промыслов горной конторы – в Канцелярию Главного заводов отправлен рапорт с предписанием на золотосодержащий прииск, состоящий в дачах Сысертского завода, отправить группу специалистов для разведки и разбора руд по разным видам с доставкой по сортам на Уктусский или Екатеринбургский заводы. А 9 июля 1803 г. Указом Государственной БергКоллегии предписано находящемуся при Чусовских рудниках смотрителю, Берг-гешворену Манулову, запросить мастерского Еремина от Сысертской конторы, для разработки объявленных им золотых приисков, «и какая в оных окажется благонадежность, начальству донести с приложением плана и руд для пробы, с тех приисков». (ГАСО Ф.24.Оп.2.Д.2010). Уже 8 августа 1803 г. на заводские дачи господ наследников Турчаниновых командированы чиновники. Сысертской конторе предписано оказывать «должное вспоможение».

В 1804 г. на Сысертском заводе побывал профессор из Перми Никита Попов, который в описании заводов отметил: «...вблизи Сысертского завода в песчаных россыпях добывают золото, и весьма богатое. Во всех делах этих (Сысертских) заводов находились золотоносные россыпи, где добывали золото. Изредка при промывке песков получалась и платина, которая в то время была металлом малоизвестным. О богатстве золотоносных россыпей можно судить по тому, что на одном из приисков, находящемся близ Сысертского завода (у Первой речки по Верх-Сысертской дороге) в один летний день было вымыто чистого золота 50 фунтов (20 кг)» [Колегов, 1984; Русская старина, 1890].

В 1812 г. после издания закона, позволяющего заниматься золотодобычей всем частным лицам на Урале, эта отрасль всерьез укоренилась в Сысертском горном округе. В 1812 г. Сысертские заводы арендовали земли у Уктусского завода и вели добычу золота в россыпи и шахте у Шабров.

В 1821 г. открыто золото в кварцевых жилах на Верхней Сысерти [Архипова, 2001]. 30 мая 1823 г. Пермскому Берг-инспектору из Пермского горного правления отправлено донесение: «... Сверх сего, найдены так же признаки золотосодержащих руд и песков и в грани Сысертских наследников Турчанинова заводов, которые еще не разведаны и о разведке коих... будет доложено...» (ГАСО Ф.24.Оп.33.Д.1231). В.В. Данилевский в своем труде «Русское золото. История открытия и добычи до середины XIX в.» [1959] пишет, что в 1923 г. Управление Сысертским горным округом собралось приступить к масштабной разработке золотоносных россыпей (в отчетах фигурировали одиннадцать еще «недействующих» приисков).

1823 г. стал началом масштабной разработки В.Сысертского и Поскакухинского (Полевское) золотых приисков, которые находились в ведении заводов. Ранее добыча золота в отчеты заводов не входила. Прииски разрабатываются заводо-владельцами и старателями (арендаторами) [Колегов, 1984]. Управляющий Сысертскими заводами К.И. Кокшаров во второй статье «Сысертские горные заводы» в Пермских ведомостях за 1856 г. сообщает, что в 1826 г. добыча золота простиралась до 3-х с лишним пудов.

В конце XVIII в. механик Меджер с целью экономии дров и леса изобрел способ применения торфа в заводском производстве при пудлинговании. Также для облегчения труда по добыче торфа он изобрел паровую машину, которая одновременно добывала торф и промывала пески под торфом (салку), извлекая из песков золото.

В 1827 г. его машины успешно испытали в Нижне-Исетске, Миассе и Сысерти. «...залежи торфа здесь (в Сысертской даче) замечательны тем, что под ними находится мелкий песок (салка), содержащий золото...» [Менделеев, 1949]. Министр финансов дал указание Пермскому Берг-инспектору, чтобы Екатеринбургская золотосплавочная фабрика ежемесячно принимала золото у Турчаниновых и выплачивала за него деньги на оплату вольных работников (ГАСО Ф.24. Оп.33. Д.1419).

10 июня 1829 г. Сысертский завод посетили великий немецкий ученый географ и путешественник-исследователь Александр Гумбольдт и знаменитый ботаник Эренберг. Гумбольдт и его спутники осмотрели завод и золотой прииск. Александр Гумбольдт отметил, что месторождение (Верх-Сысертское) действительно богатое. Разрабатывали его в то время 64 рудокопа. Потом гостей приняли в доме Турчаниновых, им был дан обед, на котором Гумбольдту подарили крупный самородок золота весом 3.5 кг. «Золотая лихорадка» привела к тому, что заводских рабочих в ущерб заводам снимали с основного производства и отправляли на прииски.

В 1833 г. на Сысертском золотом прииске В. Любарский обнаружил осмистый иридий в платине, похожий на серебро, после его изучения в Германии минерал назвали сысертскитом [Колегов, 1984].

К.И. Кокшаров в статье «Сысертские горные заводы» [1856] пишет, что в 1837 г. на Сысертских золотых приисках намыто только 7 пудов золота. С 1823 г. по 1895 г. в даче Сысертского завода с золотоносных россыпей добыто золота более 1066 пудов. Действующих приисков восемь: Сысертский, Благовещенский (жильный), Каменский, Пасакухинский, Железевский, Кунгурский, Кособродский и Мочаловский. Всех же золотоносных россыпей до 106, из них не действующих – 69.

Владельцам Сысертского горного округа из-за экономического кризиса начала XX в. пришлось в 1903 г. остановить Верх-Сысертский завод. Основная часть трудоспособного населения ушла работать на золотые прииски, территория которых началась от северной окраины заводского поселка, сразу за огородами. В отчете за 1906 г. Сысертского округа числится 9 приисков: «В Сысертской даче – 4, в Полевской – 2 золотых и один платиновый, в Северской даче – 3» (ГАСО Ф.46. Оп.1. Д.316). В 1914г. «...значительное уменьшение добычи золота произошло по Сысертскому горному округу главнейшим образом, вследствие истощения залежей россыпного золота». (ГАСО Ф.24. Оп.22. Д.78) С 1916 г. в Сысертской даче попутно с золотом добывали и платину. Еще с середины 19 века платину добывали около Большого Сысертского озера (ГАСО. Ф.65. Оп.1. Д.112).

За весь дореволюционный период было на Сысертских рудниках обработано 113000 тонн золото-кварцевой руды и получено 600 кг золота [Рудники, 2014]

## Литература

*Архипова Н.П.* Природные достопримечательности Екатеринбурга и его окрестностей. Екатеринбург: АКВА-ПРЕСС, 2001. 186 с.

*Данилевский, В.В.* Русское золото. История открытия и добычи до середины XIXв.: Учеб. пособие. М.: Металлургиздат, 1959. 380 с.

*Кузин А.А.* История открытий рудных месторождений в России до середины XIX в. Москва, 1961. 223 с.

*Кокшаров К.И.* Сысертские горные заводы. Статья 2. Пермь, 1856. 31 с.

*Колегов В.М.* Документы о Сысерти (третий переработанный по хронологии вариант). Декабрь 1984 г. Фонды Сысертского краеведческого музея. Личное дело В.М. Колегова.

*Локерман А.А.* Загадки русского золота, М.: Наука, 1978. 116 с.

*Марфунин А.С.* История золота. М.: Наука, 1987. 245 с.  
*Менделеев Д.И.* Сочинения. Том 12. Работы в области металлургии. Ленинград–  
Москва: Издательство Академии наук СССР, 1949. 261 с.  
Рудники Урала - Верх-Сысертский рудник 2014; [mishainik.livejournal.com/157109.html](http://mishainik.livejournal.com/157109.html)  
Русская старина. С.-Петербург, 1890. Т.65. 223 с.  
*Шевалев В.* Первое золото России / Поисковик Урала. Кладоискательство, Краеве-  
дение; [poiskovik-urala.ru/ index...2011-11 - 12-14...2013-06-19](http://poiskovik-urala.ru/index...2011-11-12-14...2013-06-19).

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

*С.Ю. Давыденко*

*Центр развития дополнительного образования детей, г Иркутск,  
sofydav@mail.ru*

### **Открытие нового памятника древней металлургии железа в Приольхонье (Западное Прибайкалье) по магниторазведочным данным (научный руководитель С.В. Снопков)**

Летом 2014 года в Приольхонье (западное Прибайкалье) работала очередная краеведческая экспедиция Центра развития дополнительного образования Иркутской области. Одним из исследовательских проектов, реализуемых в рамках экспедиции, было изучение следов древней металлургии в Приольхонье.

Целью данной работы была реконструкция металлургического центра на участке «Курминское озеро б» по результатам магниторазведочных работ.

Участок компактного скопления шлаков «Курминское озеро б» был обнаружен ещё в 2004 году, но оставался неисследованным. Участок находится на восточном краю возвышенного холма, в 1.5 км северо-восточнее дер. Курма, и в 300 м на юг от дороги «Курма – Зама». Холм со всех сторон ограничен болотно-луговой низиной. В центре участка находится слабовыраженное поднятие диаметром около 3 м. По всей территории участка (более 500 м<sup>2</sup>) обнаруживаются кусочки шлаков, обожженной глины, фрагменты железных изделий. Магниторазведочная съемка на участке «Курминское озеро б» выполнялась с помощью геофизического протонного магнитометра ММП-203. Опираясь на опыт предшествующих работ, была использована следующая методика съемки: сеть – 0.5×0.5 м; высота расположения датчика – 0.5 м. Съемка была проведена на участке 15×20 м (300 м<sup>2</sup>).

Проведенные исследования выявили, что магнитное поле на участке имеет следующую структуру: в центральной части участка выделяется 2 локальные аномалии, с интенсивностью до 350–400 нТл. Первая аномалия имеет изометричную форму и диаметр 2–2.5 м. Вторая аномалия расположена на удалении 3 м в северо-восточном направлении, и имеет неправильную (крестообразную) форму, размером 2.5–3 м. По форме первая аномалия соответствует металлургическому горну, вторая – предположительно вызвана либо частично разрушенным горном, либо скоплением отходов металлургического производства.

Анализ полученной информации при изучении участка позволил сделать вывод, что изучаемый памятник принципиально отличается от тех памятников древней металлургии, которые были изучены ранее.

1) Отсутствуют следы предгорновой ямы. Все изученные ранее металлургические центры имели предгорновую яму, по краям которой располагались железовосстановительные горны [Снопков и др., 2012] На участке «Курминское озеро б» следов подобной ямы не наблюдается, а в районе аномалий, наоборот, находятся небольшие возвышенности.

2) Форма и расположение аномалий магнитного поля. На изученных ранее участках горны выделяются аномалиями диаметром 1–1.5 м и амплитудой 100–

200 нТл. На участке «Курминское озеро б» аномалии более крупные: амплитуда достигает 400 нТл, а диаметр – 2.5–3 м. Для всех изученных ранее памятников характерно расположение горнов (и соответственно магнитных аномалий) по периметру предгорновой ямы, на данном участке вблизи горнов предгорновая яма отсутствует.

3) Типы шлаков. На памятниках, изученных ранее, основная масса обнаруженных шлаков относится к выпускным шлакам, у которых отчетливо видны следы течения. Большинство шлаков изучаемого участка, является донными шлаками (то есть шлаками, которые не вытекали из горна, а застывали прямо в рабочей камере).

4) Большое количество фрагментов железных изделий и кусочков металла. Ни на одном из изученных ранее участков не обнаружено ни кусочка чистого металла, что свидетельствует о большой ценности металла и бережном отношении к нему. На участке «Курминское озеро б» нами было обнаружено большое количество фрагментов железных изделий и кусочков чистого металла. Это говорит, о том, что железо уже получалось в гораздо больших объемах, чем ранее, и отношение к железу в этот период уже было менее бережливое.

По результатам анализа результатов исследования были сделаны следующие выводы:

1. Проведенный анализ позволил сделать вывод, что металлургический центр «Курминское озеро б» отличается от тех металлургических центров, которые были изучены в районе дер. Курмы ранее. Обнаруженные горны отличаются большими размерам и технологией сооружения. В отличие от других участков горны участка «Курминское озеро б» соорудались не на краю предгорновой ямы.

2. Большой размер горна, преимущественная встречаемость донных шлаков, большое количество обнаруженных фрагментов железных изделий, позволяют сделать вывод о более позднем возрасте изучаемых горнов, по сравнению с изученными ранее. На карте побережья озера в лоции Байкала, составленной Ф.К. Дриженко в начале XX века, на территории, где находится участок «Курминское озеро б», располагается бурятский улус. Возможно, обнаруженные горны относятся к периоду XIX – начала XX веков.

3. Опираясь на литературные данные, можно предположить, что изучаемый горн относится к типу горнов, у которых рабочая камера горна, цилиндрической формы, сооружалась на поверхности земли из кирпичей, камней и глины. Ниже поверхности земли располагался поддон, в который стекали и затем застывали шлаки, а также скапливались куски крицы (чистого железа). На уровне поверхности земли в горн вставлялись воздуходувные трубки, по которым с помощью мехов в горн нагнетался воздух. Подобные горны, находили на берегах Ангары. Осенью 2014 года три подобных горна были обнаружены в окрестностях п. Еланцы. Две аномалии магнитного поля оконтуривают местоположение поддонов двух подобных горнов. Возможно, также, что северо-восточная аномалия, связана не с горном, а со скоплением шлаков, кирпичей, отходов кузнечного производства. Окончательно этот вопрос может быть решен только в ходе раскопок.

Таким образом, результатом работы детской экспедиции 2014 года стало обнаружение железовосстановительных горнов, по устройству существенно отличающихся от горнов изученных ранее в данном районе. Открытие этого археологического памятника – новая страница в изучении древних технологий получения железа. И эти исследования необходимо продолжить.

## Литература

Снопков С.В., Зувев А.А., Репина И.А. Следы древней металлургии железа в Тункинской долине (республика Бурятия) // Социогенез в Северной Азии. Сборник научных трудов. Иркутск, 2005. С. 215–221.

Снопков С.В., Харинский А.В. Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Материалы III Международной научной конференции. 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 элгинское время // Известия Лаборатории древних технологий. Вып. 2. Иркутск, 2004. С. 167–187.

*В.Э. Данилевская*

*Центр развития дополнительного образования детей, г. Иркутск,  
sofydav@mail.ru*

### **Использование глины при сооружении железвосстановительных горнов раннего железного века в Приольхонье (западный берег Байкала)**

(научный руководитель С.В. Снопков)

В течении почти двух десятков лет в Приольхонье (западное Прибайкалье) работают детские комплексные краеведческие экспедиции Центра развития дополнительного образования детей Иркутской области. Одним из исследовательских проектов, реализуемых в рамках экспедиции, является изучение памятников древней металлургии.

Целью работы было изучение способов применения глины при строительстве железвосстановительных горнов на основе анализа обнаруженных фрагментов обмазки и кирпичей.

Скопления металлургических шлаков, по которым обнаруживают металлургические центры, как правило, сопровождаются кусочками обожженной глины. Большое количество кусков глиняной обмазки и фрагментов кирпичей (перемешанных с обломками железосиликатных шлаков) были обнаружены при раскопках металлургических центров в распадке Барун-Хал и вблизи Курминского озера, датируемые началом нашей эры [Снопков и др., 2003; Харинский и др., 2004].

Во время раскопок в распадке Барун-Хал (п.Черноруд) из раскопа площадью 80 м<sup>2</sup> было извлечено более 520 кг фрагментов кирпичей и обожженной глины; на участке «Курминское озеро 1» из раскопа площадью 78 м<sup>2</sup> извлечено более 170 кг. [Харинский и др., 2004] Это свидетельствует о том, что глина являлась необходимым и важнейшим материалом для сооружения железвосстановительных горнов.

Изучение более 300 кусков обожженной глины позволило разделить их на 3 группы :

- 1) фрагменты глиняной обмазки;
- 2) фрагменты кирпичей;
- 3) фрагменты глиняных сопел.

1. Фрагменты глиняной обмазки встречаются в большом количестве при раскопках горнов. Футеровка проводилась глиной, с использованием арматуры из прутьев. Обнаружено большое количество фрагментов обмазки с отверстиями, которые остались от прутьев. Фрагменты обмазки, как правило, имеют сильно обожженную, зачастую оплавленную поверхность с одной стороны, иногда с подтеками шлаков.

Обнаружено несколько фрагментов глиняной обмазки с отверстиями для сопел (диаметром – 3–4 см), что свидетельствует об использовании принудительного поддува воздуха. Эти фрагменты относятся к обмазке каменно-кирпичного сооружения, перекрывающего нижнее отверстие горна.

2. Особенностью приольхонских металлургических горнов является использование кирпичей в конструкции горнов. При раскопках было обнаружено большое количество фрагментов плоских и изогнутых кирпичей различной формы: прямоугольных, ромбовидных, клинообразных, но подавляющее большинство кирпичей – треугольные. Чаще всего встречаются обломки кирпичей с углами «30°–120°–30°», реже с углами «60°–60°–60°», «45°–90°–45°» (или «40°–90°–50°»). Толщина барунхальских кирпичей преимущественно 3–4 см, очень редко до 5.5 см. Курминские кирпичи более массивные, имеют толщину – 6 см, реже 3–3.5 см. Встречаются кирпичи-клинья с углами 10–15°.

Для изготовления кирпичей использовалась суглинки, которые широко распространены на этой территории. В районе Курминского озера делювиально-пролювиальные суглинки обогащены слюдой. В обычном состоянии слюда заметна лишь при внимательном рассмотрении, но при нагревании слюда увеличивается в объеме, и поэтому кирпичи получались слоистыми.

Формовали кирпичи вручную и использовали при создании горна необожженными, так как такому кирпичу можно легко придать необходимую форму. На поверхностях кирпичей много следов оставленных орудиями труда, а также приглаживания и прижимания пальцами. Треугольные кирпичи, предположительно, использовались при сооружении перекрытий нижних и верхних отверстий горна. Они часто оплавлены до стекловатого состояния. Нередко в них обнаруживаются отверстия диаметром до 8 мм – следы арматуры из прутиков.

3. Значительно более редкими находками являются фрагменты воздуходувных трубок. Всего было обнаружено 6 фрагментов. Внешний диаметр трубок достигает 3–4 см, внутренний – 1.5–2 см.

Во всех раскопанных горнах все обнаруженные кирпичи находились не в первоначальном положении. Все горны после использования были вычищены и законсервированы – заложены кусками обмазки и кирпичами.

В заключение можно отметить, что использование глин (суглинков) для футеровки горна, изготовления кирпичей и воздуходувных трубок являлось одним из важнейших элементов технологии получения железа. Использование кирпичей необычной треугольной формы определялось, в первую очередь, формой горна. Использование кирпичей разнообразного вида позволяло древним металлургам проводить футеровку горна и перекрытие выходов из рабочей камеры.

## Литература

*Снопков С.В., Ретина И.А.* Использование кирпичей при сооружении железовосстановительных горнов в Прибайкалье // Социогенез Северной Азии: прошлое, настоящее, будущее.

Материалы региональной научно-практической конференции. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2003. С. 111–113.

*Снопков С.В., Харинский А.В.* Metallургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Материалы III Международной научной конференции. 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.

**О.П. Зарицкий**

*Центр развития дополнительного образования детей,  
г. Иркутск, zaritskiy@yandex.ru*

**Опыт реконструкции технологии получения железа,  
используемой древними жителями Прибайкалья**  
(научный руководитель С.В. Снопков)

Цель данной работы – реконструкция металлургического процесса, использованного древними жителями Прибайкалья, путем эксперимента по практическому получению железа с помощью ямного сыродутного горна.

*Изготовление сыродутного железовосстановительного горна.* Форма и размеры горна были выбраны по подобию с горнами, обнаруженными археологами в Приольхонье. [Снопков и др., 2012] В плотном суглинке была выкопана предгорновья яма, глубиной 1.5 м. В стенке ямы был выкопан воронкообразный горн, верхняя фурма (отверстие) которого выходила на поверхность грунта, а нижняя – в предгорновую яму. Горн сделан в виде перевернутой наклонной треугольной пирамиды с закругленными ребрами. Верхняя фурма имеет форму равнобедренного треугольника с основанием 50 см и высотой 65 см. Нижняя фурма выходит в предгорновую яму на глубине 80 см и имеет изометричную форму. Объем горна составил 0.05 м<sup>3</sup>. Для повышения температуры в рабочей камере горна при сгорании древесного угля, стенки горна были футерованы. Толщина обмазки составила 1–2 см.

Верхняя фурма частично была перекрыта каменно-глиняной кладкой. Нижняя фурма была закрыта каменным затвором «пробкой», в верхней части которой было оставлено отверстие сечением 40–50 см<sup>2</sup> для поступления воздуха в рабочую камеру горна.

**Эксперимент № 1** проводился с целью выяснить:

А) Возможно ли получить железо, не используя принудительный поддув воздуха в рабочую камеру горна, а только благодаря естественному поступлению? Во многих литературных источниках сообщается, что древние сыродутные горны работали на естественной тяге, для этого их сооружали на открытых проветриваемых местах (полянах, склонах холмов и др).

Б) В какой пропорции в горн нужно загружать руду и древесный уголь? В литературе, посвященной проблемам черной металлургии, указывается пропорция 1 : 1, или близкая к этому значению.

Ход эксперимента: в горн было послойно загружено 10 кг древесного угля, 1 кг известняковой крошки (флюс) и 6 кг измельченной руды. В качестве руды был использован лимонит. Затем уголь был подожжен и горение продолжалось около 3.5 часа.

Результат эксперимента: в процессе горения угля без использования поддува, температура в горне оказалась ниже уровня, необходимого для образования шлака (ниже 800 °С). Процесс химического восстановления железа шел не очень активно. Из 5.5 кг шихты (совокупность материалов в горне, используемого в металлургическом процессе), извлеченной из горна после окончания горения угля, доля зерен чистого железа составляла не более 30–40 %. Это было определено путем измерения магнитной восприимчивости шихты с помощью капнометра. Если магнитная восприимчивость руды, засыпаемой в горн, составляла 0.003 мЕд.СИ – чистого железа нет, то у шихты она имела значения – 40–50 мЕдСИ. Для сравнения чистое железо достигает – 120–200 мЕдСИ.

По результатам эксперимента № 1 можно сделать следующие выводы:

1) При закладке в горн угля и руды в пропорции 1 : 1 (или близкой к этому значению) не достигается химическое восстановление железа из всего объема руды. Угля должно быть в несколько раз больше, чем руды.

2) Без использования принудительного поддува воздуха в горн, температура в рабочей камере горна небольшого размера не достигает уровня образования шлака и не образуется крица (сгусток губчатого железа).

**Эксперимент № 2** был проведен с целью выяснить:

А) Какой объем воздуха необходимо нагнетать в рабочую камеру горна, чтобы продуктивно шел металлургический процесс?

Б) Что происходит с кусочками руды в горне, если ее мелко не дробить?

Ход эксперимента: в горн было послойно загружено 16 кг древесного угля, 1 кг известняковой крошки (флюс) и 4 кг измельченной и кусковой руды. Уголь был подожжен, и для его горения в горн нагнетался воздух. Для этого использовался бытовой насос, благодаря которому нагнетался воздух в объеме 0.1–0.2 м<sup>3</sup>/мин. Горение угля продолжалось около 5 часов.

Результат эксперимента: после окончания процесса горения, была вскрыта нижняя фурма рабочей камеры горна, но шлак из нее не вытек. Затем из горна была извлечена шихта, которая представляла собой спекшуюся массу из древесного угля, шлака и зерен железа. Магнитная восприимчивость шихты составила 80–100 мЕд.СИ, что показывает большое содержание чистого железа. В шихте недробленные кусочки руды практически полностью восстановились до чистого железа.

По результатам эксперимента № 2 можно сделать следующие выводы:

1) Для того, чтобы температура в горне достигала 800–1000 °С, необходимо использовать более мощное нагнетательное устройство (мехи), чем то которое было использовано в эксперименте и, соответственно, процесс получения железа в подобном горне требует больших объемов используемых компонентов (угля, руды, флюса).

2) Для процесса восстановления железа руда не обязательно должна быть измельчена в порошок. Небольшие кусочки руды (2–3 см в поперечнике) также успешно подвергаются химическому восстановлению.

3) Использование принудительного нагнетания воздуха позволило в небольших объемах получить шлак. Эксперимент по получению железа с помощью железно-восстановительного горна необходимо продолжить.

## Литература

- Беккерт М.* Мир металла. М.: Мир, 1980. 152 с.
- Снопков С.В., Репина И.А.* Использование кирпичей при сооружении железобетонных горнов в Прибайкалье // Социогенез Северной Азии: прошлое, настоящее, будущее. Материалы региональной научно-практической конференции. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2003. С. 111–113.
- Снопков С.В., Харинский А.В.* Металлургические горны Приольхонья // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири: Материалы III Международной научной конференции Улан-Батор: Изд-во Монг. гос. ун-та, 2012. Вып. 3. С. 241–246.
- Фримантл М.* Химия в действии в двух частях. Часть 2 М.: Мир, 1991. 622 с.
- Харинский А.В., Снопков С.В.* Производство железа населением Приольхонья в элгинское время // Известия Лаборатории древних технологий. Вып. 2. Иркутск, 2004. С. 167–187.

***М.А. Портнягин***

*Иркутский государственный университет, г. Иркутск,  
matirk96@rambler.ru*

### **Результаты изучения остатков железобетонных горнов на реке Белая (Приангарье) (научный руководитель С.В. Снопков)**

В Прибайкалье обнаружены многочисленные следы деятельности древних металлургов (шлаки, куски обожженной обмазки). Территориями, где наблюдается наиболее высокая концентрация находок железобетонной и кузнечной деятельности, являются: Приольхонье (западное побережье Байкала); Кудинская долина (река Куда – левый приток Ангары); Тункинская долина (среднее течение реки Иркут) и берега Ангары. В целом, вопрос о древних технологиях получения и обработки железа является малоизученным для Прибайкалья [Снопков и др., 2005; Харинский и др., 2004].

Интересной находкой следов древнего железобетонного производства стало обнаружение металлургических шлаков на берегу реки Белой (левый приток Ангары). Россыпи шлаков были обнаружены школьниками п.Тайтурка (Усольский район, Иркутская обл.), которые предоставили образцы в Лабораторию археологии, палеоэкологии и систем жизнедеятельности Иркутского национального исследовательского технического университета.

Летом 2014 года на реке Белая работала детская краеведческая экспедиция «В поисках древних металлургов Приангарья», которая была организована Центром развития дополнительного образования детей Иркутской области и Тайтурской средней школой. Экспедиция была поддержана Иркутским областным отделением Русского географического общества и ОАО «Иркутскэнерго», выделившим грант на проведение детских краеведческих исследований. Научное руководство детским ис-

следовательским проектом возглавил доктор исторических наук, профессор Иркутского национального исследовательского технического университета А.В. Харинский.

Участок, где обнаружены шлаки, располагается на излучине реки Белая, на краю дачного поселка. Тщательный осмотр поверхности участка выявил 15 мест скоплений шлаков. К сожалению, практически вся территория подверглась антропогенному воздействию (сельскохозяйственные поля, дороги, заборы и т.д.). Обнаруженные шлаки являются массивными донными шлаками с большим количеством включений чистого железа. Кроме того, обнаружены фрагменты воздуходувных трубок, керамических сосудов, предположительно, бронзового и раннего железного века. На двух участках, где были обнаружены скопления шлаков, были проведены магниторазведочные исследования, которые выявили несколько аномалий.

На участке № 1 выявлено две аномалии, интенсивностью до 150 нТл и размером 1.5×2.5 м. На аномалиях были проведены раскопочные работы, которые вскрыли многослойный стояночный комплекс. Обнаружены фрагменты разновозрастной керамики, каменные отщепы и сколы, обожженные кости, угли, кусочки шлаков. Аномалии магнитного поля на участке № 1 вызваны бытовым мусором, находящимся в почвенном слое.

На участке № 2 выявлена аномалия интенсивностью до 150 нТл размером около 3 м в поперечнике, и 5 локальных аномалий размером до 1.5 до 50 нТл. Тщательный осмотр участка показал, что мелкие аномалии создаются крупными кусками металлургических шлаков, которые были разнесены плугом при распашке участка. На самой крупной и интенсивной аномалии были проведены раскопочные работы, которые вскрыли локальное скопление донных шлаков (общий вес более 150 кг). Под шлаками был обнаружен поддон горна, представляющий собой линзу обожженной глины. Основным фактором, определяющим магнитную аномалию, явились зерна чистого (восстановленного) железа внутри кусков донного шлака.

По фрагментам донных шлаков был определен диаметр горна, который составил 300–200 мм. Толщина слоя застывшего в горне металлургического шлака составляла 60–100 мм. Кроме того, было обнаружено 12 фрагментов воздуходувных трубок, внешний диаметр которых достигал до 60 мм, а внутренний составлял 20–30 мм.

В результате проведенных исследований было установлено, что на побережье реки Белой в древности находился металлургический центр, связанный с получением и обработкой железа. Для получения железа использовался цилиндрический наземный горн диаметром 20–30 см. Предположительно, горн имел поддон, т.е. нижняя часть его опускалась на 10–15 см ниже уровня земли. На уровне земли (или несколько выше) в корпусе горна располагались воздуходувные трубки. После окончания процесса горения угля на дне горна образовывалась «лепешка» шлака с кусками восстановленного железа. Затем горн ломался, «лепешка» доставалась, раскалывалась, и куски восстановленного железа заново нагревались и проковывались. Обнаруженный горн по конструкции похож на горн, обнаруженный в Среднем Приангарье [Гладилин, 1985]

Вопрос об источниках руды, которые использовали древние металлурги Приангарья, остается открытым. Образцов руд во время проведения исследований обнаружено не было. Геологический разрез территории представлен толщами доломитизированных известняков. Ближайшие известные железорудные проявления (магнетитовые кварциты) расположены в верховьях реки Белая. Возможно, древние металлурги собирали магнетитовую гальку на берегу реки.

Открытым остается и вопрос о возрасте горна. Органического вещества, относящегося ко времени функционирования горна, найдено не было. Обнаруженная на участке керамика относится к разновозрастным культурам (от бронзового века до позднего средневековья) и не решает задачи установления возраста металлургической деятельности. Эти вопросы требуют дополнительного изучения.

### Литература

Снопков С.В., Зувев А.А., Ретина И.А. Следы древней металлургии железа в Тункинской долине (республика Бурятия). // Социогенез в Северной Азии. Сборник научных трудов. Иркутск, 2005. С. 215–221.

Гладилин А.В. Металлургия Среднеангарья. // Археологические исследования в районах новостроек Сибири. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1985. С. 167–180.

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

**К.В. Черкасская**

*Крымский федеральный университет им. В.И.Вернадского, г. Симферополь,  
kristina\_cherkasskaya@mail.ru*

### Исследование минерального состава гончарной керамики древних городищ Крыма

(научный руководитель – Е.М. Максимова)

Одним из важнейших направлений в археологической минералогии является изучение древней керамики. Объектами нашего исследования служили фрагменты керамических изделий, найденных на территориях древних крымских городищ Булганак, Дружного и Золотого Ярма: осколок курительной трубки и два образца гончарной керамики.

Цель работы – установить минералогический состав найденных артефактов методом рентгеноструктурного анализа (РСА). В основе метода лежит явление дифракции рентгеновских лучей на трехмерной кристаллической решетке [Недома, 1975].

Структурный анализ исследуемых образцов проводился на дифрактометре общего назначения ДРОН-3 с использованием медного излучения ( $\text{Cu K}\alpha$ ) с длиной волны  $\lambda=1.542 \text{ \AA}$ , методом порошков [Методическое..., 2010]. Этот метод наиболее часто применяется в РСА, так как многие природные и синтетические материалы чаще всего находятся в поликристаллическом состоянии, и только в таком состоянии возможно изучение их структуры и свойств.

Часто поликристаллическое вещество может состоять из кристалликов различных минералов. В таком случае применяется метод рентгенофазового анализа (РФА), в основе которого лежат следующие принципы:

- рентгенодифракционный спектр от смеси индивидуальных фаз является суперпозицией их дифракционных спектров;

- по дифракционному спектру смеси возможна количественная оценка соотношения кристаллических фаз, присутствующих в изучаемом образце.

Рассчитав по формуле Вульфа-Брэгга значения межплоскостных расстояний и оценив ошибку в их определении, сопоставлены экспериментально полученные результаты с данными справочников. Основным справочным материалом являлся «Рентгенометрический определитель минералов» В.И. Михеева [1957] и электронная кристаллографическая и кристаллохимическая база минералов – IEM MINCRYST, [Crystallographic...].

Из сравнения структурных характеристик исследованного образца гончарной керамики и табличных данных можно сделать вывод, что курительная трубка преимущественно состоит из кварца  $\text{SiO}_2$  (среднее расхождение экспериментальных и табличных значений 0.4 %) и олигоклаза  $(\text{Na,Ca})(\text{Si,Al})_4\text{O}_8$  (среднее расхождение экспериментальных и табличных значений 0.6 %).

Диоксид кремния  $\text{SiO}_2$  в виде кварцевого песка широко применяют в производстве керамики. В Крыму его добывают в карьерах «Лозовое», «Петропавловский». Известен кварц в районе п. Кизилровка (Керченский полуостров), горных массивах Карадаг и Аю-Даг, на мысе Алчак в Судаке, Капсельской долине восточнее Судака, в западной части мыса Меганом. Олигоклаз – породообразующий минерал из подгруппы плагиоклазов группы полевых шпатов. Главная масса плагиоклазов образуется при кристаллизации магмы; они входят в состав магматических горных пород в качестве важнейших породообразующих минералов. В Крыму встречается на южном берегу, в окрестностях горы Аю-даг, а также в Камыш-Бурунском месторождении, г. Керчь.

Отметим, что минерально-сырьевые ресурсы Крымского региона осваивались еще с глубокой древности [Науменко, 1979]. Культурные слои древних городищ насыщены включениями обломков керамических изделий разной размерности. Находки свидетельствуют о том, что преобладают изделия низкого качества из глины, загрязненной слюдистым материалом и кварцевым песком и толченым ракушечником. Эти примеси хорошо видны невооруженным глазом в исследованных нами артефактах.

## Литература

- Недома И.Н.* Расшифровка рентгенограмм порошков. М.: Metallurgia, 1975.  
Методическое пособие. Работа на аппарате ДРОН-3. Симферополь: Изд. ТНУ, 2010. 20 с.
- Михеев В.И.* Рентгенометрический определитель минералов. М.: Москва, 1957. 868 с.  
Crystallographic and Crystallochemical Database for Minerals and their Structural Analogues [Электронный ресурс]. Режим доступа к статье: [database.iem.ac.ru](http://database.iem.ac.ru)
- Науменко П.И.* Античный период освоения минеральных богатств Керченско-Таманской области // Геологический журнал, 1979. Т. 39. № 2.

## АННОТАЦИИ

УДК 553:903(5)

**Геоархеология благородных металлов Центральной Евразии.** Зайков В.В., Таиров А.Д., Зайкова Е.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Рассмотрены приемы геоархеологических исследований, направленных на выяснение хозяйственных связей в древности, связанных с добычей золотосодержащего сырья и размещением курганов с золотыми изделиями. Фактический материал получен при изучении древних рудников в Уральском, Казахстанском и Алтае-Саянском регионах, а также золотых изделий в археологических памятниках на территории от Азовского моря до верховьев Енисея. Путем сопоставления состава золота в рудах, россыпях и археологических памятниках сделано заключение о тенденциях разработок в бронзовом и раннем железном веке. В первой эпохе разрабатывались преимущественно золотоносные зоны окисления колчеданно-полиметаллических месторождений. В раннем железном веке – золото-кварцевые, золото-сульфидные, золото-скарновые месторождения и россыпи, содержащие платиноиды.

Илл. 5. Табл. 2. Библ. 10.

УДК 903(5)

**Золотые изделия археологических памятников Центральной Евразии.** Таиров А.Д., Зайков В.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Анализы, проведенные в Институте минералогии УрО РАН, позволили установить состав и морфологические особенности изделий из археологических памятников Сибири, Казахстана и Урала. Учтены также материалы коллег по изучению украшений, выполненные в 2000–2014 гг. Предварительные выводы: на Алтае, в Казахстане и Южном Зауралье в эпоху бронзы использовался чаще всего электрум, во вторую очередь низкопробное золото, изредка – золото средней пробы. Исключение составляет алтайский могильник Чекановский Лог-10, где почти половина предметов сделана из самородного высокопробного золота. Золото из памятников раннего железного века и раннего средневековья более разнообразно по составу, что может говорить о импорте изделий и об освоении новых источников сырья.

Илл. 3. Библ. 10.

УДК 903(497.2:34)

**Золото и нефрит: примеры доисторических стандартов среди разных культур мира.** Костов Р.И. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Сделан сравнительный обзор возможного применения доисторических пекторалей из разных культур Евразии в качестве стандартов знаний об окружающем мире (на примере золотой пекторали из Варненского энеолитического некрополя в Болгарии (середина 5 тыс. до н.э.) и нефритовой пекторали из неолитического захоронения в провинции Аньхой в Китае – 4 тыс. до н.э.). Отмечается целенаправленное использование благородных металлов (золото) или драгоценных минералов (нефрит) в качестве эталонов мер мира (для украшений, в том числе амулетов, пекторалей). В обоих случаях, размеры этих артефактов связаны с пропорциями «золотого сечения» (пифагорейские треугольники) и другими математическими закономерностями (углы, пропорции).

Рис. 2. Библ. 10.

УДК 903:669(5)

**Проблемы изучения древних металлургических шлаков Северной Евразии.** Григорьев С.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Изучение шлаков древних плавов медной руды является методически достаточно сложной процедурой, так как требует применения большого количества разнообразных аналитических методов. К ним относятся оптическая микроскопия, сканирующий электронный микроскоп, общий химический анализ, спектральный и рентгенфлуоресцентный анализы, рентгеноструктурный анализ и т.д. При этом разные стадии металлургического производства тесно связаны друг с другом – от добычи исходного сырья до технологии его плавки, схем легирования, технологии металлообработки и типов конечных изделий. Поэтому понимание характера тех или иных технологических новшеств в металлургии невозможно без учета всего этого комплекса. С другой стороны, его перенос невозможен без обучающего процесса, соответственно, без культурных контактов, и потому изучение металлургии невозможно без понимания культурных процессов на значительных территориях.

Табл. 1. Библ. 8.

УДК 903.052; 903.01/.09(571.15)

**Использование портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра при изучении древних и средневековых изделий из цветного металла с территории Большого Алтая.** Тишкин А.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

В статье кратко представлена программа исследования древних и средневековых изделий из цветного металла, обнаруженных в археологических памятниках Большого Алтая и хранящихся в музеях разных стран, с помощью портативного рентгенофлуоресцентного спектрометра. В ней нашли отражение уже имеющиеся результаты, а также обозначены перспективы дальнейших комплексных работ с привлечением других современных приборов. Существенные результаты могут дать раскопки поселений эпохи бронзы на территории северо-западных предгорий Алтая, а также изучение «чудских» копий и тестирование серийных категорий изделий.

Библ. 10.

УДК 55:902.21(571.12)

**Аллювиальные отложения территории ЯНАО: археологический контекст.** Тупахин Д.С. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Статья посвящена анализу ресурсно-сырьевой базы, использовавшейся в каменном веке населением севера западной Сибири. Высказывается предположение, что состав и генезис аллювиальных отложений, которые использовались человеком древности как основной источник сырья для каменных индустрий, позволяет оценить перспективность поисков древних поселений, производственных площадок, хозяйственных комплексов на этапе планирования разведочных работ.

Илл. 1. Библ. 7.

УДК 004.9

**Компьютерный классификатор и база данных для подбора средств ускорительной масс-спектрометрии для геоархеологических и археоминералогических исследований.** Панкратов С.К., Градов О.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Описано создание и принципы использования базы данных по ускорительной масс-спектрометрии для геоархеологических и археоминералогических приложений, включающей в себя возможность выбора статей и отчетов по диапазону действия, метрологической точности и областям применимости используемых установок. На основе контент-анализа выведен ряд потенциальных направлений развития наук геоархеологического/археоминералогического

плана, связанных с использованием прецизионных физических установок, включая ускорительные масс-спектрометрические системы. Возможности анализа ограничены ближайшими десятилетиями. Рассматривается точность измерений вплоть до атоммолярных и ниже (со ссылками на литературу). Рассматриваются различия ускорительных масс-спектрометров – от 200 кВ до 14 МВ (ускоряющего потенциала) в аспекте археометрической диагностики. С целью нивелировки в базе данных терминологических артефактов источники последних аннотируются и указываются контекстные/семантические методы борьбы с ними.

Библ. 10.

УДК 004.09

**Методы, подходы и инструменты многофакторной хемоинформатики и биоинформатики в геоархеологических и археоминералогических исследованиях на спектроскопической и спектрографической базе.** Орехов Ф.К., Градов О.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Создана система в крейтовом стандарте КАМАК, совместимая с ЭВМ по универсальной серийной шине, для автоматизации многофакторного спектрального анализа образцов в вакуумной камере. Описывается приложимость синхронизированного и последовательного анализа спектроподобных распределений в геоархеологии и археоминералогии. Достигается решение задачи кластеризации и кросс-юстирования по данным сопоставления множества неэквивалентных методов на едином образце. Предлагается идеология совмещения археометрики и спектральной хеометрики, апеллирующая к формализму и алгоритмам хемоинформатики, связанным с QSAR/QSPR, CALPHAD (автоматизированному вычислению или реконструкции фазовых диаграмм). Для образцов биологического происхождения впервые вводится кластерно-поточная форма систематизации, обусловленная внедрением элементов системной биологии (SBGN) в реконструкционный анализ соответствующих образцов, являющийся возможным вплоть до фоссилизации и жесткого тафономического деградирования образца.

Библ. 9.

УДК 903.03:549(470.5)

**Об использовании кристаллов древним населением Урала.** Сериков Ю.Б. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Находки кристаллов известны на памятниках Евразии и Африки возрастом около 800 тыс. лет. Чаще всего в силу своей распространенности использовались кристаллы кварца (горного хрусталя и его разновидностей). Известны единичные находки кристаллов галенита, кальцита, пирита. На Урале самое раннее использование кристаллов горного хрусталя выявлено на памятниках верхнего палеолита около 25 тыс. лет назад. Немногочисленные находки кристаллов зафиксированы в комплексах всех археологических эпох от мезолита до раннего железного века. Чаще всего кристаллы встречаются в культовых комплексах: кладах, погребениях, святилищах. Это позволяет предположить, что кристаллы воспринимались древним населением как предметы неутилитарного назначения и использовались, прежде всего, в ритуалах и обрядах первобытности.

Библ. 10.

УДК 903.01:552.31(470.51/.54)

**Граниты в хозяйстве и культах древнего населения Среднего Зауралья.** Меньшикова Е.С. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

На территории Среднего Зауралья древним населением широко применялся гранодиорит. Обычно он использовался в качестве шлифовальных плит для абразивной обработки каменных и костяных орудий. Кроме шлифовальных плит из гранодиорита изготавливали рыболовные грузила, наковальни, абразивные пилы и песты. Единичным изделием представлено статусное изделие – булава. Также единичным фактом является использование четырехметровой плиты гранодиорита в качестве жертвенника. Изделия из гранодиорита известны практи-

чески на каждом археологическом памятнике Среднего Зауралья. Применялись они во все археологические эпохи начиная с мезолита и заканчивая ранним железным веком.

Библ. 6.

УДК 903.2: 552.52(470.51/.54)

**Использование сланцев древним населением Среднего Зауралья.** Горбунова В.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

На территории Среднего Зауралья использование сланцев носило ограниченный характер. Но, несмотря на это, ассортимент изделий из разновидностей сланца был довольно широк. Они применялись как для изготовления орудий хозяйственного назначения (рыболовные грузила, ножи, шлифовальные плиты, точильные камни, песты, ложила и т. п.), так и для предметов неутилитарного характера (гребенчатые штампы, украшения, «утюжки»). Изделия из сланцев зафиксированы практически во всех археологических эпохах за исключением палеолита.

Библ. 7.

УДК 904:645.5 (470.51/.54)

**Сырьевая характеристика древней зооморфной скульптуры Среднего Зауралья.** Евлюхина К.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Статья посвящена рассмотрению сырьевого состава древней зооморфной скульптуры на территории Среднего Зауралья. Суммарно больше всего представлены скульптуры медведя и лося. Значительно реже встречаются изображения бобра, белки, ежа и змеи. На сегодняшний день известны изображения животных из камня (в основном из кремнистых пород – 52 %), дерева (21 %), кости (8.5 %), рога (10 %) и глины (8.5 %). Каждый материал имеет особенные свойства и характеристики, поэтому изделия, изготовленные из того или иного сырья, всегда уникальны и богаты образами. К сожалению, сырьевой состав скульптур на сегодняшний день изучен недостаточно хорошо. Данный вопрос рассматривается только как один из признаков характеристики находки.

Библ. 10.

УДК 902(2/4) + 903.21652.5(470.5)

**Использование галек древним населением Урала.** Морозова О.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

В данной статье рассматриваются различные способы использования галек, как в хозяйственной, так и в культовой практике. Чаще всего гальки служили отбойниками, пестами, наковальнями, рыболовными грузилами, подпятниками, огнивами, шпателями, снарядами для пращи. Также гальки различных пород служили сырьем для изготовления разнообразных орудий: чопперов, чоппингов, рубил, топоров, тесел, нуклеусов, скребков, ножевидных пластин и т.п. Выполнили из галек и изделия неутилитарного характера – чуринги, зооморфные скульптуры, украшения. Анализ галечных комплексов различных эпох показывает, что с палеолита до средневековья гальки являлись одним из основных материалов, которые применялись древним населением Урала для изготовления орудий труда, быта и предметов неутилитарного назначения.

Библ. 10.

УДК 552.08:902(470.55)

**Минеральный состав корок и налетов в мегалитах острова Веры (Южный Урал).** Юминов А.М., Блинов И.А., Хворов П.В., Зенович Е.Д. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Изученный объект расположен на острове Веры озера Тургояк (Миасский городской округ, Челябинская обл.). Данная территория в геолого-структурном отношении находится в пределах Тургоякского интрузивного массива и сложена гранодиоритовым комплексом пород

раннекаменноугольного возраста. На острове присутствуют древние мегалитические постройки, возведенные из местного материала в IV тыс. до н.э. Во внутренних помещениях мегалитов на стенах и потолочных перекрытиях обнаружены налеты и корки смеси гипса, кальцита, реже доломита. Часть минералов имеют гипергенное происхождение и были образованы естественным путем при кристаллизации из поровых и пленочных сульфатных вод. Другая – носит техногенный характер и является фрагментами многослойной побелки меловым раствором (кальцитом), нанесенным на глиняную штукатурку. В глине обнаружены частицы свинцово-цинковой бронзы.

Илл. 3. Табл. 1. Библ. 9.

УДК 553.5:903.2:552.086(477.61/.62)

**Петрографический состав каменных орудий Картамышского комплекса Донбасса**

Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

В пределах Картамышского археологического микрорайона выделены две группы каменных изделий, первая – из местного каменного сырья, вторая – из импортного. Изделия из импортного сырья в своем большинстве относятся к металлообрабатывающему циклу: литейные формы из хлорит-талковой породы, песты – из пироксенита и песчаника, метадолерита, тёрочник из диафторита. Многообразие и сложность процессов петрогенеза, а также широкое площадное распространение однотипных горных пород осложняют выполненные привязки импортных каменных инструментов к местности. Наиболее вероятными источниками импортного каменного сырья для Картамышского археологического микрорайона были Среднее Поднепрорье и Приазовье.

Табл. 1. Библ. 5.

УДК 903.03

**Использование охры для окрашивания кости животного (по материалам эксперимента).** Широких Д.А // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

На основании теоретических и практических материалов о приготовлении охры, автором был проведен эксперимент по получению охры. Целью эксперимента являлась демонстрация конечного результата окрашивания охрой бедренной кости лошади. В ходе эксперимента на кость были нанесены десять мазков охры. В разные составы охры добавлялся желток сырого яйца, белок сырого яйца, животный жир, горный хрусталь, небольшое количество воды. Получаемые цвета имели разные оттенки. После высыхания кости многие мазки потеряли свои оттенки. Отчетливой всего проявлялись мазки с добавлением сырого яичного белка, животного жира и горного хрусталя. Полученный цвет имел темно-бурый оттенок. Остальные мазки остались на поверхности кости, но с менее четким цветом. Таким образом, эксперимент показал, что охра может иметь различную цветовую гамму. Получаемый цвет зависит от различных веществ, добавляемых в порошок при изготовлении охры.

Библ. 6.

УДК 550.3 + 550.4(571.52)

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

Дано описание и привязка неизвестного ранее древнего рудника по добыче меди Новотемирский (Чесминский р-н, Челябинская обл.). По геологическому положению, строению, морфологии карьера, наличию промплощадок и временных жилищ горняков он аналогичен древнему руднику Воровская Яма. Новотемирский карьер вскрывает зону контакта родингитов и серпентинитов. В древности разрабатывались гнезда окисленных руд, сложенные малахитом и азурином. По наличию нескольких уровней погребенных почв в отвале, можно предположить, что рудник пережил четыре этапа эксплуатации.

Библ. 3.

УДК 549.612:902(470.55/.57)

**Турмалин из медных руд поселения бронзового века Каменный Амбар (Южное Зауралье) и возможные источники металлургического сырья.** Анкушев М.Н., Зайков В.В., Котляров В.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

В публикации рассмотрены морфология и геохимические особенности турмалинов, обнаруженных в окисленных медных рудах на поселении бронзового века Каменный Амбар. Минерал сравнивался с аналогом из наиболее вероятного источника – Еленовского медно-турмалинового рудника, разрабатывавшегося в бронзовом веке. В составе и морфологии турмалинов этих объектов установлены различия. В качестве возможного источника медно-турмалиновых руд поселения Каменный Амбар предполагаются сульфидные руды с аксессуарным турмалином Баймакского рудного района.

Илл. 2. Табл. 1. Библ. 7.

УДК 550.83:902.3(574)

**Методика неразрушающего геофизического исследования (на примере древнего рудника Шаншар, Западный Казахстан).** Вдовин А.Г., Носкевич В.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Проведены геофизические исследования на древнем руднике Шаншар эпохи поздней бронзы, которые включали градиентную микромагнитную съемку и профильное георадарное зондирование. Реализация проекта исследования горных выработок на медь средствами малоглубинной геофизики показала его эффективность. В ходе геофизических работ удалось построить рельеф рудника во время его эксплуатации.

Илл. 2. Библ. 2.

УДК 553:902(571.15/.17)

**Древние рудники по добыче золота и серебра на Салаире и Алтае.** Гусев А.И., Зайков В.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

В этом регионе множество месторождений открыто по древним рудникам. Приводится их описание и сделан вывод, что в западной части Алтае-Саянского региона в древности разрабатывались месторождения, среди которых главенствующую роль имели зоны окисления колчеданно-полиметаллических залежей. Важное значение имели рудники, разрабатывавшие золото-кварцевые, золото-порфиоровые, золото-скарновые и серебросодержащие руды. Задачей дальнейших работ на древних рудниках являются поиски и исследование следов металлургической деятельности в виде шлаков и литейных форм.

Илл. 1. Библ. 7.

УДК 553:903(571)

**Владимировка – древнейшая горнорудная выработка в Сибири: итоги и перспективы исследования.** Грушин С.П. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Для Владимировского месторождения доказана разработка в период древнейшего этапа (афанасьевская культура) горнорудного дела Сибири и Центральной Азии. Дан обзор и краткие результаты предыдущих работ. В ходе работ 2013 г. зафиксировано 43 неизвестные ранее выработки, обнаружено 19 каменных орудий (целых и в обломках). Материалом для них служили речные гальки (валунчики), специально принесенные на высоту более 2000 м с поймы р. Чарыш. Характерно отсутствие классических молотов; употребление кайл из продолговатых округлых пестообразных галек; присутствие орудий грушевидной формы с выделенной рукоятью, иногда тщательно оформленной в технике пикетажа. Дальнейшей задачей является определение хронологии и культурной принадлежности объектов и минералогии используемых руд.

Библ. 6

УДК 902

**Срубная и алакульская металлургия эпохи бронзы степной зоны.** Григорьев С.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Статья обсуждает систему функционирования металлургического производства в эпоху бронзы в степной зоне. Обычно предполагается функционирование крупных производственных центров в отдельных районах (Каргалы, Джебказган и т.д.). Однако в степных условиях это порождало бы дефицит топлива. Поэтому функционирование таких центров было невозможно. Имела место модель большого количества одновременных центров.

Илл. 1. Библ. 7.

УДК 549.5:902:669(470.57)

**Микровключения хромшпинелидов в древних металлургических шлаках поселения Аксар (Башкортостан).** Анкушев М.Н., Зайков В.В., Бахшиев И.И., Котляров В.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

В публикации рассмотрена морфология и геохимические особенности хромшпинелидов, обнаруженных в медных металлургических шлаках на поселении бронзового века Аксар. Приведена краткая археологическая информация о поселении. Состав хромшпинелидов сравнен с аналогами в шлаках других поселений и древних рудников Южного Урала. Установлено присутствие в шлаках реликтов сульфидных минералов. В публикации приводится состав металлических фаз в шлаках.

Илл. 4. Табл. 1. Библ. 4.

УДК 553+930.26:669(470.51/.54)

**Древние металлургические шлаки поселения Иткульское I (Средний Урал).** Анкушев М.Н., Бельтикова Г.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

В публикации приведена краткая информация по изучению древних металлургических шлаков городища Иткульское I, относящегося к Иткульскому металлургическому очагу. Рассмотрены минеральный состав и текстурно-структурные особенности шлаков. Шлаки поселения Иткульское I сравнены с аналогами более ранних Зауральских поселений. Предполагается, что металлургическим сырьем служили малахитовые руды Гумешевского медно-скарнового месторождения.

Библ. 5.

УДК 930.26; 903(571.551/.53)

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

В ходе комплексных археолого-геологических исследований древних металлургических центров в Прибайкалье было обнаружено несколько типов железовосстановительных горнов, с помощью которых население этого региона получало железо в разные исторические эпохи: с раннего железного века до этнографической современности. Было обнаружено, что в Приольхонье широко распространены два типа железных руд: бурые железняки и магнетитовые гнейсы. Результаты химического анализа позволили установить, что для получения железа в разных районах использовались различные типы руд.

Библ. 5.

УДК 553+930.26:669(477.61/.62)

**Минеральные и расплавные включения в шлаках и металле Картамышского комплекса Донбасса.** Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М. // Геоархеология и археологическая минералогия-2014. Миасс: ИМин УрОРАН, 2015.

На растровом электронном микроанализаторе РЭМ 10бизучен состав кристаллических фаз в древних медеплавильных шлаках и штейнах, а также в материалах экспериментальной плавки. При этом обнаружены включения олова (до 2 мкм) и в археологических, и в экспериментальных шлаках, что, вероятно, отражает единый источник рудного сырья и сопоставимость технологии металлургического передела. Свинец и цинк – элементы, которые характерны в составе рудопоявлений меди Бахмутской котловины (до 0.п %), также отмечены как в археологических, так и в экспериментальных продуктах металлургического передела. Отмеченные факты наряду с другими факторами должны использоваться для привязки шлаков и штейнов к сырьевой базе.

Илл. 3. Табл. 5. Библ. 4.

УДК 553.55:622.2:902(479)

**Минерально-сырьевая база для медеплавильных мастерских Елизаветовского скифо-античного городища (низовья Дона).** Манюк К.С. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

В процессе полевых работ выявлены ранее неизвестные проявления медных руд в пермских отложениях Бахмутской котловины, которые, начиная с эпохи поздней бронзы, могли быть использованы в металлургическом производстве. В мастерские Елизаветовского городища могло экспортироваться минеральное сырье в виде черновой свинцовой меди с примесью блеклых руд, произведенное в Центральном Донбассе путем обогащения и первичной переработки медистых песчаников Бахмутской котловины. Медистые включения по минералогическому составу сходны с составом медных сплесков, найденных в «доме металлурга».

Табл. 2. Библ. 9.

УДК 903.21(470.55/.58)

**Рентгенофлуоресцентный анализ металлических предметов из кургана 21 могильника Магнитный (Южное Зауралье, II–III вв. н. э.).** Таиров А.Д., Хворов П.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Рассматриваются результаты рентгенофлуоресцентного анализа предметов из кургана 21 могильника Магнитный, датированного II–III вв. н.э. Они разделены на две группы: предметы римского импорта (кувшин, ковш, ситечко, фибула, флакон) и предметы «местные», т.е. характерные для урало-казахстанских степей (котел, зеркало). Рентгенофлуоресцентный анализ выявил хорошо заметные отличия между ними, особенно на посуде. Импортные предметы изготовлены из медно-свинцово-оловянного (кувшин) или из медно-оловянного (ковш и ситечко) сплава. Котел «местного производства» отлит из меди с добавлением свинца. Для его ремонта, так же как и для ремонта импортного ковша, применялась либо чистая медь, либо медно-свинцовый сплав. К импорту относится и фибула, сделанная из латуни. Зеркало, характерное для комплексов позднесарматского времени урало-казахстанских степей отлито из медно-олово-свинцового сплава.

Илл. 1. Табл. 1. Библ. 8.

УДК 902:550.41(470.55/.58)

**Геохимические особенности металлургических шлаков и руд поселения Устье (Южный Урал).** Блинов И.А., Анкушев М.Н., Виноградов Н.Б., Юминов А.М. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Образцы шлака классифицированы на три группы по степени пористости. Методом РФА проанализированы образцы шлака трех групп. Охарактеризованы образцы медных руд, обнаруженных на поселении. Наиболее распространенными металлами являются Cu, As, Pb, Bi. Выявлены различия химического состава этих групп – одна группа обогащена – Zn, другие – As. Общая выборка шлаков проанализирована, установлены закономерности распределения основных металлов-примесей.

Табл. 2. Библ. 2.

УДК 551.14:551.215(574)

**Состав бронзовых изделий из кургана 27 могильника Тегисжол (Карагандинская область, Казахстан)** Блинов И.А., Варфоломеев В.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Методом РФА исследованы бронзовые предметы из двух могильников 1, 2 кургана 27 могильника Тегисжол. Выявлено, что большинство предметов изготовлены из двух типов бронз – легированной As, Bi и легированной Pb, As, Sn. Из первого типа бронз изготовлено большинство предметов поясного набора. Из второго типа бронз изготовлены наконечники стрел, и предметы конской сбруи. Это может быть связано со знаниями о функциональных особенностях по-разному легированных сплавов, доступностью сырья и (или) доступностью жителей к разным металлургическим центрам.

Илл. 2. Табл. 1. Библ. 2.

УДК 903.03 (571.52)

**Состав золотых изделий из погребально-поминального комплекса Аржан-2 (Тува) и вероятные источники металла.** Зайков В.В., Чугунов К.В., Юминов А.М., Зайкова Е.В., Котляров В.А. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Царский курган Аржан-2 (вторая половина VII в. до н.э) находится в Турано-Уюкской котловине Северной Тувы. Он содержал тысячи золотых украшений, часть которых, видимо, изготовлена мастерами из княжеств Китая, другая – выполнена в местных центрально-азиатских (в широком понимании) традициях звериного стиля. На гистограммах пробности выделяются четыре моды: 940–880, 880–820, 820–780, 760–740 ‰. В соответствии с этим выделяются четыре группы составов. В инкрустации железного чекана выявлено микровключенные платиноиды, отнесенного к осмию иридиевому. Наиболее вероятными источниками золота могут являться россыпи Байсютской и Усинско-Эйлигхемской зон.

Илл. 3. Табл. 2. Библ. 9.

УДК 549.27:902(571.15)

**О возможных источниках платиноидов в древних золотых изделиях Алтая.** Зайков В.В., Гусев А.И., Дашковский П.К., Зайкова Е.В. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Выявлены микровключения платиноидов в золотых изделиях из могильников Ханкаринский Дол и Инской Дол. Сопоставлен их состав с данными о платиноидах в россыпях Алтая. Эти могильники располагаются на продолжении зоны Териктигского разлома, вмещающего гипербазиты, с которыми связано Каянчинское проявление хромитов с платиноидной минерализацией. Очевидно, проявления платиноидов в гипербазитах были источником их в россыпях и золотых изделиях древности.

Илл. 2. Табл. 1. Библ. 10.

УДК 903.03((477.61/.62)

**Особенности химического состава палеометалла Днепро-Донского региона.** Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Результаты экспериментальных выплавов медистых песчаников Картамышского рудопроявления показали, что их результатом является медь, содержания необходимых для получения бронзы добавок не достигает 0.45 ‰. Следовательно, бронзовые артефакты этого региона изготовлены с помощью искусственных добавок. Выделяются бронзообразующие (>0.4 ‰) и типоморфные примеси (от 0.01 ‰). Искусственное введение легирующих примесей затрудняет установление использованных руд, но в этом помогают типоморфные примеси, которые обычно отражают особенности химического состава руд. Так, можно считать, что наличие Cl указывает на использование медистых песчаников, месторождения которых ассоциируют с месторождениями соли, Ni – месторождений, связанных с ультраосновными комплексами магма-

тических горных пород. Анализ химического состава изделий из бронзы разного функционального назначения эпохи поздней бронзы Днепро-Донского региона (позволил сделать вывод о том, что каждый тип изделия характеризуется своим спектром и концентрацией легирующих добавок.

Табл. 1. Библ. 7.

УДК 908:553(470.51/.54)

**«Золотые россыпи былого» – золото Сысертских заводов (Средний Урал).** Макарова О.Ю. // Геоархеология и археологическая минералогия-2015. Миасс: ИМин УрО РАН, 2015.

Показано, что история добычи золота на Урале традиционно ведет отсчет не с находки Ерофея Маркова – Шарташский рудник (1747 г.), а на Шилово-Исетском руднике в ноябре 1745 г. В этом году на Шилово-Исетском медном руднике, приписанном к Сысертскому заводу «Имени Императрицы Анны», обнаружено самородное золото штейгером Штором. Описана полная драматизма история взаимоотношений уральских заводчиков и чиновников Берг-коллегии. Отмечено, что на Сысертских золотоносных россыпях изредка при промывке песков получалась и платина, которая в то время была металлом малоизвестным.

Библ. 13.

## ОРГАНИЗАЦИИ – УЧАСТНИКИ ШКОЛЫ-2015

1. **АлтГАО** – Алтайская государственная академия образования, г. Бийск
2. **АлтГУ** – Алтайский государственный университет, г. Барнаул.
3. **ГАлтГУ** – Горно-Алтайский государственный университет, г. Бийск.
4. **ГГУ Б** – Горно-геологический университет «Св. Иван Рильский», (Минно-геологический университет), г. София, Болгария.
5. **ДонГТУ** – Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина.
6. **ИГЗ** – Ильменский государственный заповедник, г. Миасс.
7. **ИГУ** – Иркутский государственный университет, г. Иркутск.
8. **ИГ УрО РАН** – Институт геофизики УрО РАН, г. Екатеринбург.
9. **ИИА** – Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург.
10. **ИрГУ** – Иркутский государственный университет, г. Иркутск
11. **ИрЦДОД** – «Центр развития дополнительного образования детей» Иркутской области, г. Иркутск
12. **ИЭИ** – Институт этнологических исследований УНЦ РАН, Уфа.
13. **ИЭПХФ** – Институт энергетических проблем химической физики им. В.Л. Тальрозе РАН, Москва.
14. **КарГУ РК** – Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, г. Караганда, Республика Казахстан.
15. **КрымФУ** – Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, г. Симферополь.
16. **РГППУ** – Нижнетагильская государственная социально-педагогическая академия, Нижний Тагил, Россия.
17. **НЦИА** – Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», г. Салехард.
18. **РГППУ** – Российский государственный профессионально-педагогический университет (филиал в Нижнем Тагиле).
19. **СОКМ** – Свердловский областной краеведческий музей, Сысертский филиал, г. Сысерть.
20. **Ф-ЮУрГУ** – Южно-Уральский государственный университет (филиал в г. Миассе), г. Миасс.
21. **ЧГПУ** – Челябинский государственный педагогический университет, г. Челябинск
22. **ЮУрГУ** – Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск.
23. **ЮФУ** – Южный Федеральный Университет, г. Ростов-на-Дону
24. **Эрмитаж** – Государственный Эрмитаж, г. Санкт-Петербург.

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	3
<b>ЧАСТЬ 1. ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОАРХЕОЛОГИИ И ПАЛЕОМЕТАЛЛУРГИИ</b>	
<i>Зайков В.В., Таиров А.Д., Зайкова Е.В.</i> Геоархеология благородных металлов Центральной Евразии .....	5
<i>Таиров А.Д., Зайков В.В.</i> Золотые изделия археологических памятников Центральной Евразии.....	14
<i>Костов Р.И.</i> Золото и нефрит: примеры доисторических стандартов среди разных культур мира .....	27
<i>Григорьев С.А.</i> Проблемы изучения древних металлургических шлаков Северной Евразии.....	30
<i>Тишкин А.А.</i> Использование портативного рентгенофлюоресцентного спектрометра при изучении древних и средневековых изделий из цветного металла с территории Большого Алтая.....	34
<i>Тупахин Д.С.</i> Аллювиальные отложения территории Ямало-ненецкого национального округа: археологический контекст.....	37
<i>Панкратов С.К., Градов О.В.</i> Компьютерный классификатор и база данных для подбора средств ускорительной масс-спектрометрии для геоархеологических и археоминералогических исследований .....	41
<i>Орехов Ф.К., Градов О.В.</i> Методы, подходы и инструменты многофакторной хемоинформатики и биоинформатики в геоархеологических и археоминералогических исследованиях на спектроскопической и спектрографической базах .....	45
<b>ЧАСТЬ 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ДРЕВНИМИ ОБЩЕСТВАМИ</b>	
<i>Сериков Ю.Б.</i> Об использовании кристаллов древним населением Урала .....	49
<i>Меньшикова Е.С.</i> Граниты в хозяйстве и культах древнего населения Среднего Зауралья .....	53
<i>Горбунова В.А.</i> Использование сланцев древним населением Среднего Зауралья .....	56
<i>Евлюхина К.А.</i> Сырьевая характеристика древней зооморфной скульптуры Среднего Зауралья .....	59
<i>Морозова О.В.</i> Использование галек древним населением Урала .....	62
<i>Юминов А.М., Блинов И.А., Хворов П.В., Зенович Е.Д.</i> Минеральный состав корок и налетов в мегалитах острова Веры (Южный Урал).....	66
<i>Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.</i> Петрографический состав каменных орудий Картамышского комплекса Донбасса .....	72
<i>Широких Д.А.</i> Использование охры для окрашивания кости животного (по материалам эксперимента) .....	74
<b>ЧАСТЬ 3. ДРЕВНИЕ РУДНИКИ И ПРОДУКТЫ ПАЛЕОМЕТАЛЛУРГИИ</b>	
<i>Юминов А.М., Анкушев М.Н., Рассомахин М.А.</i> Древний медный рудник Новотемирский (Южный Урал) .....	78
<i>Анкушев М.Н., В.В. Зайков, В.А. Котляров.</i> Турмалин из обломков медных руд на поселении бронзового века Каменный Амбар (Южное Зауралье) и возможные источники металлургического сырья.....	81
<i>Вдовин А.Г., Носкевич В.В.</i> Методика неразрушающего геофизического исследования (на примере древнего рудника Шаншар, Западный Казахстан).....	86

<i>Гусев А.И., Зайков В.В.</i> Древние рудники по добыче золота и серебра на Салаире и Алтае .....	89
<i>Грушин С.П.</i> Владимировка – древнейшая горнорудная выработка в Сибири: итоги и перспективы исследования .....	95
<i>Григорьев С.А.</i> Срубная и алакульская металлургия эпохи бронзы степной зоны .....	99
<i>Анкушев М.Н., Зайков В.В., Бахшиев И.М.</i> , Микровключения хромшпинелидов в древних металлургических шлаках поселения Аксар (Башкортостан).....	102
<i>Анкушев М.Н., Бельтикова Г.В.</i> Древние металлургические шлаки горордища Иткульское I (Средний Урал) .....	107
<i>Снопков С.В.</i> Поиск и изучение памятников древней металлургии и рудопроявлений железа методами геофизической разведки (на примере археологических и геологических объектов Прибайкалья) .....	109
<i>Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.</i> Минеральные и расплавные включения в шлаках и металле Картамышского комплекса Донбасса.....	114
<i>Манюк О.С.</i> Минерально-сырьевая база для медеплавильных мастерских Елизаветовского скифо-античного городища (низовья Дона) .....	118

#### **ЧАСТЬ 4. СОСТАВ МЕДИ, ЗОЛОТА И ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ, ИСПОЛЬЗОВАВШИХСЯ В ДРЕВНОСТИ**

<i>Таиров А.Д., Хворов П.В.</i> Рентгенофлуоресцентный анализ металлических предметов из кургана 21 могильника Магнитный (Южное Зауралье).....	121
<i>Блинов И.А., Анкушев М.Н., Виноградов Н.Б., Юминов А.М.</i> Геохимические особенности металлургических шлаков и руд укрепленного поселения бронзового века Устье (Южное Зауралье) .....	128
<i>Блинов И.А., Варфоломеев В.В.</i> Состав бронзовых изделий из кургана 27 могильника Тегисжол (Карагандинская область, Казахстан) .....	136
<i>Зайков В.В., Чугунов К.В., Юминов А.М., Зайкова Е.В., Котляров В.А.</i> Состав золотых изделий из погребально-поминального комплекса Аржан-2 (Тува) и вероятные источники металла .....	142
<i>Зайков В.В., Гусев А.И., Даиковский П.К., Зайкова Е.В.</i> О возможных источниках платиноидов в древних золотых изделиях Алтая.....	149
<i>Шубин Ю.П., Бровендер Ю.М.</i> Особенности химического состава палеометалла Днепро-Донского региона.....	157
<i>Макарова О.Ю.</i> «Золотые россыпи былого» – золото сысертских заводов (Средний Урал) .....	161

#### **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

<i>Давыденко С.Ю.</i> Открытие нового памятника древней металлургии железа в Приольхонье (западное Прибайкалье) по магниторазведочным данным.....	165
<i>Данилевская В.Э.</i> Использование глины при сооружении железовосстановительных горнов раннего железного века в Приольхонье (западный берег Байкала) .....	167
<i>Зарицкий О.П.</i> Опыт реконструкции технологии получения железа, используемой древними жителями Прибайкалья .....	169
<i>Портнягин М.А.</i> Результаты изучения остатков железовосстановительных горнов на реке Белая (Приангарье).....	171
<i>Черкасская К.В.</i> Исследование минерального состава гончарной керамики древних городищ Крыма.....	173

<b>АННОТАЦИИ</b> .....	175
------------------------	-----

## CONTENT

<b>PREFACE</b> .....	3
<b>CHAPTER 1. GENERAL PROBLEMS OF GEOARCHEOLOGY AND PALEOMETALLURGY</b>	
<i>Zaykov V.V., Tairov A.D., Zaykova V.V.</i> Geoarcheology of precious metals of the Central Eurasia.....	5
<i>Tairov A.D., Zaykov V.V.</i> Gold products from archaeological sites in the Central Eurasia.....	14
<i>Kostov R.I.</i> Gold and nephrite: examples of prehistoric standards among different world cultures.....	27
<i>Grigor'ev S.A.</i> Problems of studying of ancient metallurgical slags of Northern Eurasia.....	30
<i>Tishkin A.A.</i> Application of a portable X-ray fluorescence spectrometer when studying ancient and medieval products from non-ferrous metal from the Great Altai territory .....	34
<i>Tupakhin D.S.</i> Alluvial deposits of the Yamal-Nenets national district territory: archaeological context.....	37
<i>Pankratov S.K., Gradov O.V.</i> The computer classifier, and database for selection of means of accelerating mass spectrometry for geoarchaeological and archaeomineral researches.....	41
<i>Orekhov Ph.K., Gradov O.V.</i> Methods, approaches and tools of multifactorial chemoinformatics and bioinformatics in geoarchaeological and archaeomineral studies on spectroscopic and spectrographic basis .....	45
<b>CHAPTER 2. THE USING OF ROCKS BY ANCIENT SOCIETIES</b>	
<i>Serikov Yu.B.</i> Using of crystals by ancient people in the Urals.....	49
<i>Menshikova E.S.</i> Granites in economy and cults of ancient population of the Middle Trans-Urals.....	53
<i>Gorbunova V.A.</i> Use of slates by the ancient population of the Middle Trans-Urals .....	56
<i>Evlyukhina K.A.</i> Raw material characteristic of ancient zoomorphic sculpture of the Middle Trans-Urals .....	59
<i>Morozova O.V.</i> Using of pebbles by the ancient population of the Urals.....	62
<i>Yuminov A.M., Blinov I.A., Khvorov P.V., Zenovich E.D.</i> Mineral composition of crusts and coating in the island Vera megaliths (South Urals) .....	66
<i>Shubin Yu.P., Brovender Yu.M.</i> Stone tools petrographic composition from the Kartamyshsky complex in Donbass.....	72
<i>Shirokikh D.A.</i> Using of ochre for animal bone coloring (based on experiment) .....	74
<b>CHAPTER 3. CHARACTERISTICS OF ANCIENT MINES AND PALEOMETALLURGY PRODUCTS</b>	
<i>Yuminov A.M., Ankushev A.N., Rassomakhin M.A.</i> The Novotemirsky ancient copper mine (South Urals) .....	78
<i>Ankushev M.N., Zaykov V.V., Kotlyarov V.A.</i> Tourmaline from copper ores fragments on the bronze Kamennyi Ambar age settlement (Southern Trans-Urals) and possible metallurgical raw materials sources .....	81
<i>Vdovin A.G., Noskevich V.V.</i> Methods of non-destructive geophysical research (on the West Kazakhstan Shanshar ancient mine example).....	86
<i>Gusev A.I., Zaykov V.V.</i> Ancient mines of gold and silver in Salair and Altai .....	89

<i>Grushin S.P.</i> Vladimirovka – the oldest mining development in Siberia: results and prospects of research .....	95
<i>Grigoriev S.A.</i> Timber grave and Alakul Bronze Age metallurgy in steppe zone .....	99
<i>Ankusev M.N., Zaykov V.V., Bakhshiev M.</i> Chrome shpinelid microinclusions in ancient metallurgical slags of Aksar settlement (Bashkortostan) .....	102
<i>Ankuses M.N., Bel'tikova G.V.</i> Ancient metallurgical slags of Itkul'skoye I settlement (Middle Urals) .....	107
<i>Snopkov S.V.</i> Search and study of the ancient metallurgy sites and iron ore occurrences by geophysical exploration methods (on example of archaeological and geological objects of the Baikal) .....	109
<i>Shubin Yu.P., Brovender Yu.M.</i> Mineral and melt inclusions in slag and metal of the Kartalysh complex in Donbass .....	114
<i>Manyuk O. S.</i> Mineral resources for copper smelting workshops Elizavetovskiy skifoantichny ancient settlement (rive Don) .....	118

#### **CHAPTER 4. THE COMPOSITION OF COPPER, GOLD AND OTHER METALS USED IN ANCIENT TIME**

<i>Tairov A.D., Khvorov P.V.</i> X-ray fluorescence analysis of metal objects from the Magnitnyi-21 grave field (Southern Trans-Urals) .....	121
<i>Blinov I.A., Ankusev M.N., Vinogradov N.B., Yuminov A.M.</i> Geochemical peculiarities of metallurgical slags and ores from the Ust'e Bronze Age fortified settlements (Southern Trans-Urals) .....	128
<i>Blinov I.A., Varfolomeev V.V.</i> Bronze products composition, burial mound 27, Tegizshol grave field (Karaganda district, Kazakhstan) .....	136
<i>Zaykov V.V., Chugunov K.V., Yuminov A.M., Zaykova E.V., Kotlyarov V.A.</i> Composition of gold products from the Arzhan-2 funeral and memorial complex (Tuva) and the probable metal sources .....	142
<i>Zaykov V.V., Gusev A.I., Dashkovskiy P.K., Zaykova E.V.</i> Possible sources of platinum group metals in ancient gold products of Altai .....	149
<i>Shubin, Yu.P., Brovender Yu.M.</i> Chemical composition features of paleometal from the Dnieper-Don region .....	157
<i>Makarova O.Y.</i> «Gold placers of the former» – Sysertskiy plants gold (Middle Urals) .....	161

#### **BRIEF REPORTS**

<i>Davydenko S.Yu.</i> Opening of new ancient iron metallurgy archaeological site in the Olkhon region (Western Baikal area) using magnetic data .....	165
<i>Danilevskaya V.E.</i> Use of clay in the construction of iron-reduction furnaces in the Early Iron Age in the Olkhon region (western shore of Baikal) .....	167
<i>Zaritskii O.P.</i> Experience of reconstruction of iron production technology used by the ancient inhabitants of the Baikal region .....	169
<i>Portmyagin M.A.</i> The result of studying iron-reduction furnaces remains on the Belaya river (Angara region) .....	171
<i>Cherkasskaya K.V.</i> Study of pottery ceramics mineral composition of the Crimea ancient settlements .....	173

*Научное издание*

***Рекомендовано***  
*к печати Ученым советом Института  
минералогии УрО РАН*

**ГЕОАРХЕОЛОГИЯ  
И АРХЕОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ-2015**

**GEOARCHEOLOGY AND ARCHEOLOGICAL  
MINERALOGY-2015**

*Компьютерная верстка: Бусловская О.Л.  
Корректор: Анкушева Н.Н.*

---

Подписано к печати 12.08.2015.  
Формат 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографская. Гарнитура Таймс.  
Усл. печ. л. 11. Уч.-изд. л. 10.5. Тираж 180.

---

Отпечатано в ООО «Геотур»  
г. Миасс, пр. Октября, 31, оф. 20