

ИСТОРИЯ НАУКИ

Е. Н. ЧЕРНЫХ

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ УСТАНОВЛЕНИЯ РУДНЫХ
ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ДРЕВНЕЙШЕГО МЕТАЛЛА

Установить рудные источники древнего металла—одна из самых интересных, сложных и важных задач, стоящих перед наукой. Действительно, разрешение этих вопросов, хотя бы и предварительное, дало бы возможность нам иметь дополнительный и объективный материал, позволяющий судить о рудных источниках, о проксхождении и синхронизации культур, древних торговых связях, центрах, подчиняющихся своему культурному влиянию соседей, характере связей между отдельными культурными группами населения и многое другое.

Вот уже больше тридцати лет в СССР и ряде зарубежных стран пытаются путем изучения гаммы элементов—примесей к древней меди выяснить ее рудные источники. Основным методом изучения химического состава меди стал спектральный анализ. В отечественной и особенно зарубежной литературе наблюдается много споров и разногласий по поводу методов обработки спектроаналитических данных, методов выделения родственных групп металла, способов сравнения химического состава меди и руд [1, 2]. Вряд ли необходимо приводить здесь хотя бы краткий обзор литературы по этому вопросу, тем более, что автору уже приходилось касаться этого [1, 2, 3, 4].

Имеет смысл остановиться здесь на тех основах метода обработки спектроаналитических данных и способах выделения и сравнения между собой отдельных групп металла, которые использует в своих исследованиях лаборатория спектрального анализа Института археологии АН СССР в Москве. Пропаганда и обсуждение этого метода на страницах журнала АН Армянской ССР тем более важны, что исследования состава древнейшего металла с территории Восточной Европы и Кавказа и изучение геохимии медных закавказских месторождений, разрабатывавшихся в древности, показали ту громадную роль, которую играл Кавказский горнометаллургический центр (и особенно Закавказье) на ранних этапах истории металлургии Восточной Европы. И археологи, и геологи-геохимики, и все те, кто изучает историю металлургии Кавказа смогут ближе познакомиться с теми выводами, к которым пришел автор настоящей статьи, работая над аналитическими материалами Восточной Европы, высказать свои соображения по этому поводу.

Какие предпосылки принимаются нами в качестве отправных при разработке проблемы генезиса металла? Основой для нас являются различия в геохимической характеристике руд отдельных месторождений. Известно, что кроме меди в руде каждого медного месторождения содержится некий набор большего или меньшего количества элементов-примесей, присутствующих в разнообразнейших концентрациях. Эти различия обычно носят либо качественный, либо количественный характер. В последнем случае наиболее полно эти отличия вырисовываются с помощью изучения методами математической статистики характера распределения концентраций каждой примеси. Значит, изучая сопутствующие меди примеси предпочтительно методами количественного спектрального анализа, мы можем относительно легко устанавливать разницу в элементарном составе различных руд.

Необычайно важными для наших целей являются работы, связанные с исследованием характера распределения концентраций элементов в рудах и горных породах. Л. Аренсом, например, в 1954 г. был сформулирован так называемый основной закон геохимии, гласящий: «Концентрация элемента в определенной изверженной горной породе распределена логарифмически-нормально» [5, стр. 64]. Д. А. Родионов значительно уточняет его и говорит о том, что логарифмически нормальный и нормальный виды распределения концентраций в горных породах являются крайними предельными видами распределений. Конкретный вид распределения в каждой породе определяется характером процессов, приведших к рассеянию элемента в породе либо в виде отдельного минерала, либо в виде примеси к минералам других элементов [6]. В. В. Богацкий, изучавший распределения концентраций элементов в рудах, выделяет пять основных типов распределения. Правда, это относится к основным, а не сопутствующим элементам месторождений. Типы эти близки видам распределений от нормального до логнормального [7].

Как известно, во время металлургических переделов руд и выплавки металлов исходный набор примесей в рудах при переходе их в металл часто претерпевает существенные изменения. Эти изменения отражаются главным образом на количестве каждого элемента, переходящего в медь. Металлургическая практика подсказывает нам, что для каждого элемента характерны свои закономерности перехода его в металл, шлак, пыль и газы. Например, серебро и золото переходят в металл без заметных потерь, железо и никель в значительной степени ошлаковываются, мышьяк, сурьма и особенно цинк подвергаются значительной возгонке [8, стр. 133; 9, стр. 311], некоторые редкие и рассеянные элементы большей частью отходят в побочные продукты металлургического производства [10] и т. д. Набор примесей в металле, не являясь зеркальным отражением исходной ассоциации в руде (в количественном смысле), тем не менее является сходным с ней. Тем самым мы не лишаемся возможности видеть на металле те различия, которые были характерны для руд. В этом заключается наша вторая, металлургическая предпосылка.

Следующее важнейшее обстоятельство, которое мы должны иметь в виду—сохранение в металле тех вариантов распределения концентраций элементов, что и в рудах. В меди мы отмечаем, как правило, нормальный или логнормальный виды распределения, причем последний тип или близкие к нему преобладают абсолютно.

Все сказанное подводит нас к необходимости обработки спектроаналитических данных методами математической статистики. Если древние металлурги выплавляли металл из руд, качественно различных между собой, то эти глубокие различия должны четко отразиться и на металле. Но если руды были качественно неразличимы—расчленение металла на группы, происходящее из различных рудных источников, при помощи визуального рассмотрения становится затруднительным и мало надежным. В таком случае необходимо прибегать к рассмотрению характера распределений некоторых важнейших элементов. Исследуя распределение концентраций примесей в металле какой-либо группы изделий, объединенных нами по какому-нибудь основному качественному признаку (например, культурно-географическое положение предмета), мы должны проверить так называемую «нулевую» гипотезу о единстве исследуемого материала. Действительно, если фигуры распределения концентраций для всех примесей не показывают нам отклонений от указанных выше типов распределений, то отвергать эту гипотезу у нас нет оснований. Однако, если фигуры распределения двух- или многовершинны и не описываются ни нормальным ни логнормальным видами, в таком случае «нулевая» гипотеза не выдерживает проверки [11, стр. 127, рис. 21], и мы должны считать изученный металл происходящим из двух или большего количества источников.

Приведем конкретный пример проверки единства меди майкопской культуры III тыс. до н. э. с Северного Кавказа. Наиболее ярким индикатором при такой проверке служили концентрации никеля. Они встречались в исследованной меди в широком диапазоне от условного 0% (там, где концентрации никеля были ниже чувствительности спектрального анализа) до 4,4%. Проведено 88 анализов. Частотная гистограмма была построена для большей надежности с весьма широкими классами распределения—в $1/2$ математического порядка. Фигура распределения оказалась двухвершинной (фиг. 1), указывая нам, что в изученном металле имеются группы объектов, происходящие как минимум из двух рудных источников. Гистограмма указывает нам и на границу между группами. Она проходит в промежутке 0,03—0,1% никеля. Корреляционный анализ позволил уточнить эту границу, как проходящую в интервале 0,045%—0,10%.

Корреляционный метод, часто употребляющийся в математической статистике, оказывается для наших целей еще более надежным и чутким, чем частотный. Например, при помощи его было произведено членение на группы меди Карбунского клада III тыс. до н. э., относящегося к трипольской культуре (Молдавия). Исследовано 100 предметов. На фиг. 2 а-д отчетливо видно, как свинец обнаруживает положительную

Известия, XVIII, № 3—4—8

корреляцию с мышьяком, сурьмой, серебром и висмутом, а отрицательную — с никелем. Центры рассеивания показывают нам истинные группы металла в меди клада.

Как показывает практика, анализ частотных гистограмм и графиков рассеивания нередко является вполне достаточным для того, чтобы правильно выделить группы и установить истинное сходство и различие между ними. Статистические подсчеты различных критериев необходимы лишь в спорных случаях.

Математическая статистика успешно выполняет также и функцию «сокращения информации». Действительно, чтобы успешно манипулировать со многими тысячами цифр, необходимо выразить аналитические данные в удобных для пользования формах. Частотные графики стали для нас наиболее удобным выражением химизма различных групп металла. При их помощи очень легко сравнивать между



Фиг. 1. Распределение концентраций никеля в меди майкопской культуры.

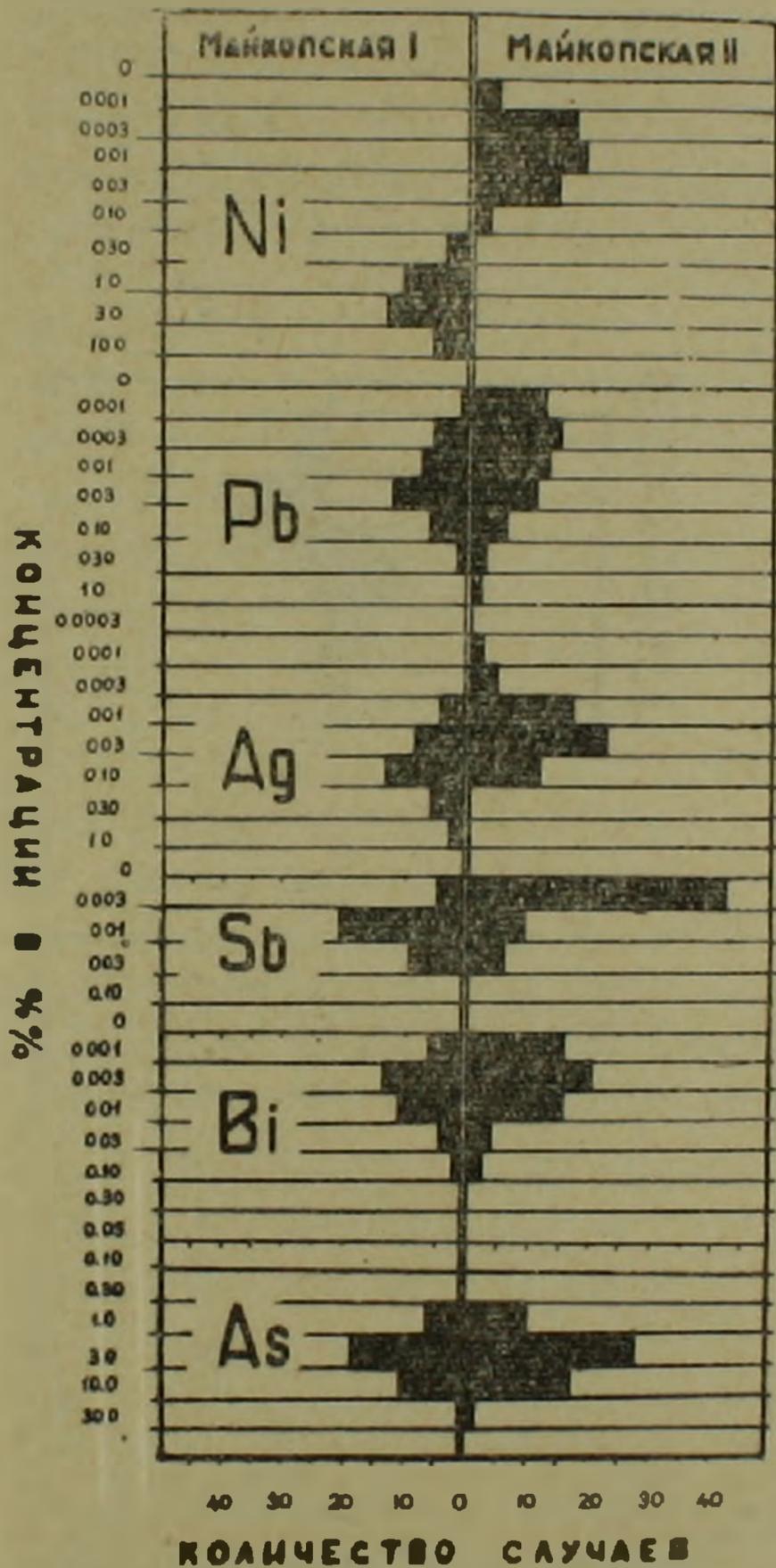


Фиг. 2. Пример подразделения металла на группы при помощи корреляционного анализа (на материале Карбунского клада III тыс. до н. э. трипольской культуры).

собой различные совокупности металла. Например, сравним между собой уже упоминавшиеся здесь I и II майкопские группы металла, но уже не по одной, а по шести примесям (фиг. 3). При такой форме сравнения становится очевидной не только резкая разница между сопоставляемыми группами по никелю, но и гораздо большая насыщенность меди высоконикелевой группы примесями сурьмы, серебра и свинца.

Статистика помогает нам решить вопрос: естественный или искусственный характер носит в меди та или иная примесь? В частности, относительно характера мышьяка в кавказской меди до сих пор существуют разногласия. Его содержания в сплавах колеблются от десятых долей процента до 30%. Характер некоторых руд на Кавказе позволяет предполагать, что медь, выплавленная из руд определенных месторождений, может содержать значительную долю мышьяка — возможно даже более 10%. Проверку этого предположения наиболее рационально проводить, изучая зависимость содержания мышьяка от функциональ-

ного назначения предмета или от технологии его изготовления. Искусственной можно будет признать примесь мышьяка лишь в том случае, если между функцией предмета и содержанием в его металле мышьяка будет определенная связь. И, наоборот, если концентрация примеси будет индифферентна к назначению предмета или к технологии его изготовления, то мы признаем эту примесь естественной, т. е. перешедшей в медь из исходных руд без участия древнего металлурга. Напомним только, что мышьяк придает меди легкоплавкость, легкотекучесть, способность хорошо заполнять мелкие полости литейных форм, уменьшает линейную усадку сплава.



Фиг. 3. Способ сравнения двух групп металла по шести диагностическим примесям при помощи частотных гистограмм.

ную разницу в них. Средние значения равны соответственно 1,6% и 8,6%. Налицо дифференцированный и разумный подход к легированию,

этим качествами мышьяк резко увеличивает твердость меди, превращающуюся после перенасыщения им меди в хрупкость. Бусы, содержащие 15—20% мышьяка, уже легко раскалываются на куски. Медь, насыщенная мышьяком в подобных концентрациях уже, по-видимому, не выдерживает проковки. Хрупкость абсолютно неприемлема в орудиях труда. Зато для мягких литых украшений это не имеет никакого значения. Здесь необходимы иные свойства сплава.

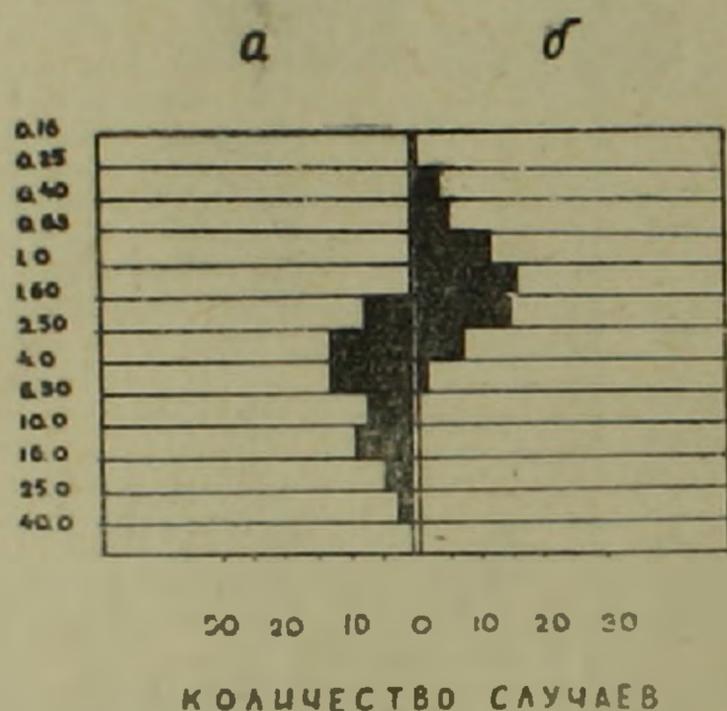
Мы провели такую проверку для одной из групп северокавказской культуры (103 предмета). Разделив все изделия по способу их изготовления или их функции, мы выделили в одну группу (б) орудия труда (топоры, ножи, шилья) и большие кованые украшения (булавки), а в другую группу (а)—все литые мелкие украшения (грушевидные и бочонкообразные бусы, литые орнаментированные пронизки и т. д.)*. Сравнение характера распределения концентраций мышьяка в обеих группах, равно как и сравнение средних значений его показали (фиг. 4) отчетливую и значитель-

* Технология изготовления определялась либо металлографически, либо визуальной под бинокулярной лупой с изучением следов литья иковки [12].

не оставляющей сомнения в искусственном происхождении мышьяка в меди.

В свое исследование мы вводим понятие диагностических примесей. Ими могут быть наиболее часто встречающиеся в древней меди примеси. Именно с ними нам и приходится проводить все операции по определению родственных групп. Теоретически диагностических примесей чрезвычайно много [13, стр. 4]. Чаще всего однако мы имеем дело с оловом, свинцом, никелем, мышьяком, сурьмой, кобальтом, золотом, серебром, висмутом, цинком, железом, фосфором. Значительно реже встречаются титан, ванадий, молибден. Только в исключительных случаях мы можем отметить в меди германий, индий, галлий, селен, теллур и т. д. Для последних их проникновению в металл (в случае их присутствия в руде) препятствуют три обстоятельства: во-первых, они имеются в руде, как правило, в незначительных количествах — в десятитысячных и тысячных долях процента; во-вторых, они резко уменьшают свои концентрации в окисленной зоне по сравнению с сульфидной [14]; в третьих, во время их металлургических переделов львиная доля их количества уходит в побочные продукты. Практически не имеют для нас значения постоянно присутствующие в древней меди кремний, кальций, алюминий, магний. В основном слагающие почвы, они проникают в медь во время металлургических переделов и пребывания металла в почве. По этой же причине меньшую роль для нас играют железо и фосфор.

Очертив химическую группу металла, мы можем приступать к поискам для нее исходных руд. В современной геохимии многие медные месторождения благодаря своей изученности объединяются в генетически и геохимически родственные группы, выделяются геохимические районы (провинции). Так, например, на Кавказе имеются геохимически родственные группы медно-пирротиновых, медно-молибденовых и т. п. месторождений. Уже одно это дает нам возможность относить ту или иную группу металла к таким группам месторождений или отвергать их связь. Для нас подобная увязка часто является уже вполне достаточной, чтобы сделать важные выводы о происхождении изучаемого металла. Конкретным привязкам той или иной группы к определенному месторождению нередко мешает недостаточность геохимических данных. Анализы руд очень часто бывают неполными или доходят до нас в излишне обобщенной форме. Это лишает нас возможности полноценных сравнений. Очень важную роль при конкретизации источника играют такие побочные факторы, как наличие на месторождении древних горных вырабо-



Фиг. 4. Сравнение характеристик распределения концентраций мышьяка в меди северокавказской культуры (а—мелкие литые украшения, б—орудия труда и большие кованные украшения).

ток. Отсутствие в месторождении выходов руд на поверхность или наличие на нем железной шляпы — почти наверняка свидетельствуют о том, что это месторождение не разрабатывалось в древности.

Исследования наиболее древних горных разработок во многих странах мира показывают, что металлурги эпохи меди старались добывать только окисленные руды, избегая сульфидных. Даже в эпоху железа множество древних разработок касаются только окисленной зоны. Доходя до первичных руд, древний горняк чаще всего забрасывал шахту. Чтобы перейти к выплавке металла из сульфидных руд с необходимым для этого предварительным обжигом их, потребовалось весьма и весьма длительное время. Вот почему нередко племена, обитающие в районах, где имеются медные сульфидные месторождения без развитых окисленных зон, не знают собственной металлургии.

Описанный здесь путь исследования является до некоторой степени идеальным. В изысканиях такого рода следует учитывать множество постоянных и эпизодически встречающихся трудностей и аномалий. Так, мы должны постоянно иметь в виду неравномерность в распределении элементов по рудной массе месторождения. Значительные вариации наблюдаются как в горизонтальном, так и в вертикальном простираниях. Особенно сильно изменяется элементарный состав руд в окисленной зоне по сравнению с сульфидной. Основные закономерности таких изменений установлены и объяснены С. С. Смирновым [15].

Немало трудностей встречается нам и в области металлургической. Во время выплавки металла исходный набор примесей изменяется не только под влиянием металлургических процессов. Нередко в этот процесс активно вторгается человек и усугубляет эти изменения. На одной из таких трудностей мы уже останавливались — это искусственный ввод (легирование) какого-либо элемента в медь. Если же мы установили искусственный характер этой примеси, то затруднительно бывает выявить границу между естественным и искусственным легированием. Но и здесь нам удается обойти это препятствие с помощью математической статистики [1, стр. 151, рис. 3]. Существует кроме того возможность введения с основной легирующей примесью дополнительной, могущей также изменить исходный набор примесей. Однако, изучая корреляционную связь между основной примесью и прочими, в случае отчетливо выраженной положительной корреляции, можно уловить эту примесь. Без сомнения, существовало и перемешивание металла разных источников во время переплавки. Картина набора примесей в этих случаях получалась промежуточная между смешиваемыми группами. Такие изделия можно выявить лишь при наличии четко выраженных исходных групп [16].

Из трудностей, возникающих при математической обработке аналитических данных, следует отметить частую недостаточность материала, порождающую большую вероятность ошибки. Устраняется она с накоплением материала. Ни в коем случае не следует полагаться на выводы, сделанные на основании единичных определений. Одним из основных

залогов успешного результата является массовое исследование состава металла древних изделий.

Внимание, которое мы уделяли здесь трудностям, встречающимся при установлении рудных источников металла, необходимо, конечно, не для того, чтобы привести читателя к мысли о невозможности подобных исследований. Успех таких поисков возможен лишь в случае внимательного учета всех вероятных трудностей и аномалий. Только тогда мы сможем найти удовлетворительные пути их обхода.

Объем статьи не позволяет нам сколько-нибудь подробно остановиться на общих и частных рецептах по всем упомянутым вопросам. Частично о них уже писалось. Наиболее полно это изложено в нашей печатающейся книге [17].

Во второй части статьи мне хотелось бы в самой сжатой, конспективной форме остановиться на некоторых результатах, полученных лабораторией спектрального анализа при исследовании древнейшего металла Восточной Европы. Основанием послужили около 3000 количественных спектральных анализов, выполненных на металлическом инвентаре более чем 30 культур эпохи раннего металла. Особое внимание мне хотелось бы уделить роли Кавказского металлургического центра в деле знакомства неолитического населения Восточной Европы с металлом и для становления там собственной металлургии. Важнейшие положения и выводы уже изложены нами в некоторых работах и статьях [2, 4].

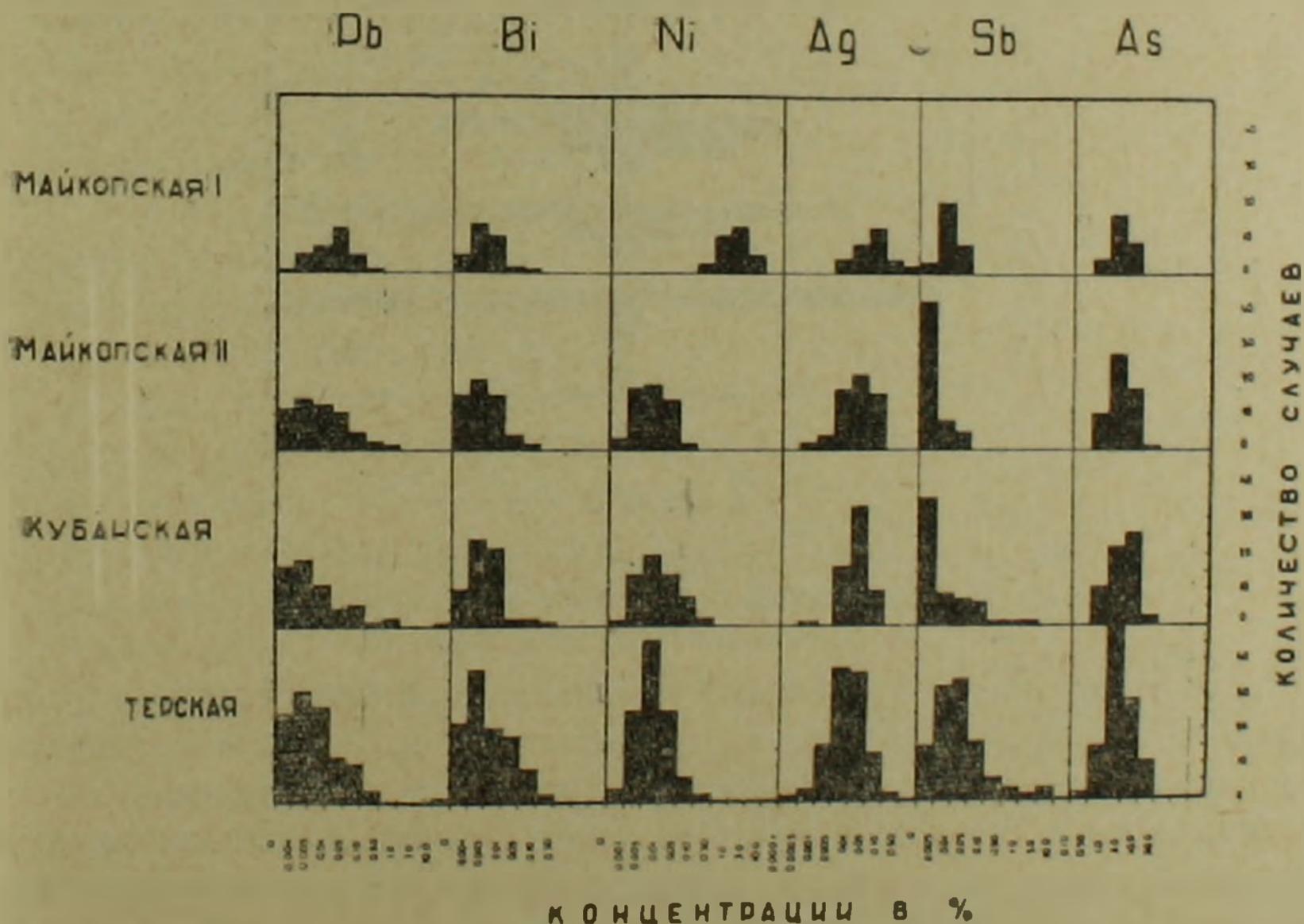
Перед нашим экскурсом в область древнейшей металлургии Восточной Европы напомним читателю, что огромные пространства этой зоны практически лишены медных месторождений. Между Карпатским меднорудным районом на западе и Уралом на востоке, Кавказом на юге и карельскими месторождениями на севере лежат тысячи километров. На этих землях известны лишь немногочисленные и небогатые выходы медистых песчаников в Донбассе и совсем незначительные—на Днестре. Уже поэтому во многих археологических работах появился априорный вывод о том, что население, обитающее на этих территориях, должно было питаться привозным металлом. Центр, экспортирующий сюда металл, должен был оказывать значительное культурное влияние на эти племена.

При массовом анализе металлических находок степных культур эпохи раннего металла (ямная, катакомбная и полтавкинская) выяснилось, что основной компонент среди них представлен искусственными медно-мышьяковистыми сплавами (150 экз.). Лишь незначительная доля изделий изготовлена из «чистой», т. е. не легированной меди (25 экз.). Медно-мышьяковые предметы обнаруживаются и в памятниках позднего (усатовского) этапа трипольской культуры (11 изделий). Значительную долю составляют они и в инвентаре среднеднепровской культуры. Отдельные случайные находки этой группы обнаруживаются на Волыни и на Оке, очерчивая нам тем самым западную и северную границы распространения находок медно-мышьяковой группы. На вос-

токе они находятся в заволжских степях. Попытки подразделить ее на составные компоненты пока что не увенчались успехом.

О невозможности ее увязки с Бахмутскими месторождениями красноречиво свидетельствовали резкие отличия в химическом составе руд и металла. Для поисков ее истинных рудных источников или хотя бы исходных районов выплавки этого металла нами были проделаны массовые анализы меди культур со всех смежных территорий. Наиболее значительные серии анализов были проведены среди металлического инвентаря культур III—II тысячелетия с Северного Кавказа. Основу здесь составляли коллекции майкопской и северокавказской культур.

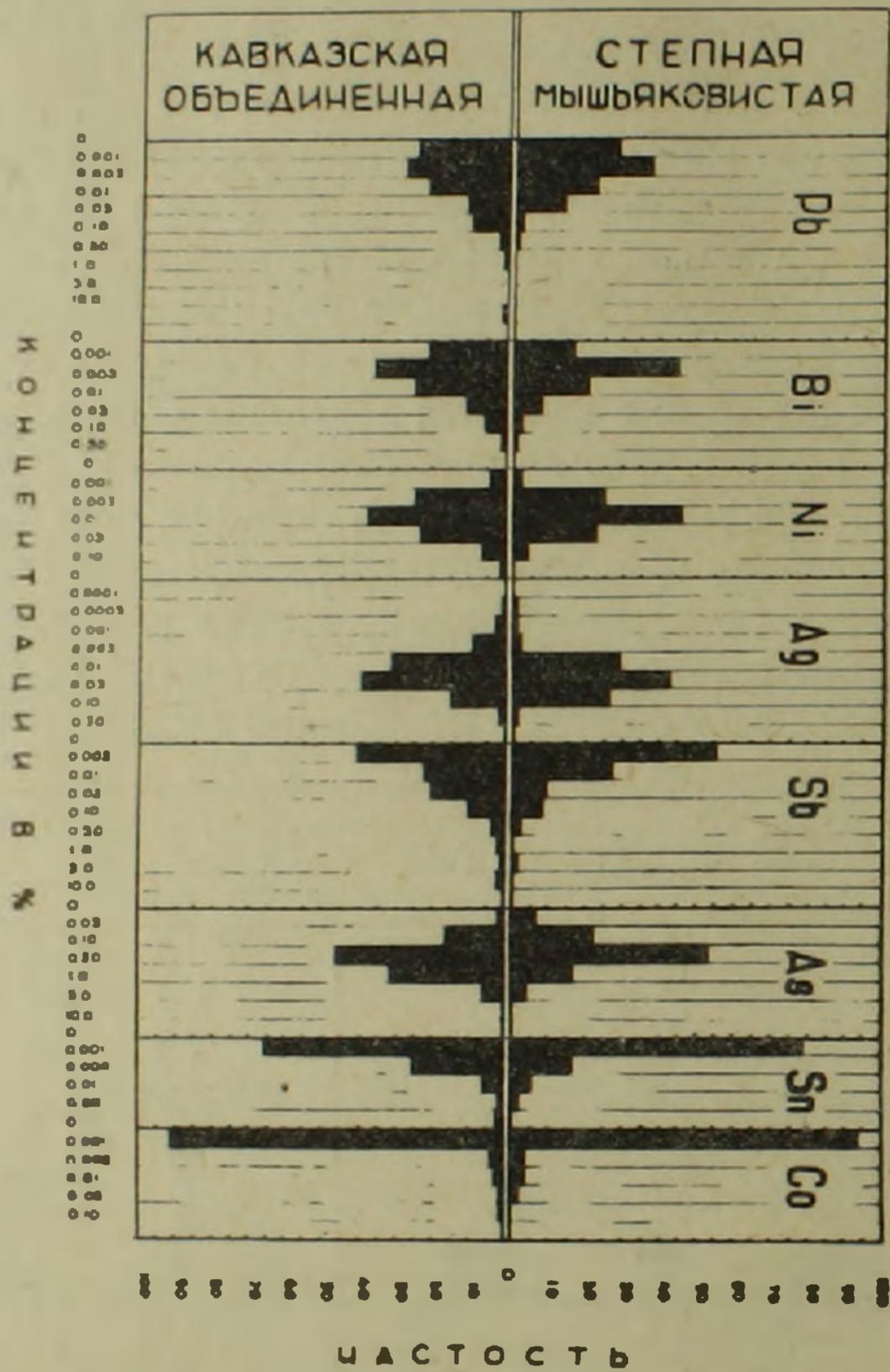
О подразделении меди майкопской культуры на две—I майкопскую (высоконикелевую) и II майкопскую—группы мы уже говорили выше (фиг. 1 и 3). Металл северокавказской культуры также подразделяется на две группы, которые удалось выделить благодаря сочетанию методов математической статистики с учетом географического положения каждого предмета. Поэтому группы имеют определенный географический смысл, на что и указывают их названия — кубанская и терская. Различия между ними невелики и касаются характера распределения сурьмы и серебра. Кубанская группа по всей гамме примесей тождественна II майкопской, что определяет их общий рудный источник. В дальнейшем мы будем называть эту объединенную группу просто кубанской, т. к. ее находки концентрируются в основном в бассейне р. Кубань. Общая характеристика распределения концентраций основных примесей в группах и их сравнение между собой представлены на фиг. 5.



Фиг. 5. Сравнение химизма четырех групп металла с Северного Кавказа.

Даже простые визуальные сравнения степной мышьяковистой группы с кавказскими показывают их чрезвычайную близость. В то же время сопоставления ее с группами мышьяковистой меди Центральной и Западной Европы говорят о целом ряде существенных различий между ними.

Если предположить, однако, что импорт велся с Кавказа, то разумнее сравнивать степную мышьяковистую группу с объединенной характеристикой терской и кубанской групп. Два высоконикелевых медно-мышьяковых предмета, относящиеся к трипольской культуре, были отделены от общей мышьяковистой группы еще при проверке ее единства



Фиг. 6. Сравнение химических характеристик объединенной кавказской (кубанская и терская) и степной мышьяковистой групп меди.

статистическим методом на частоту признака. Если наша гипотеза будет верна, то, следовательно, можно предполагать, что экспорт с Кавказа велся одновременно металлом обеих групп (кубанской и терской). Подразделить же в степном металле их медь обычными статистическими методами очень трудно ввиду близости их химических характеристик. Но в настоящий момент для нас важнее всего установить сам факт импорта.

Из фиг. 6 очевидно полное тождество степной и кавказской групп

по всем сравниваемым параметрам. Вывод может быть лишь один: к населению степных культур III—первой половины II тыс. до н. э. абсолютное большинство металла поступало с Северного Кавказа. Вывод этот чрезвычайно важен, но не полон. Изучив металл майкопской и северокавказской культур, мы еще не определили его рудные источники. Необходимо проверить — есть ли у нас, во-первых, чисто археологические данные о занятии населения этих культур разработкой медных месторождений и выплавкой металла, и, во-вторых, подтвердят ли аналитические данные возможность выплавки меди исследованных групп из месторождений Северного Кавказа.

Ни археологические, ни аналитические данные не подтверждают предположение о собственной металлургии и добыче руд на Северном Кавказе в это время. Металл с подобной химической характеристикой не могли дать ни медно-пирротиновые месторождения горной полосы, ни медно-колчеданные типы Урупского или Худесского в верховьях Кубани, ни такое месторождение со сложным составом руд как Мукулаи-ское и т. д. Поиски рудных источников для I майкопской (высоконицелевой) группы привели нас к выводу об отсутствии таковых не только на Северном Кавказе, но и в Закавказье. Все эти выводы основываются на изучении нами многих десятков геологических отчетов по геологии и геохимии кавказских меднорудных месторождений, хранящихся во Всесоюзном Геологическом Фонде в Москве, и на изучении опубликованной доныне литературы по этим вопросам.

Медно-никелевое оруденение вообще не характерно для Кавказа. И археологические данные (типология предметов этой группы), и аналитическое — указывают нам, что источники для высоконикелевой группы располагаются за пределами южной границы СССР. Металл изделий с подобной химической характеристикой встречается в большом количестве в областях Передней Азии, Анатолии, Западного Ирана и т. д. [18].

Для кубанской и терской групп металла, наоборот, мы видим возможные источники в закавказских месторождениях. Наиболее вероятным источником для Кубанской группы является Кафанское месторождение. Его химический состав наиболее полно отвечает химизму этой группы. Большое количество древнейших горных выработок на нем, сильно развитая окисленная зона — не только не противоречат, но и подтверждают это предположение. Также вероятно использование в это время Алавердского и Шамлугского месторождений. Для Терской группы также возможно использование Кедабекского и некоторых выходов Белоканского месторождений.

Прямо подтверждает этот вывод и химический состав меди находок из многослойного поселения Кюль-тепе близ Нахичевани, относящегося к куро-араксинской культуре, идентичный химизму меди Кубанской группы [19, стр. 138—142; 20]. Тожественным ей оказывается и металл из ранних слоев Эшерских дольменов в Абхазии, датируемый концом III—началом II тыс. до н. э. Нами сейчас исследуется большая серия

находок из Закавказья III—II тыс., что даст нам возможность лишний раз проверить этот вывод.

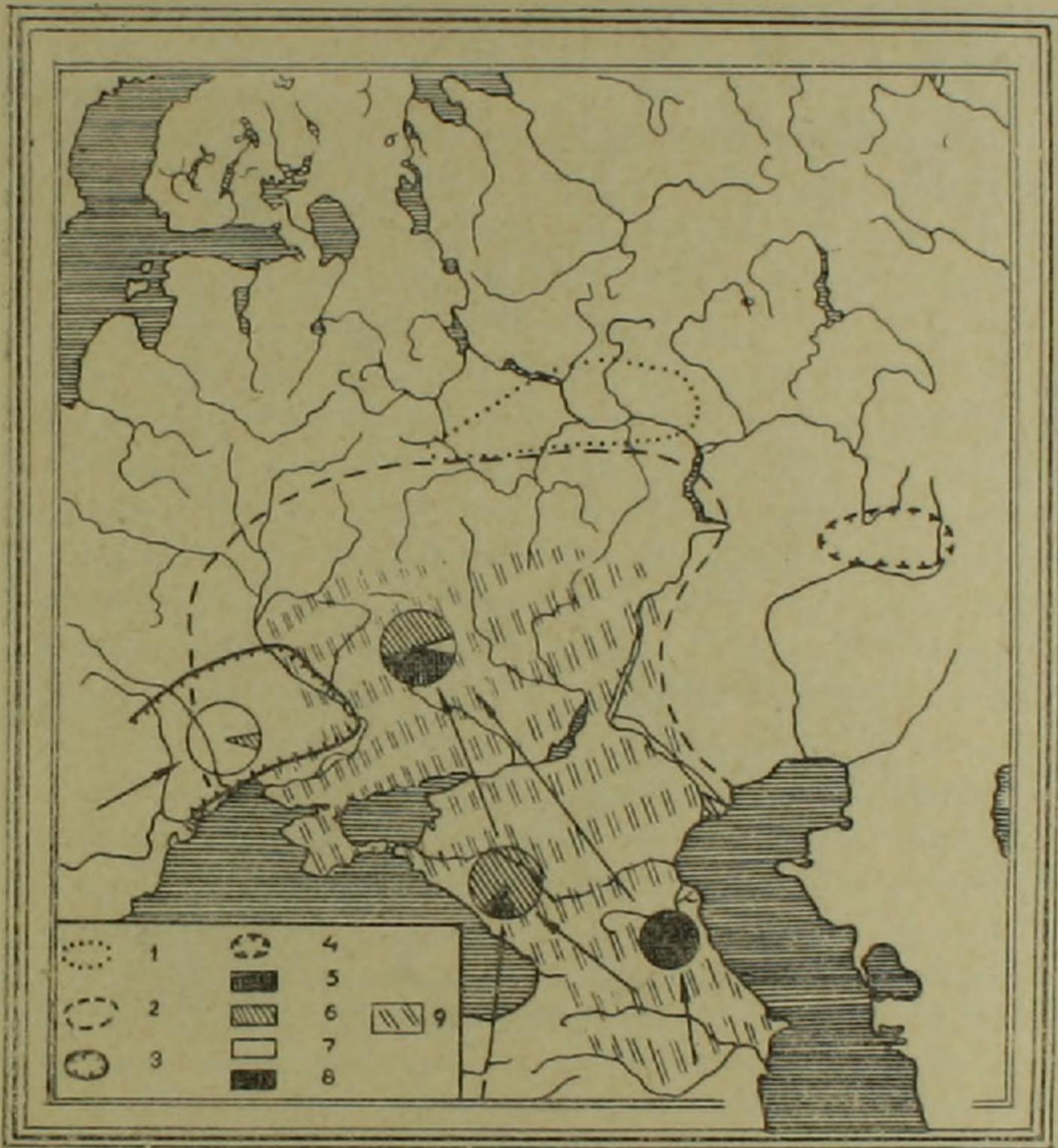
И еще одно важное обстоятельство. Сейчас на основании многочисленного аналитического материала стало ясно, что уже металлурги куро-араксинской культуры широко используют искусственные мышьяковистые сплавы. Количество мышьяка в некоторых литых украшениях этой культуры достигает 22%! Таким образом, мы можем считать, что закавказские металлурги по крайней мере уже с начала III тыс. до н. э. употребляют орудия из искусственных сплавов. Тем самым мы можем отнести культуры III тыс. в Закавказье к этапу бронзы. Несколько медных изделий встречены сейчас и в нижнем слое Кюль-тепе, считавшемся ранее неолитическим [21]. Пока не опубликованы их полные анализы, выполненные И. Р. Селимхановым, интерпретация их невозможна.

Итак, подведем итог сказанному. По крайней мере в начале III тыс. до н. э. население культур Закавказья начинает разрабатывать местные месторождения, выплавлять медь и изготавливать искусственные мышьяковистые сплавы. В результате активных торговых обменов один из потоков этой меди мы застаем на северных склонах Кавказа у племен майкопской культуры в середине III тыс., а затем и северокавказской культуры II тыс. Под влиянием закавказского металлургического очага на Северном Кавказе во второй половине III тыс. возникает очаг металлообработки. При посредстве майкопской и северокавказской культур население степной и лесостепной зон Восточной Европы второй половины III—первой половины II тыс. до н. э. получает значительную долю металла (более 80% общего количества орудий). Влияние кавказской культуры и металлургии в это время было настолько велико, что степняки перенимают для своих изделий и традиционные кавказские формы. Особенно усиливается влияние Кавказа здесь во времена бытования катакомбной культуры. В ее инвентаре мы застаем около 95% импортных кавказских изделий.

Когда возникает собственная металлургия на Северном Кавказе, сейчас с полной уверенностью сказать трудно. Многие данные указывают нам на конец II и начало I тыс. до н. э. Расцвет ее наступает в кобанское время. Ряд косвенных данных говорят нам и о более ранних датах, как, например, 3 четверть II тыс. Это предположение следует проверять с привлечением большого количества анализов закавказского металла II тыс. Однако, и сейчас ясно, что отрывать северокавказскую металлургию от закавказской невозможно. Население Северного Кавказа III—I тыс. развивало металлургию и металлообработку в тесной взаимосвязи с закавказским. Об этом свидетельствует не только аналитический материал, но и типология бронзового инвентаря.

Господство Кавказа как доминирующего металлургического центра на большей части юга Восточной Европы заканчивается в середине II тыс. до н. э. На смену племенам катакомбной культуры с очень сильной прокавказской ориентацией приходит население срубной культуры,

чрезвычайно близкое скотоводам и земледельцам Казахстана и Западной Сибири андроновской культуры. Срубники приносят в степи иной металл, происходящий из месторождений Казахстана, Западного Алтая и начавшихся эксплуатироваться южноуральских месторождений. Изделия изготовлены, в основном, из оловянистых бронз, в то время как на Северном Кавказе продолжают употребляться бронзы мышьяковистые. Кавказский импорт на севере резко сокращается. Здесь, а также в лесной зоне, господствует восточный металл.

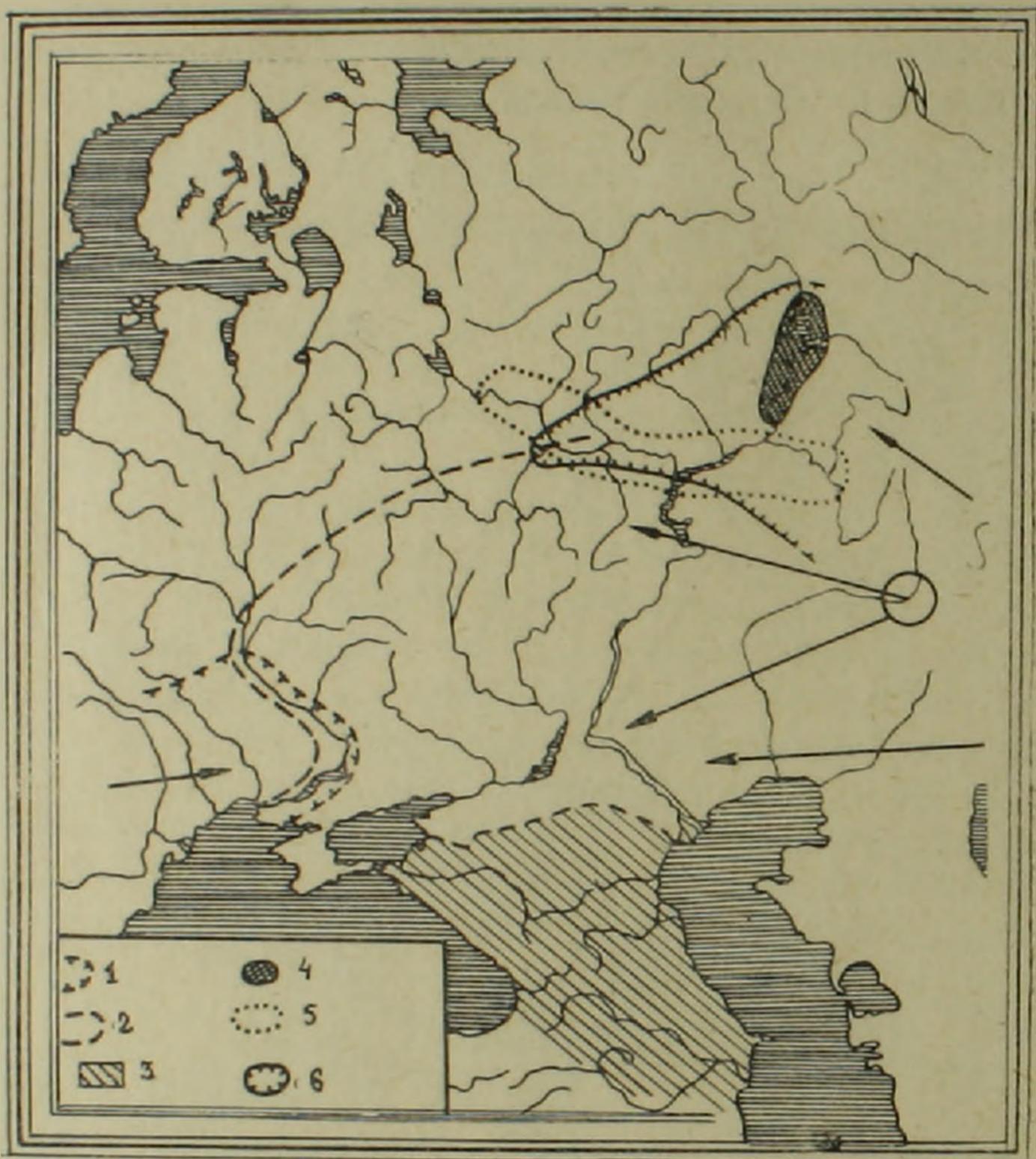


Фиг. 7. Карта-схема распространения в Восточной Европе металла различных центров в III—первой половине II тыс. до н. э. (1—«чистая» медь фатьяновской культуры, 2—зона распространения кавказских мышьяковистых бронз, 3—зона распространения меди трипольской культуры, 4—«чистая» медь южноуральского варианта ямной культуры, 5—герская группа, 6—кубанская группа, 7—группа «чистой» меди в трипольской, ямной, катакомбной и полтавкинской культурах, 8—I майкопская группа, 9—зона преимущественного распространения кавказских бронз).

В истории металлургии Восточной Европы на основании изученного материала мы выделяем 2 периода: I — мы называем Кавказским. Он длился в течение около 1000 лет — вторая половина III — первая половина II тыс. II — мы называем Урало-Казахстанским. Его даты — от середины II тыс. до начала I тыс. до н. э. (VIII—VII вв.). Принципиальные

схемы распространения металла отдельных центров в Восточной Европе мы публикуем на фиг. 7, 8.

Стараясь привлечь внимание читателя к используемому нами методу установления рудных источников для археологического металла, мы попытались показать, что присущие ему недостатки и ограниченность не



Фиг. 8. Карта-схема распространения в Восточной Европе металла различных центров во второй половине II—начале I тыс. до н. э. (1—„киммерийская“ группа, 2—зона распространения металла срубной культуры, 3—распространение кавказского металла, 4—металл „турбинских“ поселений, 5—металл абашевской культуры, 6—сейминско-турбинские группы).

лишают его объективности. С его помощью мы пришли к тем важным выводам, которые частично изложены здесь.

Москва

Поступила 22.XII.1964.

Ե. Ն. ՉԵՐՆՅԻՆ

ՀՆԱԿՈՒՅՆ ՄԵՏԱԴԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՀՈՒՄՔԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՈՐՈՇՄԱՆ
ՄԻ ՔԱՆԻ ՄԵԹՈՒՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Վերջին տարիներս ՍՍՏՄ-ում և մի շարք արտասահմանյան երկրներում տարվում են սղնձի և բրոնզի հնագույն հնկարանական առարկաների քիմիա-

կան բաղադրության լայն և սիստեմատիկ ուսումնասիրություններ: Հետազոտման հիմնական մեթոդը սպեկտրալ անալիզն է: Ուսումնասիրությունների հիմնական նպատակը հին մետալուրգների կողմից օգտագործվող հանքային հումքի աղբյուրների որոշումն է: Այս հոդվածում շարադրված են ՍՍՏՄ ԳԱ հնէաբանության ինստիտուտի սպեկտրալ անալիզի լաբորատորիայում կիրառվող մի քանի մեթոդներ ու եղանակներ, որոնք թույլ են տալիս պարզել հին մետաղյա առարկաների ծագման պրոբլեմը:

Մետալուրգիայի պատմության նման հարցերի լուծման հիմքում ընկած են հիմնականում երկու տիպի նախաաղբյուրներ.

1. Գեոքիմիական, որը հիմնված է այն օրինաչափության վրա, որ տարբեր հանքավայրերի հանքանյութերը զանազանվում են միմյանցից հիմնական հանքային բաղադրամասի հետ սերտ կապի մեջ գտնվող բնորոշ խառնուրդներով, ըստ որում հանքանյութերում այդ խառնուրդների տեղաբաշխման բնույթի ուսումնասիրումը առավել հաջող է լինում, երբ օգտագործվում են մաթեմատիկական վիճակագրության մեթոդները:

2. Մետալուրգիական, որը ելնում է այն բանից, որ անկախ հանքանյութերից մետաղը հալելու ժամանակ խառնուրդների կրած փոփոխություններից, դարձյալ հնարավոր է ձուլված մետաղները միմյանցից տարբերել շնորհիվ բնորոշ խառնուրդների: Առավել ուղիղն է սպեկտրալ անալիզի արդյունքների մշակումը կատարել մաթեմատիկական վիճակագրության մեթոդների միջոցով: Հաճախական և կորելյացիոն անալիզի եղանակով կատարված հետազոտությունների միջոցով հնարավոր է պարզել մի որոշակի հանքային հումքի աղբյուրից ստացված տարբեր հնէաբանական առարկաների մետաղի նույնությունը:

Հոդվածում շարադրված մեթոդի միջոցով պարզվել է, որ Կովկասը մ. թ. ա. 3-ից մինչև 2 հազարամյակի առաջին կեսը գերակշռող դեր է խաղացել Արևելյան Օվրոպայի հարավի նշանակալից մասը մետաղով ապահովելու գործում: Կովկասի մետալուրգիայի զարգացման առաջատար տեղում է գտնվել Անդրկովկասյան մետալուրգիական օջախը, որը հիմնված է եղել Ղափանի, Ալավերդու, Շամլուղի և Գետաբեկի տիպի հանքավայրերի վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Черных Е. Н. Исследования состава медных и бронзовых изделий методом спектрального анализа. Советская археология, № 3, М., 1963.
2. Черных Е. Н. К истории металлургии Восточной Европы в эпоху энеолита и ранней бронзы. Автореферат канд. дисс., М., 1963.
3. Черных Е. Н. Спектральный анализ и проблемы происхождения металлов. Методы естественных и технических наук в археологии. Тезисы докладов на Всесоюзном совещании. М., 1963.
4. Черных Е. Н. Спектральный анализ и изучение древнейшей металлургии Восточной Европы. В сб.: Археология и естественные науки. М., 1965.
5. Ahrens L. The lognormal distribution of the elements. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1954, v. 5, № 2.
6. Родионов Д. А. К вопросу о логарифмически-нормальном распределении содержания элементов в изверженных горных породах. Геохимия, 1964, № 4.
7. Богацкий В. В. Математический анализ разведочной сети. М., 1963.

8. Радл Р. Физическая химия и пирометаллургия меди. М., 1955.
9. Смирнов В. И. Metallургия меди и никеля. М., 1950.
10. Окунев А. И. Поведение некоторых редких и рассеянных элементов в процессе металлургической переработки медных руд и концентратов. М., 1960.
11. Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. М., 1960.
12. Рындина Н. В. Технология производства новгородских ювелиров. Материалы и исследования по археологии СССР, № 117, М., 1963.
13. Coghlan H. H. Metallurgical analysis of archaeological materials. The application of quantitative methods in archaeology. Chicago, 1960.
14. Куликова М. Ф. Поведение рассеянных элементов в зоне окисления полиметаллических месторождений Восточного Забайкалья. Геохимия, № 2, 1962.
15. Смирнов С. С. Зона окисления сульфидных месторождений. М.—Л., 1955.
16. Черных Е. Н. О металле абашевской культуры. В сб.: Памятники каменного и бронзового веков Евразии. М., 1964.
17. Черных Е. Н. Спектральный анализ и древнейшая история металлургии Восточной Европы. В печати.
18. Cheng C. F., Schwitter C. M. Nickel in ancient bronzes. American Journal of Archaeology. 1957, vol. 61, № 4.
19. Селимханов И. Р. Историко-химические и аналитические исследования древних предметов из медных сплавов. Баку, 1960.
20. Кашкай М. А., Селимханов И. Р. Исследования медно-мышьяковых предметов из холма Кюль-тепе. Доклады АН АзССР, № 4, 1957.
21. Абибуллаев О. А. Некоторые итоги изучения холма Кюль-тепе в Азербайджане. Советская Археология, № 3, 1963.