

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР “АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ АРХЕОМЕТАЛЛУРГИИ”

(Институт археологии РАН, Москва, 14–15 апреля 2022 г.)

© 2022 г. В. И. Завьялов<sup>1,\*</sup>, С. В. Кузьминых<sup>1,\*\*</sup>

<sup>1</sup> Институт археологии РАН, Москва, Россия

\*E-mail: v\_zavyalov@list.ru

\*\*E-mail: kuzminykhsv@yandex.ru

Поступила в редакцию 28.04.2022 г.

После доработки 28.04.2022 г.

Принята к публикации 14.06.2022 г.

DOI: 10.31857/S0869606322040183

Обсуждение проблем археометаллургии – неотъемлемая часть мировой и российской археологической науки. В СССР и России оно приняло форму исследовательских проектов, реализованных в виде фундаментальных монографий А.А. Иессена, Б.Е. Деген-Ковалевского, Б.А. Рыбакова, Б.А. Колчина, Е.Н. Черных, Н.В. Рындиной, Г.А. Вознесенской, Н.Н. Тереховой и многих других исследователей. Однако в практике отечественной археологии до настоящего времени отсутствовала традиция организации регулярных научных форумов, посвященных тем или иным проблемам археометаллургии, в то время как она достаточно прочно укоренилась в европейской науке. Хотелось бы надеяться, что настоящий семинар станет традиционной площадкой для обсуждения актуальных проблем современной археометаллургии в российской археологии.

В семинаре, организованном лабораторией естественнонаучных методов Института археологии РАН, участвовало 40 ученых, представлявших 21 учреждение из 16 городов России, Казахстана, Италии, Швеции, Венгрии: Москвы, Костромы, Шуи, Казани, Ульяновска, Самары, Оренбурга, Миасса, Екатеринбурга, Челябинска, Тюмени, Томска, Алматы, Стокгольма, Мишкольца. Среди участников – как признанные специалисты, так и, что особенно отрадно, молодые ученые, представившие на суд коллег первые опыты своих исследований.

Докладчики являлись представителями академических институтов РАН, Министерства образования и науки Республики Казахстан, крупнейших музеев и университетов России, Венгрии и Швеции, ряда общественных и коммерческих организаций. Среди них – Институты археологии и географии РАН, НИЦ “Курчатовский институт”, Институты истории и археологии (Екатерин-

бург), степи Оренбургского ФИЦ и минералогии УЮ ФНЦ МиГ (Миасс) УрО РАН, ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН, Государственный исторический музей, Московский, Томский, Тюменский и Ульяновский государственные университеты, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, НП “Шуйская археологическая экспедиция”, АНО “Центр историко-культурных исследований и проектирования” (Кострома), Историко-эко-культурная ассоциация “Поволжье” (Самара), ООО НПЦ “Универсальные технологии и разработки” (Самара), Институт археологии им. А.Х. Маргулана МОН РК (Алматы), Стокгольмский университет (Швеция), Университет Мишкольца (Венгрия).

Всего было заслушано 26 докладов. Более половины из них представлены сотрудниками Института археологии РАН и Института минералогии УрО РАН. Очный и заочный формат проведения семинара привлек внимание многих специалистов гуманитарного и естественнонаучного профиля, сотрудников музеев, вузов, научно-исследовательских учреждений России и стран ближнего и дальнего зарубежья.

С приветственным словом к участникам семинара обратился член-корр. РАН *Е.Н. Черных* – один из основоположников археометаллургических исследований в СССР и России, долгие годы возглавлявший Лабораторию естественнонаучных методов Института археологии РАН. Евгений Николаевич вспомнил об истоках лаборатории и основных этапах ее деятельности, а также пожелал успеха семинару и каждому из его участников.

В первый день было заслушано три блока докладов, связанных с важнейшими направле-

ниями археометаллургических исследований: 1) практические и методические вопросы изучения горного дела, металлургии и металлообработки эпохи раннего металла; 2) хронология рудников бронзового века Южного Урала и Алтая; 3) чернь и сплавы римской эпохи и Средневековья.

Первый блок открыл доклад *Д.С. Аганова* и *С.А. Аганова* (Самара) “Модели плавки цветных металлов в древности”, посвященный обсуждению многолетнего опыта экспериментальных работ Самарской археометаллургической группы. Рассматривались две принципиальные схемы плавки цветных металлов в древности: с внешним и внутренним нагревами тигля, их особенности с точки зрения организации процесса металлообработки. Особое внимание обращено на разницу в археологизации двух вариантов тиглей.

*С.В. Богданов* (Оренбург) в докладе “Археометаллургические подходы к изучению медно-мышьяковых сплавов бронзового века” проанализировал репрезентативную серию из 109 экспериментов 2021 г. по легированию рафинированной меди минералами мышьяка в натуральных условиях и объемах, позволяющих изготовить металлоемкие орудия, а также опыты по литью, отжигу заготовок и их последующей кузнечно-слесарной обработке. Источником мышьяка в медных сплавах служил арсеницит. Эксперименты показали, что медный раствор в условиях массового металлопроизводства ранних фаз бронзового века можно обогатить мышьяковыми лигатурами тремя основными способами: растворение порошка арсеницита в перегретом расплаве меди путем дразнения (перемешивания) деревянной жердью; совместная тигельная плавка порошка арсеницита, перекрытого корольками меди и “шубой” из толченого древесного угля; совместная восстановительная плавка минералов меди и арсеницита. По указанным технологическим схемам можно обогащать растворы меди любыми соединениями мышьяка. Лишь первые два способа позволяют получить сплавы с заданной пропорцией Cu и As, а также средне- и высокомышьяковые соединения.

Опыты по литью и кузнечно-слесарной обработке орудий подтвердили достоверность заключений *Н.В. Рындиной* и *И.Г. Равич* о возможности двух термических режимов отжига мышьяковых бронз, построенных на металлографическом анализе майкопско-новосвободненского металла. В докладе *С.В. Богданова* приведены данные приборных замеров фаз плавления экспериментальных образцов мышьяковых сплавов, особенно их физико-химических свойств. Всего изготовлено 17 орудий из низко- и среднемышьяковых сплавов (1,5–5% As), соответствующих типологическим стандартам восточноевропейских культур начала бронзового века.

Целью коллективного доклада *А.Д. Дегтяревой*, *А.А. Губина* (Тюмень) и *Д.А. Артемьева* (Миасс) “Использование методов SEM и металлографии в анализе металла эпохи бронзы” являлась апробация методики сканирующей электронной микроскопии в изучении включений и фазовых составляющих металлографических шлифов. Представлены результаты аналитического исследования металла петровской культуры (XIX–XVIII вв. до н.э.) Южного Зауралья с применением сканирующего электронного микроскопа с энергодисперсионным анализатором, использованного для определения элементного состава фаз в образце. В процессе исследования произведена визуализация поверхности изделий с изучением топологии и структуры металла. С определенной долей вероятности выявлены типы руды, используемые при выплавке меди. Для петровского металлургического очага Южного Зауралья помимо окисно-карбонатных руд характерно использование в шихте халькозин-ковелиновых руд зоны цементации сульфидных месторождений. Аналогичная ситуация наблюдается и для меди изделий и слитков поселений Среднего Притоболья, на которых осуществлялась лишь переработка металла.

Доклад *М.Н. Анкушева*, *Д.А. Артемьева*, *И.А. Блинова* (Миасс) “Аналитические методы исследования состава металлических изделий бронзового века: достоинства и недостатки” посвящен аналитическим методам изучения состава металлических изделий бронзового века. Отмечены достоинства и недостатки методов, необходимость отбора проб, длительность пробоподготовки и анализа. Авторы сравнили результаты спектрального, рентгенофлуоресцентного (РФА) анализов, сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), масс-спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и лазерной абляцией (ЛА-ИСП-МС). Спектральный анализ и ЛА-ИСП-МС показывают хорошую сходимость и высокую чувствительность. РФА иногда завышает значения основных примесей, но не требует пробоотбора, поэтому является незаменимым при исследовании предметов из музейных фондов.

*Д.А. Артемьев* (Миасс) в докладе “Геохимия металлургической группы “чистой” меди, как индикатор вероятных источников медной руды на Урале в древности” рассмотрел возможности использования современных методов исследования микроэлементов-примесей в медных изделиях, слитках и корольках в шлаках и в их числе — масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой и лазерной абляцией в совокупности со статистическими методами анализа. Представлены результаты исследования элементов-примесей в медных археологических артефактах, относящихся к металлургической группе “чистой” меди Урала. В итоге на основании геохимических мар-

керных ассоциаций удалось разделить группу чистой меди на 11 кластеров, характеризующих различные источники медной руды и их смеси, среди которых семь ассоциаций различных типов медных месторождений. В ПБВ и его финале самую большую выборку в группе чистой меди составляет смешанный из нескольких источников металлов свинца в установлении рудных ресурсов. Для чистой меди РЖВ Среднего и Южного Урала выявлены два основных источника медной руды: Гумешевский и один неустановленный рудник также в южной части ареала иткульской культуры. Средний состав капель меди из шлаков отражает средний состав выплавляемого металла, который может характеризовать как тип руды, так и отражать смешение руд в шихте при плавке.

В докладе *А.С. Ермолаевой* (Алматы), *М.Н. Анкушева* (Миасс), *С.В. Кузьминых* (Москва) и *И.А. Русанова* (Челябинск) “Талдысай – поселок металлургов эпохи поздней бронзы в Улытауской степи Казахстана” были подведены итоги комплексных исследований поселения Талдысай – одного из немногих сохранившихся памятников археометаллургии в Жезказган-Улытауском горно-металлургическом центре Казахстанской горно-металлургической области. Его мастерские, ориентированные на товарное производство меди, поступавшей на трансевразийские торговые пути, функционировали на протяжении всей позднебронзовой эпохи.

*В.В. Ткачев* (Оренбург) в докладе “Влияние фактора сезонности на организацию горно-металлургического производства в позднем бронзовом веке в Южных Мугоджарах (Западный Казахстан)” подвел итоги многолетних исследований геoarхеологических производственных объектов в пределах Южно-Мугоджарского (Берчогурского) горно-металлургического района (Западный Казахстан). На южном фланге Уральско-Мугоджарского ГМЦ, связанного с металлопроизводственной деятельностью кожумбердынской культурной группы, детально изучены Шуулдакский и Сарлыбайский археологические микрорайоны, приуроченные к древним медным рудникам. В Южных Мугоджарах реконструируются маршруты регулярных сезонных миграций с широтной направленностью, протяженность которых составляла от 40 до 80 км. Группы кожумбердынского населения вместе с основной частью стада перемещались, вероятно, в верховья маловодных степных речек, берущих начало на восточных склонах Жанганинского хребта. Здесь располагались летовки степных скотоводов. На зиму они возвращались в низовья этих рек к основной водной артерии региона – реке Ирғиз. Особенно гармоничное сочетание мобильного скотоводства и горно-металлургического производства,

характеризующихся совпадением сезонных хозяйственных и технологических производственных циклов. Это обеспечивало предельную рациональность и эффективность адаптационной стратегии.

*Е.И. Гак* (Москва) в докладе “Смена и развитие традиций в металлопроизводстве эпохи средней бронзы Предкавказья и юго-востока Русской равнины” обсудил результаты комплексного анализа археологических и аналитических данных по материалам курганных памятников. Раскрыто содержание отдельных этапов развития металлообработки на этой территории, дана оценка характера, истоков и динамики происходивших изменений. Показано, что в течение всего среднего бронзового века металлокомплекс сохраняет черты структурного единства. На этапах смены эпох прослеживается преемственность, а также ренессанс в распространении некоторых архаичных форм и технологических приемов.

Доклады второго блока обращены к важнейшей и малоисследованной проблеме археологии бронзового века – хронологии медных рудников. *П.С. Анкушева* (Челябинск) и *Э.П. Зазовская* (Москва) в докладе “Радиоуглеродная хронология медных рудников Южного Зауралья” представили результаты радиоуглеродного датирования материалов из четырех медных рудников Южного Зауралья и Мугоджар. Серия AMS-датировок продемонстрировала широкий интервал разработки этих месторождений в ПБВ, начиная с рубежа III–II тыс. до н.э. и заканчивая первыми веками I тыс. до н.э. Выделенные хронологические группы были соотнесены с основными этапами ПБВ в регионе: синташтинско-абашевским, срубно-алакульским и финалом эпохи бронзы.

*О.В. Зайцева* и *Е.В. Водясов* (Томск) в докладе “Феномен рудника Владимировка в контексте ранней металлургии Евразии: новые радиоуглеродные даты и гипотезы” обратились к органическим материалам памятника, которые сохранились в Музее археологии и этнографии Сибири Томского университета. В 1955 г. на кобальтовом месторождении Владимировка (Усть-Канский район Республики Алтай) геологами при проходке взрывом был вскрыт древний карьер, и в нем на глубине 3 м в вечной мерзлоте обнаружены и собраны многочисленные предметы из дерева, камня, кости, рогов коров и быков, часть шкуры северного оленя, два кожаных ремешка, связанных вместе, обрывок веревки, сплетенной из шерсти. Несмотря на неоднократные публикации этих материалов, вопросы о предмете добычи и хронологии древних выработок остаются нерешенными. В сообщении представлены две новые AMS-даты, доказывающие разработку рудника Владимировка около 3500 BC.

Третий блок докладов первого дня привлек внимание к исследованию образцов черни и сплавов на медной основе римской эпохи и Средневековья. *Александра Гуумлиа-Маур (Alessandra Giumlia-Mair)* (Москва) в докладе “On the origins of niello (О происхождении черни)” обратилась к проблеме происхождения черни, представив на обсуждение результаты исследования самых ранних их образцов в Средиземноморье, датируемых V–IV вв. до н.э.

Специалисты НИЦ “Курчатовский институт” (*А.Ю. Лобода, А.Н. Мандрыкина, Е.Ю. Терещенко, Е.Б. Яцишина*) и ИА РАН (*И.Е. Зайцева*) в докладе “Электронно-микроскопические исследования состава и микроструктуры черни древнерусских крестов-энколпионов из Суздальского ополья” подвели итоги изучения состава металла и черни 10 древнерусских крестов-энколпионов и трех крестов-тельников из Суздальского Ополя. Полученные результаты позволяют заключить, что, несмотря на некоторые вариации в составах черневых масс, как правило, древнерусскими мастерами применялся более-менее унифицированный черневой состав, в который входили медь, свинец и сера. Им заполнялись полости разной глубины и конфигурации. Фиксируемый в составе черневой массы цинк в большинстве случаев “переходил” в нее из металла. Единство рецепта черни и выявленная корреляция между типологией и составом металла створок энколпионов, по мнению авторов, косвенно подтверждают сделанный ранее на основе морфологии энколпионов вывод о возможном наличии нескольких крупных производственных мастерских при христианских центрах, которые производили стандартизированную продукцию для широкого распространения по всей территории Древней Руси.

Два доклада были посвящены результатам изучения цветного металла могильников Фронтное-3 и Больше-Тиганского. *И.А. Сапрыкина* (Москва) в докладе “Цветной металл Юго-Западного Крыма в римскую эпоху (по материалам могильника Фронтное-3)” дала характеристику базы данных по химическому составу металла памятника (690 анализов РФА). В развитии цветной металлообработки Юго-Западного Крыма она выделяет два периода. Для первого (конец I – первая половина III в.) отмечено доминирование латуней (в том числе высокоцинковых) и тройных бронз (в том числе высоколегированных свинцом). Значительное увеличение изделий из цветного металла в материалах могильника приходится на вторую половину II – начало III в. Второй период (середина III – начало IV в.) характеризуется заметными изменениями в развитии цветной металлообработки региона. Они связаны с увеличением общего объема изделий, выполненных из серебра или сплавов с серебром; доля цветного металла заметно уменьшается.

Доклад *Н.В. Ениосовой* (Москва) и *С.И. Валиулиной* (Казань) “Изделия из медных сплавов в погребальных комплексах ранневенгерского Больше-Тиганского могильника” посвящен характеристике сплавов на медной основе в украшениях этого уникального памятника, раскопанного Е.А. и А.Х. Халиковыми в 1970–80-е годы в Нижнем Прикамье. Из погребений 6, 7, 19, 35 и 47 второй половины IX – середины X в. изучены ремешковые украшения, подвески, браслеты и перстни (54 пробы РФА). В выборке доминируют оловянно-свинцовые бронзы с высоким и средним содержанием легирующих компонентов. Значительная доля многокомпонентных сплавов указывает на широкое использование лома цветных металлов. Примесь мышьяка (0.8–5%), зафиксированная в медных и серебряных сплавах этого памятника, выделяет коллекцию Больше-Тиганского могильника среди других исследованных серий этого времени с территории Поволжья и Южного Урала.

Второй день работы семинара был посвящен вопросам археометаллургии железа. В работе секции принял участие секретарь Международного комитета по древнему железу д-р Иржи Гошек.

В коллективном докладе *И.С. Степанова, Д.А. Артемьева, И.А. Блинова* (Миасс), *А.Д. Таурова, А.М. Наумова, И.П. Алаевой* (Челябинск), *А.А. Пушкарёва* (Томск) “Исследование продуктов древней металлургии железа горно-лесной и лесостепной зон Среднего Зауралья” представлены результаты полевого и аналитического изучения памятников горно-лесной и степной зон Среднего Урала раннего железного века и выявленных на них продуктов металлургии железа. Результаты исследования позволили сделать ряд выводов о характере металлургии и металлических артефактов, выявленных в производственных центрах иткульской культуры на озерах Иртыш, Иткуль и р. Багаряк.

В докладе *Е.В. Водясова, О.В. Зайцевой* (Томск), *И.С. Степанова* (Миасс), *М.В. Вавулина, А.А. Пушкарёва* (Томск) “Железные рудники Юго-Восточного Алтая: проблемы идентификации и хронологии” подведены первые итоги комплексных исследований древних выработок на месторождении Рудный Лог, расположенном в Кош-Агачском районе Республики Алтай. Здесь зафиксировано 350 выработок спекуляритовой руды. По AMS-дате начало эксплуатации рудопроявления приходится на I–II вв. н.э., что совпадает по времени с сыродутными горнами хуннской эпохи, известными в окрестностях рудника, в долине р. Юстыд. В докладе приводятся результаты радиоуглеродных и геохимических анализов, обсуждается проблема древней логистики спекулярита в районах Юго-Восточного Алтая.

Выступление *Себастиана Вермлэндера* (Sebastian Wärmländer) (Стокгольмский университет, Stockholm University) “Iron trade in the Baltic Sea during the 15<sup>th</sup>–17<sup>th</sup> centuries (Торговля железом в регионе Балтийского моря на протяжении 15–17 столетий)” посвящено результатам исследования материалов кораблекрушений в Балтийском море, которые предоставляют уникальные возможности для изучения экспорта железа в разные периоды XV–XVII вв. Особое внимание в докладе уделено качеству производимого железа и этапам его производства.

В докладе *Белы Тёрёка и Адама Тиле* (Bela Török и Adam Thile) (Университет Мишкольца, Венгрия, University of Miskolc, Hungary) “A complex approach to the study of factors and metallurgical processes influencing the carbon content of iron blooms from medieval smelting” (“Комплексный подход к изучению факторов и металлургических процессов, влияющих на содержание углерода в средневековых крицах”) рассмотрены способы контроля за содержанием углерода во всем объеме крицы в ходе сыродутного процесса. Авторами проанализированы возможности различных методов исследования средневековых металлургических процессов, таких как реконструкция плавильных экспериментов, тестирование материалов археологических находок и экспериментальных продуктов, а также теоретические физико-химические реакции и процессы.

*В.И. Завьялов и Н.Н. Терехова* (Москва) в докладе “Взаимодействия между различными типами ремесленных центров” рассмотрели характер этих взаимодействий на примере изучения железных предметов из металлургического поселения Истье 2 и Старой Рязани – крупного железообрабатывающего центра. Проанализировав результаты археометаллографического и РФА-анализов, авторы пришли к выводу о том, что кузнечная продукция в Истье 2 в основном производилась на месте. Старая Рязань как городской обрабатывающий центр расплавилась за производимую сельскими металлургами продукцию предметами престижного характера, широко производившимися в мастерских столицы княжества.

*Ю.А. Семькин* (Ульяновск) в докладе “Результаты исследований объектов черной металлургии и технологии кузнечной продукции средневековья Среднего и Нижнего Поволжья” дал обзор своих многолетних исследований, связанных со становлением и развитием металлургии железа и железообработки у средневекового населения Поволжского региона.

В выступлении *В.Л. Щербакова* (Кострома) и *О.А. Несмиян* (Шуя) “Первые данные о технологии кузнечных изделий средневекового Плеса” привлечено внимание к технологии изготовления кузнечных изделий конца XII – XV вв., найден-

ных в ходе раскопок на Соборной горе Плеса в Костромском Поволжье. В исследованной выборке выявлены качественные кузнечные изделия, включая импортный дамаскированный нож.

В докладе *А.П. Зыкова* (Екатеринбург) “Рубильные ножи и пальмы севера Западной Сибири: морфология, технология производства” рассмотрен очень редкий вид клинкового однолезвийного оружия севера Западной Сибири. Именно рубильные ножи, по мнению автора, стали прототипом специфического сибирского охотничье-боевого древкового оружия – пальмы, появившегося не позднее XVII в. Технология кузнечного производства сибирских рубильных ножей однозначно подтверждает их местное изготовление.

*М.В. Чирков* (Москва) в докладе “Ножи из мегалитов Верхнего и Среднего Прикамья периода Великого переселения народов (технология и типология)” представил результаты археометаллографического исследования ножей так называемого харинского типа. В итоге автор пришел к заключению, что орудия изготавливались в основном из цельнометаллических заготовок, при этом встречены редкие примеры технологической сварки. Применялись приемы термообработки в виде резкой и мягкой закалки, использовался прием цементации лезвий ножей, не характерный для предшествующей гляденовской культуры.

Выступление *Д.В. Валькова, Н.С. Голованова, А.Н. Коновалова, Д.В. Сёмина, А.И. Фахретдинова* (Самара) “Древние выработки у села Большое Нагаткино в Ульяновской области” было посвящено открытию на основе анализа космических снимков памятника археологии, связанного с добычей железной руды. Здесь на участке местности (1050 × 900 м) находится около 1600 задренованных устьев шахт (11–16 × 1.2–1.5 м) и окаймляющих их отвалов. Стратиграфическим разрезом отвала и борта одной из шахт выявлен рудный горизонт мощностью до 0.4 м с обильными включениями железистых образований сидеритового типа минерализации. Всестороннее изучение этого памятника с привлечением методов археометрии позволит конкретизировать культурно-хронологическую принадлежность выявленного объекта.

Подводя итоги семинара, важно отметить тот неподдельный интерес, который проявили к обсуждаемым вопросам очные и заочные участники заседаний. В первый день особое внимание привлекли доклады Д.С. и С.А. Агаповых и С.В. Богданова, базирующиеся на научно обоснованной серии экспериментальных исследований. Коллеги из Самары выявили две принципиальные схемы плавки цветных металлов в древности: с внешним и внутренним нагревами тигля, которые находят отражение и в археологических мате-

риалах. С.В. Богданову впервые удалось подойти к пониманию неизученных прежде аспектов производства мышьяковых бронз позднего энеолита – раннего и среднего периодов бронзового века.

Для второго дня работы семинара следует выделить выступления Е.В. Водясова и S. Wärm-länder, в которых был проанализирован трудно-доступный археологический материал: в первом случае – рудопроявления в высокогорьях Алтая, во втором – железное сырье, обнаруженное при обследовании затонувших кораблей. Полученные авторами результаты позволяют приступить к решению сложных и весьма актуальных проблем современной археометаллургии, одна из которых

заключается в изучении рудной базы древней черной металлургии Алтая (а возможно, и Южной Сибири в целом), другая – в установлении торгово-производственных связей между европейскими государствами в конце средневековья – начале Нового времени.

Широкая тематика докладов, атмосфера живого общения, острые дискуссии позволили выявить наиболее спорные и актуальные проблемы современной археометаллургии, а также наметить проблематику для последующих встреч. Всеми участниками было выражено единодушное пожелание придать семинару регулярный характер.