

И. А. Блинов, В. Г. Ломан

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛОТОГО ДЕКОРА УКРАШЕНИЙ ИЗ МОГИЛЬНИКОВ САТАН, КОПА, БОЗИНГЕН, НУРКЕН, ТАШИК, АКИМБЕК (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН) МЕТОДОМ РФА<sup>1</sup>

*Резюме.* Методом РФА исследован золотой декор медных украшений из могильников Центрального Казахстана. Показано, что золото легировали серебром и медью. На основании различия состава золотых изделий сделан вывод, что древние мастера имели доступ к разным источникам сырья. Близость состава золота из разных погребений могильника Сатан указывает на длительное функционирование некоторых источников сырья. Сходство составов золота в могильниках Бозинген и Акимбек, принадлежащих алакульской и федоровской культурам соответственно, объясняется связями между их сообществами. В то же время отмечаемое сходство составов золота из Центрального Казахстана и других регионов Евразии демонстрирует, скорее, возможные ошибочные выводы при их сопоставлении.

*Ключевые слова:* древнее золото, Сатан, Копя, Бозинген, Нуркен, Ташик, Акимбек, бронзовый век Центрального Казахстана, федоровская культура, алакульская культура.

### Введение

Могильники, золотые изделия из которых рассматриваются в данной статье, находятся на территории Карагандинской области (Казахстан). Памятники были исследованы археологической экспедицией Карагандинского государственного университета, под руководством В. В. Евдокимова, в конце 1970-х – начале

---

<sup>1</sup> Публикация выполнена при финансовой поддержке бюджетной темы ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН № 122062100023-5 (российская часть коллектива); и гранта МНВО РК ИРН АР09260879 «Исследование маркеров социальной ранжированности общества бронзового века Сарыарки по данным погребальной обрядности» (казахстанская часть коллектива).

1980-х гг. прошлого века (*Евдокимов, Ткачев, 1979; Евдокимов, 1980; 1981; 1985*). Полученные материалы были опубликованы фрагментарно (*Евдокимов, Варфоломеев, 2002*. Рис. 3; 4: 22, 29; 7: 20, 31, 37; 8: 6, 10–15; 9: 6–11), за исключением могильника Бозинген (*Ткачев, 2002*. С. 202–248). Могильник Акимбек относится к федоровской культуре эпохи бронзы, Сатан и Бозинген – к раннему этапу алакульской. Керамика остальных могильников имеет смешанный – алакульско-федоровский – облик.

### Методика

Изучение украшений проводилось рентгенофлуоресцентным анализом (аналитик И. А. Блинов) на приборе Innov X alpha (с чувствительностью 0,1–0,3 %). Анализ происходит без разрушения предмета и дает определение широкого спектра элементов (тяжелее Ti). Однако следует отметить, что поскольку анализ проводится на поверхности предметов, то присутствие на ней технологического покрытия (лужения), оксидной пленки или же патины влияет на результат анализа, искажая данные о составе предмета.

### Характеристика предметов

Изученная коллекция состоит из украшений, среди которых 17 подвесок в 1,5 оборота (в том числе 3 обломка), 3 височных кольца (в том числе обломок кольца с параллельными насечками), 3 обоймы (в том числе 1 гладкая и 2 с пуансонным орнаментом в виде двух рядов точек, разделенных прямой линией), 1 биконическая бусина и 1 пронизка с поперечным желобком. Все они сделаны из меди (далее – медная основа), плакированной золотой фольгой (далее – золотые изделия или покрытия). Из могильника Сатан происходит 8 изделий, могильника Копа – 5, могильника Бозинген – 8, могильника Акимбек – 2, могильников Ташик и Нуркен – по 1 (рис. 1).

Данные по составам этих изделий были опубликованы ранее (*Таиров, Зайков, 2015; Зайков и др., 2016*). Однако в обеих работах сделаны выводы лишь о том, что золотые покрытия были искусственно легированы медью. Настоящая публикация рассматривает эти материалы с другой стороны.

### Результаты

Проанализировано 25 золотых покрытий, из них 4 анализа качественные, 21 количественный (табл.), а также 5 медных основ, из них 3 анализа количественные, 2 качественные.

Только три изделия не содержат примесь Cu (КДМ 13 и 14 – мог. Бозинген; КДМ 21 – мог. Акимбек). В остальных золотых изделиях содержание меди (Cu) варьирует в пределах 0,9–4,5 %.

Сильнее варьируют соотношения Ag – Au (рис. 2).



**Рис. 1. Украшения с золотым декором из могильников Центрального Казахстана**

1–8 – Саган (КДМ 1–5, 11, 12, 26); 9 – Нуркен (КДМ 18); 10–14 – Копа (КДМ 6–10); 15–22 – Бозинген (КДМ 13–17, 20, 23, 24); 23 – Ташик (КДМ 19); 24, 25 – Акимбек (КДМ 21, 22)

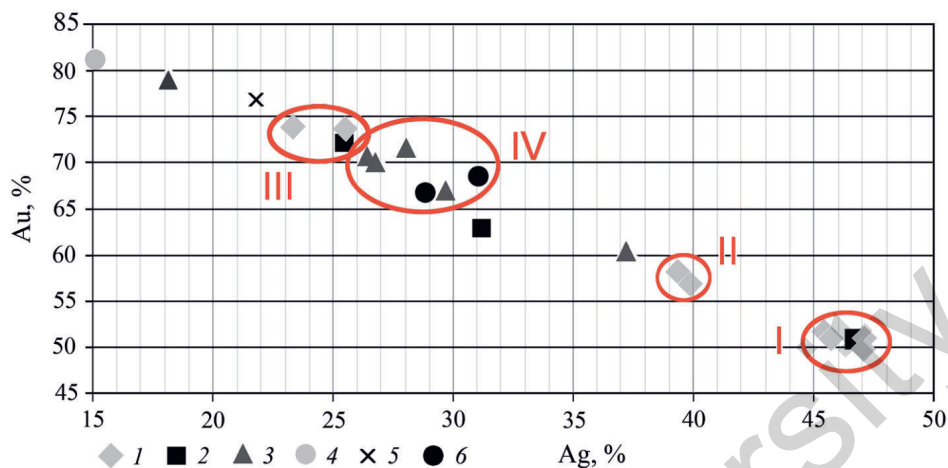


Рис. 2. Соотношение Ag – Au и группы составов золотых изделий

I–IV – выделенные группы металла, пояснения в тексте

1 – Сатан; 2 – Копа; 3 – Бозинген; 4 – Нуркен; 5 – Ташик; 6 – Акимбек

Восемь изделий *могильника Сатан* характеризуются неоднородностью состава, что позволяет разделить их на три группы.

В первую группу (I) попадают четыре подвески в 1,5 оборота (КДМ 1, 11, 12 и 26), имеющие близкий состав: Ag – от 45,5 до 47,1 %, Au – от 50,0 до 51,4 %, Cu – от 1,5 до 3,5 %. В КДМ 11 отмечается еще примесь Sn – 0,7 %. Все изделия имеют светло-желтый цвет, поверхности КДМ 11 и 26 покрыты коричневатой патиной.

Вторую группу (II) составляют два височных кольца (КДМ 3 и 4), содержащие Ag – 39,4 и 39,7 %; Au – 57,8 и 57,1 %; Cu – 2,8 и 2,7 % соответственно. В КДМ 4 также отмечается примесь Sn – 0,5 %.

Третья группа (III) – подвеска в 1,5 оборота (КДМ 2) и височное кольцо с насечками (КДМ 5). Для них характерен состав: Ag – 23,3 и 25,5 %; Au – 74,0 и 73,6 %; Cu – 2,7 и 0,9 % соответственно.

Проанализировано пять изделий из *могильника Копа*. Одна подвеска в 1,5 оборота (КДМ 9 11К/126) близка по составу подвескам группы I *могильника Сатан* (Ag – 46,7 %; Au – 50,9 %; Cu – 1,6 %; здесь еще отмечается примесь Ni – не более 0,1 %).

Металл еще одной подвески в 1,5 оборота (КДМ 8) содержит 25,5 % Ag, 72,2 % Au, 2,3 % Cu и близок к группе III *могильника Сатан*.

Состав металл обоймы (КДМ 10 11К/130) несколько отличается от остальных изделий: Ag – 31,2 %, Au – 62,9 %, Cu – 5,9 %.

По двум подвескам в 1,5 оборота (КДМ 6 и 7, ограда 3, мог. 4) получены качественные анализы. На спектрах видны сопоставимые содержания Au, Ag, а также небольшая примесь Cu.

Шесть изделий из *могильника Бозинген* также неодинаковы по составу.

**Таблица 1. Состав золотого декора украшений из могильников Сатан, Копа, Бозинген, Нуркен, Ташик, Акимбек (в процентах)**

№ п/п	Лаб. №	Памятник, комплекс	Предмет	Инв. номер	Cu	Ni	Sn	Ag	Au
1	10–11	Сатан, ограда 1, мог. 3	кольцо височное	КДМ 3 31С/1119	2,8			39,4	57,8
2	12–13	« »	« »	КДМ 4 31С/1120	2,7		0,5	39,7	57,1
3	14–15	Сатан, ограда 1, мог. 4	подвеска в 1,5 об.	КДМ 26 31С/1180	1,5			47,1	51,0
4	16–17	« »	« »	КДМ 1 31С/1176	3,5			45,7	50,8
5	18–19	« »	« »	КДМ 2 31С/1177	2,7			23,3	74,0
6	20–21	Сатан, к. 3, мог.	фрагм. височного кольца с насечками	КДМ 5 31С/1090	0,9			25,5	73,6
7	22–23	Сатан, ограда 1, мог. 4	подвеска в 1,5 об.	КДМ 11 31С/1178	2,2		0,7	47,1	50,0
8	24–25	« »	« »	КДМ 12 31С/1179	3,1			45,5	51,4
9	28–29	Копа, ограда 3, мог. 4	фрагм. подвески в 1,5 об.	КДМ 6 11К/689	+			++	++
10	30–31	« »	« »	КДМ 7 11К/690	+			++	++
11	32	Копа, ограда 3, мог. 6	« »	КДМ 8 11К/691	2,3			25,5	72,2
12	34–35	Копа, погр. соор. 4, мог. 2	подвеска в 1,5 об.	КДМ 9 11К/126	1,6	0,1	0,7	46,7	50,9
13	36	Копа, погр. соор. 4, ограда «в», мог. 2	обойма	КДМ 10 11К/130	5,9			31,2	62,9
14	38	Бозинген, к. 23, ящик 2	подвеска в 1,5 об.	КДМ 13 18Б/2435				++	++
15	42	« »	« »	КДМ 15 18Б/2436	+			++	++
16	40	« »	« »	КДМ 14 18Б/2437				28,3	71,7
17	44	« »	« »	КДМ 16 18Б/2438	2,7			26,5	70,8
18	47	Бозинген к. 24, ящик 12	« »	КДМ 17 18Б/2440	2,5		0,6	29,7	67,2
19	48–49	Бозинген, к. 6, ящик 1	подвеска в 1,5 об., деформирована	КДМ 20 18Б/2434	3,1		0,4	26,9	69,7

Окончание табл. 1

№ п/п	Лаб. №	Памятник, комплекс	Предмет	Инв. номер	Cu	Ni	Sn	Ag	Au
20	59	Бозинген, к. 8, ящик 8	бусина биконическая	КДМ 23 18Б/2433	2,1		0,6	18,2	79,1
21	60–61	Бозинген, к. 24, мог. 11	пронизка желобчатая	КДМ 24 18Б/2439	2,4			37,2	60,5
22	50–51	Нуркен, мог. 11	подвеска в 1,5 об.	КДМ 18 14Н/1212	3,6		0,3	15,1	81,1
23	52–53	Ташик, ограда 3, мог. 2	« »	КДМ 19 46Т/903	1,4			21,8	76,8
24	54–55	Акимбек, к. 6, мог.	обойма 1	КДМ 21 253А/106			0,5	31,0	68,5
25	56	« »	обойма 2	КДМ 22 253А/107	4,5			28,8	66,7

Четыре подвески в 1,5 оборота (КДМ 14, 16, 17, 20), в металле которых серебро (Ag) варьирует в пределах от 26,9 до 29,7 %, а золото (Au) – от 67,2 до 71,7 %, можно выделить в отдельную группу (IV). Однако, несмотря на близкое соотношение Ag – Au, в одной подвеске (КДМ 14) примесь Cu не выявлена, а в остальных зафиксирована в пределах 2,5–3,1 %. В двух (КДМ 17 и 20) обнаружена примесь Sn – 0,4 и 0,6 % соответственно.

Состав желобчатой пронизи (КДМ 24) – 37,2 % Ag, 60,5 % Au и 2,4 % Cu – в некоторой степени близок металлу двух височных колец II группы из могильника Сатан.

Бусина биконическая (КДМ 23), с содержанием Ag 18,2 %, Au – 79,1 %, Cu – 2,1 %, не имеет аналогов по составу.

По двум подвескам (КДМ 13 и 15) получены качественные анализы. В обоих по спектрам видны сопоставимые значения Au и Ag, но в КДМ 15 выявлена еще примесь Cu.

Разделение групп III и IV имеет условный характер, так как их границы близки, а сами выборки невелики.

В могильнике Нуркен (мог. 11) подвеска в 1,5 оборота (КДМ 18 14Н/12) по усредненным результатам двух анализов имеет следующий состав: Ag – 15,1 %, Au – 81,1 % и Cu – 3,6 % соответственно. В одном анализе отмечается еще примесь Sn (0,5 %), отсутствующая в другом.

В могильнике Ташик (ограда 3, мог. 2) подвеска в 1,5 оборота (КДМ 19 46Т/903) содержит 21,8 % Ag, 76,8 % Au, 1,4 % Cu, что сближает ее с группой III, представленной в могильниках Сатан и Копа.

В могильнике Акимбек (курган 6, могила) две обоймы по составу близки к группе IV, представленной в могильнике Бозинген. С обоймами КДМ 21 253А/106 и КДМ 22 253Д/107 соотносится содержание Ag в 31,0 и 28,8 % и Au – 68,5 и 66,7 % соответственно. Кроме этого, в первой отмечается примесь Sn (0,5 %), а во второй – примесь Cu (4,5 %).

Медные основы исследованы у подвесок в 1,5 оборота из могильников Бозинген (КДМ 13 и 15) и Сатан (КДМ 11), а также у обоймы из кург. 6 м-ка Акимбек (КДМ 22 253Д/107). Примеси в меди (Pb – 0,2 и Sn – 0,6 %) зафиксированы только у обоймы (КДМ 22 253Д/107), а остальные основы оказались изготовленными из чистой меди.

### Обсуждение результатов

Интерпретация данных несколько осложняется из-за статусности и элитарности изделий из благородных металлов. Такие предметы могли передавать от одного владельца другому на протяжении длительного времени, и от времени изготовления до захоронения могло пройти несколько десятилетий. Таким образом, полученные данные имеют в определенной степени растянутые временные рамки.

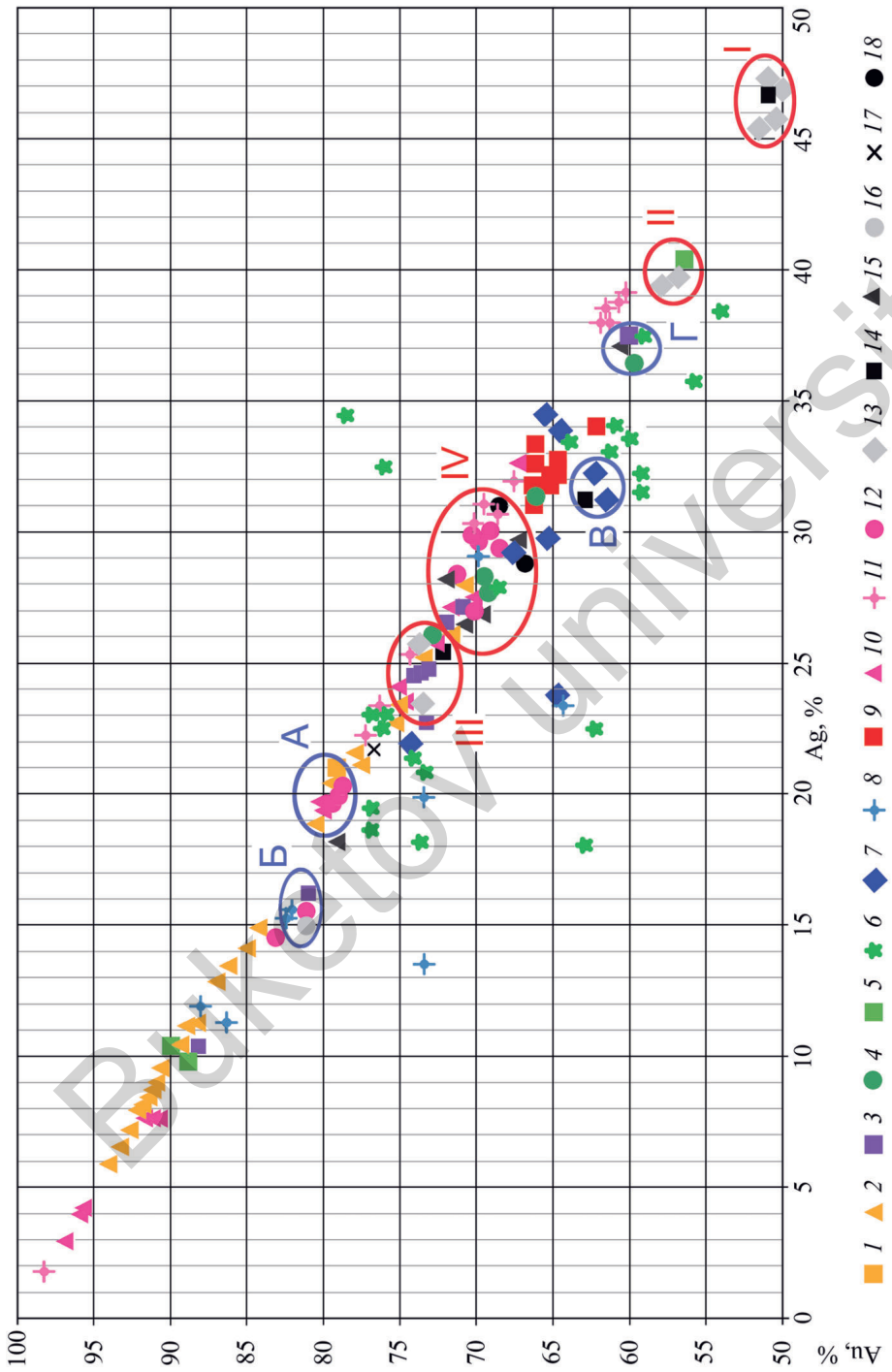
Сопоставление результатов анализов показывает, что жители территории Центрального Казахстана имели доступ к нескольким источникам золота, на что указывают выделенные группы составов, а также наличие одиночных изделий.

В то же время, несмотря на различные источники, некоторые из них были стабильными на протяжении определенного времени, что подтверждается сходством металла (III группа) изделий из могильника Сатан – подвески в 1,5 оборота (КДМ 2) и кольца КДМ 5, принадлежащих разным погребениям.

Сходство составов золотых изделий, относящихся к группе IV, из памятников разных культур одного региона (алакульского, или, по А. А. Ткачеву, нуртайского: Ткачев, 2002. С. 212) могильника Бозинген и могильника федоровской культуры Акимбек (Евдокимов, Варфоломеев, 2002. С. 35), возможно, свидетельствует о том, что какие-то связи между алакульцами и федоровцами могли возникнуть на этапе их вероятного сосуществования.

Составы золотых покрытий с памятников Центрального Казахстана были сопоставлены с ранее опубликованными анализами золотых изделий из памятников других регионов: Южного Туркменистана – город Гонур-Дебе (Юминов, Дубова, 2014. Табл. 1), Южного Зауралья – могильники Кулевчи (Виноградов и др., 2020. С. 498. Табл. 2.14.1), Чекатай (Зайков и др., 2016. С. 147. Табл. 4.3) и Ушкатынский I (Там же. С. 148–149. Табл. 4.3 и 4.4); Саяно-Алтая – могильники Чекановский Лог-2 и 10, Фирсово XIV, Рублево VIII (Там же. С. 62, 63. Табл. 2.5); Западной Европы – могильник Аммербух-Реустен (Бавария) (Krauß et al., 2021. P. 6. Tabl. 1) и несколько памятников из Северной Португалии (Guerra, Tissot, 2022. Tabl. 2). Также в выборку добавлены другие памятники Казахстана – Джангильды-5 и Бестамак (Зайков и др., 2016. С. 95. Табл. 3.3) (рис. 3).

Отмечается сходство состава золота из памятников Саяно-Алтая (Рублево VIII, Чекановский Лог-10), Португалии и Баварии (Аммербух-Реустен) (рис. 3: А). Также для групп III и IV обнаруживаются «аналоги» составов в памятниках Северной Португалии. Вряд ли эти регионы имели сообщение в эпоху бронзового века, и поэтому сходство металла наглядно демонстрирует возможные ошибки и построение ложных связей при сопоставлении составов золота.



**Рис. 3. Составы золота из памятников Западной Европы (1, 2), Средней Азии (3), Южного Зауралья (4–6), Центрального Казахстана (7, 8, 13–18), Саяно-Алтая (9–12). I–IV и A–Г – выделенные группы металла, пояснения в тексте**  
 1 – Аммербух-Реустен, Бавария; 2 – памятники эпохи бронзы, Португалия; 3 – Гонур-Депе, Туркменистан; 4 – Чекагай; 5 – Кулевчи VI; 6 – Ушкатынский I; 7 – Джангильды; 8 – Бестамак; 9 – Чекановский Лог-2; 10 – Чекановский Лог-10; 11 – Фирсово XIV; 12 – Рублево VIII; 13 – Сатан; 14 – Копа; 15 – Бозинген; 16 – Нуркен; 17 – Ташик; 18 – Акимбек

Таким образом, сходство состава золота является ненадежным критерием без подкрепления археологическими данными.

Остальные выделенные группы золота имеют близкие по составу изделия в памятниках соседних регионов: в частности, для группы II – в Кулевчи VI, для группы III – в Гонур-Депе, Чекановском Логе-10 и Фирсово XIV, а для группы IV – в Гонур-Депе, Фирсово XIV, Рублево VIII, Джангильды-5, Бестамаке, Чекотае и Ушкатынском-1.

Одиночные изделия из памятников Центрального Казахстана, для которых не выделены группы, также имеют «аналоги» из сопредельных регионов (рис. 3: Б, В, Г). Подобных групп можно выделить намного больше, но они будут лишь иллюстрировать возможные ложные связи при сопоставлении данных из разных регионов.

Вместе с тем группа I золота Центрального Казахстана не имеет сходства с металлом других регионов, что в определенной степени указывает на уникальность данного источника золота для Евразии. Однако, возможно, пока просто нет такого рода данных из других регионов.

В результате исследования получается, что для выявления возможных связей по сходству составов золота из разных регионов Евразии прямое сравнение соотношения Au/Ag неприменимо. В то же время, сопоставление составов золота из памятников одного региона представляется нам допустимым по причине более низкой вероятности возможных совпадений.

## Выводы

Из золота в исследуемом регионе изготавливали фольгу для декорирования медных украшений (височных колец, подвесок в 1,5 оборота, реже – обойм, пронизей и бусин).

Золото часто легировали медью для улучшения технологических свойств, в первую очередь – твердости, поскольку природная примесь меди в золоте крайне редка (Зайков и др., 2012. С. 156–172; 2016. С. 28–60, 85–93, 124–146).

В позднем бронзовом веке на территории Центрального Казахстана было доступно несколько источников золота, что подтверждается разностью составов металла, в том числе и на одном памятнике. Некоторые источники использовали длительное время, что выражается в единстве составов золота из памятников алакульской и федоровской культур.

А вот сходство состава золота из памятников разных регионов без подкрепления археологическими данными не является надежным критерием выделения связей между древними сообществами.

## ЛИТЕРАТУРА

Виноградов Н. Б., Берсенева Н. А., Алаева И. П., Алентьев Ю. М., Блинов И. А., Галибин В. А., Епимахов А. В., Илюшина В. В., Китов Е. П., Косинцев П. А., Рассомахин М. А., 2020. Кулевчи VI – могильник позднего бронзового века в Южном Зауралье [Электронный ресурс]: монография. Челябинск: Южно-Уральский гос. гуманитар.-пед. ун-т. 556 с. (CD-ROM.)

- Евдокимов В. В., 1980. Исследования отряда Карагандинского университета // АО 1979 г. М.: Наука. С. 431–432.
- Евдокимов В. В., 1981. Работы Карагандинского отряда // АО 1980 г. М.: Наука. С. 434.
- Евдокимов В. В., 1985. Исследования в Карагандинской области // АО 1983 г. М.: Наука. С. 507–508.
- Евдокимов В. В., Варфоломеев В. В., 2002. Эпоха бронзы Центрального и Северного Казахстана: учебное пособие. Караганда: Карагандинский гос. ун-т. 138 с.
- Евдокимов В. В., Ткачев А. А., 1979. Работы Карагандинского отряда // АО 1978 г. М.: Наука. С. 532.
- Зайков В. В., Тауров А. Д., Зайкова Е. В., Котляров В. А., Яблонский Л. Т., 2012. Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Южного Урала. Екатеринбург: Ред.-издат. отдел УрО РАН. 232 с.
- Зайков В. В., Тауров А. Д., Зайкова Е. В., Юминов А. М., Котляров В. А., 2016. Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Центральной Евразии: монография. Челябинск: Каменный пояс. 320 с.
- Тауров А. Д., Зайков В. В., 2015. Золотые изделия археологических памятников Центральной Евразии // Геоархеология и археологическая минералогия – 2015. Миасс: Ин-т минералогии УрО РАН. С. 14–27.
- Ткачев А. А., 2002. Центральный Казахстан в эпоху бронзы. Ч. 1. Тюмень: Тюменский гос. нефтегазовый ун-т. 289 с.
- Юминов А. М., Дубова Н. А., 2014. Результаты микрозондового анализа золотых изделий из Гонур Депе // Труды Маргианской археологической экспедиции. Т. 5. Исследования Гонур Депе в 2011–2013 гг. / Ред. В. И. Сарияниди и др. М.: Старый сад. С. 197–203.
- Guerra M. F., Tissot I., 2022. New insight into Bronze Age goldwork from northern Portugal. Bracelets, spirals and torcs from the region of Vila Real // Journal of Archaeological Science: Reports. Vol. 43. 103477.
- Krauß R., Breuer L., Korolnik S., Pernicka E., Schorer B., Spatzier A., Stein V., Bofinger J., 2021. An Early Bronze Age Burial with a Golden Spiral Ring from Ammerbuch-Reusten // Praehistorische Zeitschrift. Vol. 96. Iss. 2. P. 434–443.

#### Сведения об авторах

Блинов Иван Александрович, Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, Ильменский заповедник, корп. 1, Миасс, 456317, Россия; e-mail: ivan\_a\_blinov@mail.ru;

Ломан Валерий Григорьевич, Сарыаркинский археологический институт при Карагандинском университете им. академика Е. А. Букетова, ул. Университетская, 28, Караганда, 100028, Казахстан; e-mail: lvg7@yandex.ru

I. A. Blinov, V. G. Loman

### THE STUDY OF THE GOLDEN DECORATION ON ORNAMENTS FROM SATAN, KOPA, BOZINGEN, NURKEN, TASHIK, AKIMBEK CEMETERIES (CENTRAL KAZAKHSTAN) BY THE RFA METHOD

*Abstract.* Gold decoration of copper ornaments obtained from the cemeteries of Central Kazakhstan was studied by the RFA method. It is shown that gold was alloyed with silver and copper. Based on differences in the composition of the gold decorations analyzed, it was concluded that ancient craftsmen had access to various raw material deposits. The similarity of the compositions of gold from different burials in the cemetery of Satan indicates the long-term functioning of some sources of raw materials. The similarity of the gold compositions in the Bosingen and Akimbek burial grounds attributed to the Alakul

and Fedorovka cultures respectively, is explained by contacts between the communities that have left these cemeteries. At the same time, the similarity of compositions of gold from Central Kazakhstan and other regions of Eurasia is noted. It implies that rather erroneous conclusions can be drawn from the results of comparing compositions of gold.

*Keywords:* ancient gold, Satan, Kopa, Bozingen, Nurken, Tashik, Akimbek, Bronze Age of Central Kazakhstan, Fedorovka culture, Alakul culture.

## REFERENCES

- Evdokimov V. V., 1980. Issledovaniya otryada Karagandinskogo universiteta [Research conducted by Karaganda university team]. *AO 1979*. Moscow: Nauka, pp. 431–432.
- Evdokimov V. V., 1981. Raboty Karagandinskogo otryada [Works conducted by Karaganda team]. *AO 1980*. Moscow: Nauka, p. 434.
- Evdokimov V. V., 1985. Issledovaniya v Karagandinskoy oblasti [Research in Karaganda region]. *AO 1983*. Moscow: Nauka, pp. 507–508.
- Evdokimov V. V., Tkachev A. A., 1979. Raboty Karagandinskogo otryada [Works conducted by Karaganda team]. *AO 1978*. Moscow: Nauka, p. 532.
- Evdokimov V. V., Varfolomeev V. V., 2002. Epokha bronzy Tsentral'nogo i Severnogo Kazakhstana [Bronze Age of Central and Northern Kazakhstan]. Karaganda: Karagandinskiy gos. universitet. 138 p.
- Tairov A. D., Zaykov V. V., 2015. Zolotyie izdeliya arkhеologicheskikh pamyatnikov Tsentral'noy Evrazii [Golden artifacts from archaeological sites of Central Eurasia]. *Geoarkheologiya i arkhеologicheskaya mineralogiya – 2015 [Geoarchaeology and archaeological mineralogy – 2015]*. Miass: Institut mineralogii UrO RAN, pp. 14–27.
- Tkachev A. A., 2002. Tsentral'nyy Kazakhstan v epokhu bronzy [Central Kazakhstan in the Bronze Age]. 1. Tyumen': Tyumenskiy gos. neftegazovyy universitet. 289 p.
- Vinogradov N. B., Berseneva N. A., Alaeva I. P., Alent'ev Yu. M., Blinov I. A., Galibin V. A., Epimakhov A. V., Ilyushina V. V., Kitov E. P., Kosintsev P. A., Rassomakhin M. A., 2020. Kulevchi VI – mogil'nik pozdnego bronzovogo veka v Yuzhnom Zaural'e (Elektronnyy resurs) [Kulevchi VI – Late Bronze Age cemetery in Southern Trans-Urals (Electronic resource)]. Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skiy gos. gumanitarno-pedagogicheskii universitet. 556 p. (CD-ROM.)
- Yuminov A. M., Dubova N. A., 2014. Rezul'taty mikrozonodovogo analiza zolotykh izdeliy iz Gonur Depe [Results of microprobe analysis of golden items from Gonur Depe]. *Trudy Margianskoy arkhеologicheskoy ekspeditsii [Proceedings of Margiana archaeological expedition], 4. Issledovanie Gonur Depe v 2011–2013 gg. [Gonur Depe research in 2011–2013]*. V. I. Sarianidi, ed. Moscow: Staryy sad, pp. 197–203.
- Zaykov V. V., Tairov A. D., Zaykova E. V., Kotlyarov V. A., Yablonskiy L. T., 2012. Blagorodnye metally v rudakh i drevnikh zolotykh izdeliyakh Yuzhnogo Urala [Noble metals in ores and ancient golden artifacts from Southern Urals]. Ekaterinburg: Redaktsionno-izdatel'skiy otdel UrO RAN. 232 p.
- Zaykov V. V., Tairov A. D., Zaykova E. V., Yuminov A. M., Kotlyarov V. A., 2016. Blagorodnye metally v rudakh i drevnikh zolotykh izdeliyakh Tsentral'noy Evrazii [Noble metals in ores and ancient golden artifacts from Central Eurasia]. Chelyabinsk: Kamennyy poyas. 320 p.

*About the authors*

Blinov Ivan A., South Urals Federal Research Center of Mineralogy and Geoecology of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Ilmeny reserve, 1, Miass, 456317, Russian Federation; e-mail: ivan\_a\_blinov@mail.ru;

Loman Valeriy G., Buketov Karaganda State university, Universitetskaya, 28, Karaganda, 100028, Republic of Kazakhstan; e-mail: lvg7@yandex.ru