Boxoft Image To PDF Demo. Purchase from www.Boxoft.com to remove the watermark

Российская академия наук
Уральское отделение
Институт минералогии
Южно-Уральский государственный университет

В. В. Зайков, А. Д. Таиров,
Е. В. Зайкова, А. М. Юминов, В. А. Котляров

Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Центральной Евразии

Челябинск
«Каменный пояс»
2016

ВВЕДЕНИЕ

Находки ювелирных изделий в курганах Евразийской степи давно выявили необходимость определения источников металла. Решение этой проблемы требует сравнения состава артефактов с данными о золоте из руд коренных и россыпных месторождений. Особенно остро необходимость таких исследований встала на повестку дня в последние годы. Этому способствовало развитие естественно-научных методов исследований, в первую очередь рентгенофлуоресцентного с помощью портативных аппаратов и рентгеноспектрального. Наиболее результативными являются работы междисциплинарного характера, выполненные коллективами археологов и геологов. Предлагаемая книга относится именно к такому произведению, в котором соединились подходы гуманитарных и естественных наук. Геолого-минералогическая часть подготовлена специалистами Института минералогии УрО РАН, археологическая — учеными Южно-Уральского государственного университета.

Книга является продолжением ранее изданной монографии «Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Южного Урала» [Зайков и др., 2012]. Основой содержания являются сведения о составе золота в рудах и артефактах Алтае-Саянского и Казахстанского регионов. Построение археологического материала основано на возрасте курганов и поселений, в которых были обнаружены золотые изделия. Этой же цели подчинены данные по Уральскому региону, полученные при геолого-минералогических и археологических исследованиях 2011–2014 гг.

Методы исследований

Изучение состава минералов благородных металлов в рудах месторождений осуществлено двумя главными методами: рентгеноспектральным и рентгенофлуоресцентным. Количество исследованных проб разными типами анализов показано в Приложении 1. Всего в работе использовано 6424 определения состава зерен самородного золота и золотых изделий, из которых около половины получены авторами. Кроме этого получено 578 анализов платиноидов из россыпей и микровключений в золоте, большая часть которых — результат работы авторов монографии. Оптические исследования минералов проводились на микроскопах OLYMPUS, AXIOLAB в полированных шлифах («шашках»), изготовленных из золотосодержащих руд и материала россыпей. Аналогично готовились препараты для исследования состава драгоценностей: в «шашки» были вмонтированы фрагменты изделий, главным образом, фольги размером 1–3 мм.

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). В Южно-Уральском госуниверситете исследования проведены на электронных микроскопах JEOL JSM-7001 (аналитики О. В. Самойлова, М. В. Судариков) и JEOL JSM-7001F (аналитики Д. А. Жеребцов, Д. М. Галимов). Предел обнаружения благородных металлов и сопутствующих элементов на этих приборах находится в интервале сотые и десятые доли %.

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), позволяющем проводить исследования неразрушающим методом. Сопоставление результатов, полученных разными аппаратами, показало удовлетворительную сходимость данных (расхождение не превышает 5 %).

Характеристика месторождений и археологических памятников дана для тех объектов, по которым имеются опубликованные данные о составе золота и платиноидов. В приведенных таблицах состав золота и серебра дан в мас. % и сопровождается расчетами пробности, что дало возможность сопоставления образцов из разных месторождений и артефактов. Прочерком обозначены значения ниже предела чувствительности метода. По группам анализов из отдельных зерен приведены средние содержания; частные анализы были даны ранее [Зайков и др., 2012]. Пробность определена как отношение содержаний золота к сумме всех металлов (Au, Ag, Cu) и измеряется в промилле, ‰ [Петровская, 1973]. С некоторыми коррективами приняты следующие границы для групп составов (‰): 1000–970 — весьма высокопробное (I группа), 969–900 — высокопробное (II группа), 899–800 — среднепробное (III группа), 799–650 низкопробное (группа IV). группа V — пробности электрума 649–400. Это примерно соответствует границам содержаний золота (%): 100–97, 96–90, 89–80, 79–65, 64–50. Первая группа соответствует, чаще всего, высокопробным просечкам в полуокисленных рудах и новообразованным каймам в золотинах россыпей. Такие наблюдения делались неоднократно [Петровская, 1973; Нестеренко, 1991]. В археологическом золоте аналогичная группа соответствует весьма высокопробному золоту россыпных источников, либо рафинированному металлу (при пробности более 970 ‰). Приемы рафинирования были освоены египтянами в XXI в. до н. э. во времена XI династии [Марфунин, 1987]. Отделение золота от серебра производили при плавлении металла в присутствии поваренной соли и органических восстановителей — древесного угля [Малышев, Румянцев, 1979].

Для характеристики золота месторождений и древних изделий были подготовлены гистограммы распределения золота, в которых по оси ординат откладывалась частота встречаемости, соответствующая проценту анализов определенного состава (пробности). На гистограммах выделялись дискретные группы составов, по которым проводилось разделение выборки; наиболее результативны оказались гистограммы с шагом 20 ‰. Удовлетворительные результаты на гистограммах получены в выборках с количеством замеров

более 30 значений. Все гистограммы по данным РСМА построены по средним значениям измеренных составов зерен золота и частиц археологических предметов. При группировке составов древних золотых изделий учитывалось содержание меди. Для самородного золота коренных и россыпных месторождений установлено, что обычное содержание Cu не превышает 2 % [Мурзин, Малюгин, 1987; Нестеренко, 1991; Зайков и др. 2012]. В золотых изделиях, наряду с такими цифрами, отмечены значения 2–8 %, соответствующие легированному металлу.

Фактический материал

Данные о составе золота из руд месторождений получены авторами в период экспедиционных исследований в Алтае-Саянском, Казахстанском и Уральском регионах. Использованы также сведения, предоставленные Ю. А. Калининым, Л. В. Алабиным, К. Р. Ковалевым, С. Г. Прудниковым, Е. В. Белогуб, Д. Е. Савельевым, К. А. Новоселовым, И. Ю. Мелекесцевой, Н. Р. Аюповой, Н. П. Сафиной. Материалы по сибирским и уральским россыпям переданы Ч. К. Ойдуп, С. Г. Прудниковым, В. В. Мурзиным, А. Г. Баранниковым, Ю. А. Ивановым, Б. Я. Гисматуллиным. Коллекция россыпного золота была передана для исследований специалистами Ильменского государственного заповедника УрО РАН (Т. П. Нишанбаевым) и ООО «Миаский прииск» (А. Ю. Ивановым).

Археологический материал для исследования состава золота из Алтае-Саянского региона поступил от П. К. Дашковского (могильники Ханкаринский Дол, Инской Дол, Чинеты II), А. А. Тишкина (могильники Бугры, Яломан), К. В. Чугунова (царский курган Аржан-2). Казахстанский материал передан А. З. Бейсеновым (Талды 2), И. В. Шевниной, А. В. Логиновым, А. В. Колбиной (Джангильды 5 и Бестамак), Я. А. Лукпановой и М. Н. Сдыковым (Таксай I). Материал для исследований из новых раскопок курганов Филипповского I и II могильников передан Л. Т. Яблонским (Институт археологии РАН) и О. А. Халяпиной (Оренбургский губернаторский музей). В монографии использованы сведения из опубликованных работ по составу золота из археологических памятников Сибири и Казахстана [Щербаков, Рослякова, 2000; Марсадолов и др., 2013; Кузнецова, Мадина, 1990; Кузнецова, Тепловодская, 1994; Бейсенов и др., 2011; Таиров и др., 2015].

В процессе изучения артефактов были выявлены микровключения платиноидов в изделиях из Алтае-Саянского и Уральского регионов, а также из культового центра Гонур (Туркменистан) и Фанагории (Северное Причерноморье). Исследование состава этих микровключений позволило определить тип разрабатывавшихся в древности месторождений золота.

Научные проекты

Исследования выполнялись в лаборатории минералогии рудогенеза Института минералогии УрО РАН по темам «Минеральные и расплавные включения в древних шлаках и металлах» (№ госрегистрации 01201056044; 2009–2012) и «Исследование минерально-сырьевой базы древних обществ Северной Евразии методами рудной геоархеологии» (№ госрегистрации 01.2.01056044; 2013–2015 гг.). Финансовая поддержка оказана проектами

УрО РАН «Междисциплинарное исследование археологических памятников эпохи бронзы Южного Урала» (09-М-457-2001, 2009–2011 гг.) и «Природа и общество Южного Зауралья в эпоху бронзы: междисциплинарный анализ археологических памятников» (12-М-456-2024, 2012–2014 гг.).

На выполнение работ благотворное влияние оказало участие в проектах РФФИ «Среда, культура и общество Южного Урала в эпоху бронзы: междисциплинарные исследования в микрорайоне р. Карагайлы-Аят (Россия)» (09-06-91330-ННИО, 2009–2010 гг.), «Условия формирования и преобразования золото-сульфидных ассоциаций на месторождениях в лиственитах и тальк-карбонатных метасоматитах офиолитовых зон Южного Урала и Западной Тувы» (11-05-00187-а, 2011–2013 гг.), «Комплексное исследование укрепленных поселений эпохи бронзы в микрорайоне р. Карагайлы-Аят, Южное Зауралье, Россия» (12-06-91330_а, 2012–2013 гг.), «Явления взаимодействия микровключений осмия с золотым расплавом в древних ювелирных изделиях» (15-05-00311-а). Поддержка выполненным работам оказана также проектом РГНФ «Пограничье степи и лесостепи Зауралья в I тысячелетии до н. э: природа и социум», 12-01-00293, 2012–2013 гг.).

В подготовке иллюстраций и макета обложки участвовали О. Л. Бусловская, Р. З. Садыкова, Н. П. Брагин. Консультации минералогического плана оказаны А. Г. Баранниковым, Е. В. Белогуб, Л. В. Агафоновым, С. Г. Прудниковым, А. И. Гусевым, В. А. Поповым, В. И. Поповой, Е. П. Макагоновым, З. С. Никифоровой. В проведении аналитических исследований участвовали П. В. Хворов и И. А. Блинов. Всем названным специалистам выражаем искреннюю признательность. Особая благодарность археологам, передавшим материалы для исследований, и научному редактору В. В. Масленникову.

Завершение монографии осуществлено при поддержке грантов РФФИ (16-16-00036; 15-05-00311) и Минобрнауки (госзадание № 33.264.2014к).

ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛОТА И ПЛАТИНОИДОВ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРАЗИИ

1.1. Металлогеническое и геоархеологическое районирование

На охваченной территории Евразии выделяется несколько глобальных металлогенических структур, под которыми понимаются области земной коры, характеризующиеся общностью геологического строения и определенными видами полезных ископаемых [Магакьян, 1974]. К ним относятся Алтае-Саянская, Казахстанская и Уральская складчатые области с большим количеством рудных районов. В археологической литературе употребляется категории: горно-металлургические провинции, горно-металлургические области, горно-металлургические центры, очаги металлообработки, археологические микрорайоны [Черных, 1970; Археология, 2006]. Для того, чтобы выделенные геологические и археологические структуры были сопоставимы, мы оперируем понятием «регион», включающем территорию развития месторождений золота и платиноидов, а также археологические памятники с изделиями из благородных металлов. Их положение иллюстрируется рис. 1.1, а схема размещения горно-металлургических областей и центров показана в главе 6.

Алтае-Саянский регион охватывает территорию Салаира, Горного Алтая, Кузнецкого Алатау, Западного Саяна, Хакасии и Тувы [Щербаков, Рослякова, 2000]. К первой структуре приурочены колчеданно-полиметалличес-
кие месторождения и золотоносные коры выветривания. В Горном Алтае находится золото-скарновое месторождение Синюхинское. Большим богатством и разнообразием характеризуются золото-кварцевые и золото-скарновые месторождения Кузнецкого Алатау. Такого же типа месторождения известны в Хакасии и Туве. Почти все месторождения сопровождаются золотоносными россыпями и корами выветривания. В регионе известно огромное количество древних курганов, содержащих украшения из золота. К ним относятся, прежде всего, могильники пазырыкской культуры (Пазырык, Берел и др.) и царские курганы Аржан-1 и Аржан-2 с фантастическим золотым инвентарем. Микровключениями платиноидов богаты золотые изделия из могильников Ханкаринский Дол и Инской Дол.

Казахстанский регион включает золоторудные пояса Республики Казахстан [Абдулин и др., 1987; Серавкин, 2010]. В них входят золото-кварцевые и золото-скарновые месторождения Северного и Центрального Казахс-

Рис. 1.1. Размещение исследованных регионов в Центральной Евразии

тана. Важным источником золота являются месторождения золотоносных зон окисления и кор выветривания. В этом регионе исследованы «золотые» курганы Семиречья и Шиликтинской долины. В последние годы исследованы курганы с богатым золотым инвентарем возле Караганды (Талды-2), Костаная (Бестамак) и Уральска (Таксай).

Уральский регион охватывает золоторудные и платиносодержащие структуры юга Уральского складчатого пояса [Зайков и др., 2012]. В них сосредоточены коренные месторождения золота в вулканических и гранитоидных комплексах, а также в зонах разломов. Многочисленные россыпи сопровождают большинство этих объектов; в них выявлено присутствие платиноидов, которые при металлургическом переделе перешли в золотые изделия. Археологические памятники представлены многочисленными курганами и древними поселениями в Челябинской и Оренбургской областях, Республике Башкортостан. Из них наиболее известны курганы Филипповские и Кичигинские.

1.2. Типы месторождений благородных металлов Центральной Евразии

В отечественной литературе разработана систематика месторождений на рудно-формационной основе [Кузнецов и др., 1972]. Под рудными формациями авторы понимают группы месторождений, которые имеют сходный состав и строение рудных залежей, залегают в близких геологических условиях и характеризуются определенным количеством и качеством минерального

сырья. Такое разделение месторождений дополняет типизацию месторождений по минеральному составу, которые могут быть близкими для рудных объектов различного происхождения и масштаба. Обычно на рудных полях золото-колчеданно-полиметаллических месторождений сосуществуют рудные тела разной морфологии соответственно их рудно-фациальной природе. Данный принцип использован при описании месторождений золота, серебра и платиноидов.

Ниже дана характеристика типов месторождений золота и серебра, известных на территории Центральной Евразии и которые могли являться объектами разработки в древние времена [Двести..., 1948; Марфунин, 1987; Сазонов и др., 2001]. О масштабах этих месторождений можно судить по золоторудным залежам, разрабатывавшимся в XIX и XX веках: они имели запасы от нескольких до первых сотен тонн. В гигантах современной горнодобывающей промышленности, в которых запасы золота исчисляются тысячами тонн, золото «невидимое», содержащееся в виде мельчайших включений в сульфидах и арсенидах. Они остались за рамками нашего рассмотрения, так же, как и месторождения платины в сульфидно-никелевых рудах типа Норильского рудного поля. Систематика золоторудных месторождений принята по В. Н. Сазонову и др. [2001] с небольшими изменениями.

Золото

Месторождения золото-кварцевой формации приурочены к зонам разломов и располагаются обычно в удалении от крупных гранитных массивов и часто связаны с дайками и малыми интрузиями различного состава. Рудовмещающими являются осадочные и вулканогенно-осадочные толщи складчатых поясов. Рудные тела представляют собой секущие и согласные с напластованием пород жилы различной морфологии, прожилково-вкрапленные зоны и окварцованные дайки. Распределение золота крайне неравномерное с образованием обогащенных участков, которые называются «рудными столбами» или «бонанцами». Содержания золота в них достигают сотен и тысяч граммов на тонну руды при общей концентрации в жилах 5–10 г/т.

Жилы сложены кварцем с небольшим количеством сульфидов: пирита, халькопирита, арсенопирита; в качестве примесей распространены карбонаты (кальцит и анкерит). Преобладающие размеры выделений золота в разных месторождениях варьируют в широких пределах, но обычно присутствует видимое крупное золото (несколько миллиметров), которое, вместе с еще более крупными самородками, служит источником для россыпей. Пробность золота преимущественно средняя и высокая (860–940 ‰), в россыпях происходит обогащение краевой каймы высокопробным металлом за счет выноса серебра. Примером золотоносных провинций с золото-кварцевыми месторождениями служат Южный Урал (Тыелга), Хакасия (Берикульское), Тува (Улуг-Саир), Казахстан (Баладжал, Боко-Васильевское, Эспе).

Месторождения золото-полисульфидно-кварцевой формации связаны с гранитоидными и субвулканическими комплексами в различных геологических обстановках. Масштабы месторождений варьируют от мелких до крупных. Рудные тела представлены жилами и прожилково-вкрапленными жильными зонами, минерализованными дайками с сетчатым и лестничным

прожилковым окварцеванием. Распределение золота в рудных телах более равномерное и устойчивое по сравнению с золото-кварцевым типом, среднее содержание золота 10–15 г/т. Минеральный состав руд преимущественно кварцевый с колебаниями средних содержаний сульфидов от 3–7 до 30–40 %. Наряду с обычными арсенопиритом, халькопиритом, сфалеритом и галенитом, часто распространены сульфосоли и теллуриды различных металлов, в том числе висмута. Выделения самородного золота в рудах приурочены к сульфидам — пириту, галениту, халькопириту, блеклой руде и изменяются по размеру в широких пределах, но обычно не более 2–3 мм. Преобладающая пробность золота средняя (800–900 ‰) и высокая (900–950 ‰), в меньшей степени распространено низкопробное золото (700 ‰). Примерами являются месторождения Южного Урала (Кочкарь), Алтае-Саянской области (Сарала, Октябрьское), Казахстана (Васильковское, Степняк).

Золото-лиственитовые месторождения. Характерна ассоциация с альпинотипными гипербазитами и метасоматитами березит-лиственитовой формации. Рудные тела сложены пиритсодержащими фуксит-кварц-карбонатными породами и ассоциирующими кварцевыми жилками. В зонах оталькования метасоматиты содержат вкрапленность пирита. Золотоносными являются лиственитты, содержащие сеть кварцевых прожилков и более крупные жилы с вкрапленностью сульфидов и сульфосолей. Пробность золота находится в пределах 780-980. Примерами являются месторождения Хаак-Саирское (Тува), Мечниковское, Алтын-Ташское, Кировское (Урал). Наиболее известным месторождением такого типа является Зодское месторождение в Армении [Константинов и др., 2000].

Золото-сульфидные месторождения связаны с вулканогенно-осадочными толщами, испытавшими рассланцевание и сульфидизацию. Руды представлены массивными и прожилково-вкрапленными разностями. Предполагается, что оруденение связано с девонским вулканизмом и впоследствии испытало преобразование в коллизионный этап развития геологической структуры. Пробность золота находится в пределах от 516–767 до 950–990 ‰. Наиболее известными месторождениями являются Мелентьевское, Муртыкты, Ик-Давлят (Урал). Особой разновидностью являются золото-сульфидно-углеродистые месторождения, примером которых являются рудные скопления Западно-Калбинской зоны в Казахстане (Бакырчик, Суздальское).

Золото-порфировые месторождения. Штокверковые залежи наложены на порфировые малые интрузии состава: диорит — кварцевый диорит — гранодиорит — плагиогранит. Метасоматиты, сопутствующие золото-порфировому оруденению, представлены пропилитами, аргиллизитами, березитами. Пробность золота составляет 520–984 ‰. К этому типу относятся месторождения Кызык-Чадр (Тува), Березняковское (Урал) и Юбилейное (Западный Казахстан).

Золото-колчеданно-полиметаллические месторождения относятся к классу колчеданных залежей, сложенных сульфидами, и приурочены к базальт-риолитовым и риолит-базальтовым толщам. Отложение руд происходило на глубинах 2–4 км в устьях минерализованных источников. Сначала формировались сульфидные холмы высотой 30–100 м, которые при более поздних дислокациях морского дна деформировались и разрушались. Золото

находится в самородном состоянии и в виде изоморфной (невидимой) примеси в сульфидах. Преобладающая пробность 800–900 ‰, размеры выделений иногда достигают 3–4 мм. Содержания золота низкие, порядка 1,5–5 г/т; но промышленную ценность обеспечивает большой объем руды в этих залежах. Такими примерами являются месторождения Рудного Алтая, Салаира, Казахстана.

Месторождения золота зон окисления приурочены к верхним горизонтам сульфидных залежей на большинстве колчеданных месторождений. Здесь в поверхностных условиях формируется так называемая «железная шляпа», обогащенная золотом. Это образное название вполне соответствует действительности: залежи гидроксидов железа накрывают первичные руды, как шляпа, выходя за их контуры. Обычные мощности железных шляп — первые метры — несколько метров, содержания золота 5–15 г/т. Под бурыми железняками во многих случаях образуется зона выщелачивания, сложенная разного рода сыпучками: кварцевыми, баритовыми и пр. И хотя мощность этих интервалов невелика — доли метра, первые метры, они очень богаты, содержания золота достигают десятков, сотен г/т. В бурых железняках содержатся крупные (миллиметры) выделения золота, которые могли привлечь внимание древних горняков. Такие объекты разрабатывались на Рудном Алтае, в Баймакском и Учалинском районах Южного Урала, в рудных районах Центрального Казахстана. На месторождениях золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций также формируются месторождения зон окисления и выветривания с меньшими концентрациями благородных металлов и с меньшими параметрами.

Золото-скарновые месторождения характеризуются тесной пространственной связью со скарнами и скарнированными породами, развивающимися на контакте интрузий гранитоидов с карбонатными породами либо в непосредственной близости от контакта. Рудовмещающими являются вулканогенно-терригенно-карбонатные толщи. Формы рудных тел линзовидные, пластовые, жильные, трубообразные, штокверковые. Золотоносность скарнов связана с процессами окварцевания и сульфидизации. Самородное золото в рудах находится преимущественно в свободном состоянии в виде вкрапленных выделений в нерудных минералах (кварце, карбонате, актинолите), часто в ассоциации с рудными минералами, в том числе с висмутовыми и теллуридными. Золото преимущественно мелкое и тонкое, с вариациями от субмикроскопических вростков до относительно крупного (2–6 мм), в отдельных месторождениях — до мелких самородков. Пробность золота высокая и весьма высокая, но спорадически встречается низкопробное, вплоть до электрума. Содержания золота в рудах 3–8 г/т, редко в два раза больше. К данному типу относятся многие месторождения на Алтае (Синюхинское), в Хакасии (Ольховское), Туве (Тардан), в Казахстане (Саякское).

Россыпные месторождения золота обычно сопровождают коренные золоторудные поля. Длина россыпей от нескольких сотен метров до 1–3 км, реже 5 км, и лишь единичные россыпи прослеживаются на десятки километров. Ширина россыпей 20–60 м, реже 100–300 м и совсем редко встречаются россыпи шириной 0,5–1 км. Металлоносный слой залегает у контакта с

коренными породами (плотика), или выше пропластка глин (ложного плотика). Глубина залегания продуктивного слоя весьма разнообразна: от 1–2 до 10–20 м, в редких случаях — 60 м. По условиям залегания выделяются россыпи, связанные с руслами рек, поймами, террасами, долинами, межгорными впадинами. Освоение многих регионов начиналось в древности с нахождения самородков и разработки россыпей. Характерной особенностью россыпного золота является появление высокопробной каймы, обусловленной выносом серебра и меди из краевой части золотин. В древних россыпях золото может быть полностью преобразовано в высокопробное [Бакулин, 1983].

В разрезе россыпных месторождений выделяются наносы («торфа»), пески (золотоносный слой), плотик — разрушенные коренные породы. Основными показателями качества россыпных месторождений является содержание золота в кубическом метре промываемой породы. В XVIII и XIX вв. обычными были содержания нескольких граммов золота на кубометр, сейчас — первые сотни миллиграммов. В россыпных месторождениях золота, приуроченных к гипербазитам, присутствуют зерна платиноидов, иногда в количествах 1:10 по отношению к золоту.

Серебро

Главными источниками серебра в древности были три типа месторождений: золото-серебряные, серебряно-золото-свинцово-цинковые, серебряно-никель-кобальт-мышьяковые [Максимов, 1987]. В них концентрируются самородное серебро, аргентит, пираргирит, полибазит, прустит, стефанит и серебросодержащий галенит и галогениды.

Золото-серебряная формация располагается в областях развития континентального вулканизма и приурочена к вулканическим куполам и провалам: грабенам и кальдерам. Вмещающими породами являются лавы и туфы, реже — терригенные отложения и интрузии гранитоидов. Формирование руд происходило в близповерхностных условиях и сопровождалось многочисленными тектоническими подвижками, вскипанием рудоносных растворов. Рудные тела — жилы, минерализованные зоны, сложены тонкозернистым и халцедоновидным кварцем с золотом самой разной пробности, пиритом, сульфидами и сульфосолями. В качестве примесей присутствуют минералы висмута, теллура, селена и сурьмы. Из сопутствующих минералов отмечены адуляр, кальцит, оксиды марганца. Распределение в рудных телах золота и серебра весьма неравномерное, часто с образованием очень богатых «рудных столбов». Признаки такой минерализации установлены в вулканогенных толщах Тувы.

Серебро-золото-свинцово-цинковые формация продолжает ряд золото-серебряных формаций вулкано-плутонических поясов. Месторождения характеризуются существенным преобладанием серебра над золотом (Au : Ag от 1 : 10 до 1 : 100). Необычайно высокие концентрации металлов на верхних горизонтах месторождений сделали их рентабельными для отработки еще в глубокой древности (около трех тысяч лет назад). Позиция рудных полей определяется вулкано-купольными поднятиями, осложненными сбросами и зонами метасоматических изменений. «Основным морфологическим типом

рудных тел являются минерализованные зоны дробления, в местах сгущений и сопряжений переходящие в линейные штокверковые зоны и жилы... Обычно выделяется стержневое жилообразное тело брекчиевой текстуры, сопровождаемое полосами прожилковой минерализации» [Константинов и др., 2003]. К такому типу объектов относится месторождение Пертойское в Западной Туве [Рудные..., 1981].

В месторождениях серебряно-никель-кобальтово-мышьяковой формации серебро ассоциирует с минералами висмута, мышьяка, никеля, кобальта. Это классический тип серебряных месторождений пятиэлементой формации, многие годы служивших источником серебра в Центральной Европе. Другие объекты находятся в рудоносных структурах Тувы (Хову-Аксы), Алтая (Асхатин). Детальная характеристика их дана в работах [Борисенко и др., 1992; Коваленкер и др., 1994; Лебедев, 1998]. Месторождения связаны с двумя группами интрузий: гранитоидных и габброидных, которые сопровождаются рудоносными жильными зонами. На месторождениях развиты карбонатные жилы с включениями серебросодержащих минералов — блеклых руд. Признаки разработки в древности подобных руд определены в Туве (Хову-Аксы) и Хакасии (Бутрахты).

К **серебросодержащим месторождениям** относятся медно-молибденовые залежи, на которых обнаружены самородки. Самый крупный (весом около 40 кг) выявлен на Сорском месторождении. Самородное серебро и сульфосоли выявлены в рудах месторождения Эрденет в Северной Монголии, где известно большое количество древних горных выработок.

Серебро-сурьмяные месторождения на юго-востоке Алтая (Асхатинское, Тургенское, Толбонурское) представлены сидеритовыми жилами с сульфидами и сульфосолями меди, сурьмы, серебра и висмута.

На некоторых **железорудных месторождениях** Тургая обнаружены обособления самородного серебра в виде закрученных проволок причудливых конфигураций в виде деревцев, браслетов и др. Они характерны для зоны окисления железных руд. На ранней стадии роста возникает агрегат сближенных волокон. В дальнейшем различие скоростей роста вызывает закручивание проволоки.

Особенно богатыми являются **зоны окисления**, в которых выделяются сыпучки с содержанием серебра сотни граммов и даже килограммы на тонну. Примерами являются верхние горизонты колчеданно-полиметаллических месторождений, являвшихся источниками серебра в Рудном Алтае.

Платиноиды

Коренным источником платиноидов являются хромитовые залежи в массивах гипербазитов. Платиноиды представлены несколькими минералами, среди которых преобладают твердые растворы осмия — иридия — рутения — родия (см. Приложение 1). Размеры выделений от долей миллиметра до 1–2 см, редко крупнее. При разрушении коренных пород минералы попадают в россыпи, где происходит их измельчение ввиду высокой хрупкости индивидов. Платина отличается по физическим свойствам от твердых растворов своей ковкостью, из-за чего она образует в россыпях самородки и легко извлекается старателями. Концентрируются в россыпях

платиноды совместно с золотом, связанным с гипербазитами и другими источниками.

Платиноидная минерализация Центральной Евразии связана с зонами глубинных разломов, которые контролируют тела гипербазитов. Данные разломы сопровождаются офиолитовыми комплексами с хромитовыми, колчеданными и золоторудными месторождениями [Добрецов и др., 2001].

В Алтае-Саянском регионе глубинные разломы окаймляют Сибирскую платформу и возраст их относится к венду-кембрию [Пинус и др., 1958]. Многие россыпи золота содержат платиноиды. Выделяется два типа россыпей осмий-иридиевый и осмий-платиновый. Наиболее полная информация имеется по россыпям рек Золотой (Западный Саян), Суенга (Кузнецкий Алатау), Кундус и ручья Неожиданного (Тува). Коренные проявления осмия установлены в массивах Агардагском и Копсекском. В Восточном Казахстане известны небольшие россыпи золота с примесью платины в бассейне реки Селеты близ месторождения золота Бестобе.

На Урале массивы гипербазитов имеют субмеридиональное простирание и возраст в пределах ордовик-девон [Пучков, 2000]. В них известны пункты платиноидной минерализации в гипербазитах Главного Уральского разлома. Во многих россыпях в такой ситуации содержатся платиноиды.

Россыпные источники также связаны с хромитоносными массивами ультраосновных пород. Образующиеся при их разрушении россыпи приурочены к русловым, террасовым и ложковым отложениям. Основными полезными компонентами являются платиноиды. Они встречаются в виде чешуек, пластинок, скелетных форм, губчатых выделений. Поскольку платиноиды — очень тяжелые металлы, дальность переноса платиновых минералов не превышает 5–8 м. Золотые россыпи, содержащие платиноиды, известны на Урале, Салаире, в Западном Саяне и Туве [Золоев и др., 2001; Агафонов и др., 2005; Зайков и др. 2012]. Во всех случаях они питаются продуктами разрушения гипербазитов с хромитовыми телами. Платиноиды попадают вместе с золотом в изделия древних ювелиров.

1.3. Обзор исследований состава благородных металов в рудах и археологических памятниках

Исследование самородного золота

Алтае-Саянский регион являлся крупным поставщиком и россыпного, и коренного золота во все времена. Месторождения золота на этой территории многочисленны, связаны с различными геологическими комплексами и рассматривались неоднократно. Справочной сводкой по месторождениям золота Алтае-Саянской области служит книга «Западная Сибирь. Геология и полезные ископаемые России. Т. 2» [1998]. В более поздних работах освещены отдельные проблемы локализации золотых руд в структурах Салаира и Алтая [Нестеренко, 1991; Калинин и др., 2006], Тувы [Ойдуп и др., 2004; Кужугет, 2014].

Сведения о составе самородного золота из рудных месторождений содержатся во многих работах [Щербаков и др., 2003; Гаськов и др., 2001; 2006; Ковалев и др., 2004; Зайков, 2006; Калинин и др., 2006]. Месторождениям

серебра посвящена специальная монография «Древнее серебро Сибири» [Бородовский и др., 2005]. Состав золота россыпных месторождений Алтае-Саянского региона, в том числе Тувы, был рассмотрен в работах [Прудников, Кононенко, 2004; Калинин и др., 2006; Гусев, 2011]. Данные о составе платиноидов в коренных и россыпных месторождениях приведены Л. В. Агафоновым с соавторами [2005], Н. Д. Толстых и др. [1996; 1999].

Характеристике месторождений серебряных руд посвящен ряд обобщающих монографий [Сидоров и др., 1989; Антонов, 2009; Константинов и др., 2003]. Частные вопросы строения и состава серебросодержащих залежей на территории Центральной Азии рассмотрены в работах [Парилова и др., 1975; Борисенко и др., 1992; Бородовский и др., 2005]. Крупными зарубежными публикациями по серебряной тематике являются [Boyle, 1979] и специальные выпуски журналов Economic Geology, 1988 и Canadian Mining Geology, 1986.

Казахстанский регион. Первую сводку по месторождениям золота Казахстана выполнил П. П. Пилипенко в 1915 г., проводивший там минералогические исследования. В дальнейшем эти работы продолжили специалисты многих производственных и научных организаций СССР. Была определена приуроченность рудных полей к массивам рудоносных гранитоидов, углеродистым толщам, зонам березитизации.

В 1981 г. опубликована монография Г. Н. Щербы «Очерки металлогении Казахстана» [1981], в которой выделяются следующие группы месторождений золота: жильные золоторудные гидротермальные, золото-колчеданно-полиметаллические, золото-скарновые, золоторудные метаморфогенные и экзогенные. Крупными обобщениями являются монографии «Металлогения Казахстана» [1978] и «Важнейшие черты геологии и металлогении Урало-Монгольского складчатого пояса» [Абдулин и др., 1987], в которой даны металлогенические схемы рудоносных зон.

Металлогении региона посвящена монография И. Б. Серавкина [2010]. Он рассмотрел позицию золоторудных полей в Кокчетав-Северо-Тяньшанской, Чингиз-Тарбагатайской, Джунгаро-Балхашской складчатых системах, сопоставляемых автором с металлогеническими зонами смежных регионов. Золотоносность Рудного Алтая и Западной Калбы охарактеризована в статье Б. А. Дьячкова [1996].

Для минералогии региона большое значение имеет книга «Минералы Казахстана» [1989], в которой раздел, касающийся благородных металлов, подготовлен З. А. Козловской и Х. А. Беспаевым с коллегами. Детальную работу по изучению зональности золоторудных месторождений Казахстана выполнил В. А. Нарсеев [1973].

Уральский регион. Обзор сведений об исследованиях состава золота на Урале дан в монографии [Зайков и др., 2012]. За последние годы к этим работам добавились статьи о месторождениях Мурашкина Гора и Борисовские жилы [Артемьев и др., 2013; 2014], Ганеевском [Заботина, 2014], Мечниковском и Алтын-Таш [Мелекесцева и др., 2011]. Сведения о россыпных месторождениях золота пополнены В. В. Зайковым и А. Г. Баранниковым [2015].

Емкая характеристика платиноидов в гипербазитах дана А. А. Ивановым [1944]. Он выполнил обзор соответствующих проявлений в других регионах

России. Важной работой, касающейся платиноидов, является монография К. К. Золоева с коллегами [2001].

Данные о россыпях, содержащих минералы осмия, содержатся в монографиях «Двести лет золотой промышленности» [1948], книге П. В. Казакова и Д. Н. Салихова [2006] и отчетах Ю. М. Петрова [1999ф] и А. В. Иванищева [2005ф].

Обзор исследований состава археологического золота

Золоту из археологических памятников посвящена огромная литература, но в большинстве случаев она касается конструкции предметов и их художественных свойств. Что касается состава изделий, то в этом отношении ситуация сложилась неудовлетворительная. Большинство исследователей, изумленные красотой сокровищ и их значением для культурных реконструкций, слабо интересовалось составом благородного металла. Это относится ко всем странам и регионам, поэтому предпринятая авторами попытка суммировать имеющийся материал должна служить основой дальнейших работ.

В Алтае-Саянском регионе археологические памятники принадлежат нескольким культурно-историческим общностям, в изучение которых внесли большой вклад представители различных научных школ. Обзор этих материалов дан в публикациях М. П. Грязнова [1992], Ю. Ф. Кирюшина [2004], Т. Н. Троицкой и А. В. Новикова [2004; 2007]. На территории региона в бронзовом веке главенствовала андроновская культура (II–I тыс. до н. э.). В западной лесостепной части, от слияния Бии и Катуни до устья Томи, в настоящее время выделяется несколько археологических культур VI–II вв. до н. э. Среди культур Горного Алтая одной из наиболее ярких является пазырыкская. Характерной особенностью ряда курганов этой культуры является наличие мерзлоты, сохранившей до наших дней погребенных и разнообразный инвентарь из органических материалов [Феномен..., 2000]. Их исследование проводится большим комплексом методов, включающих и микробиологические. Тагарская культура получила название по острову на Енисее, а наибольшее количество ее памятников расположено в Минусинской котловине. Большое количество найденных предметов сосредоточено в Краеведческом музее Минусинска. В Туве, по мнению Л. Р. Кызласова [1979], в VIII–II вв. до н. э. существовала уюкская культура, от которой сохранились царские курганы. В них обнаружены уникальные сокровища раннескифского времени [Грязнов, 1980; Чугунов и др., 2004]. Находки хранятся в Государственном Эрмитаже и Тувинском краеведческом музее.

Археологические памятники Алтае-Саянского региона в отношении древнего золота исследовались в последние годы. Сначала это была монография «Феномен алтайских мумий» [2000], в которой соответствующий раздел был подготовлен Ю. Г. Щербаковым и Н. В. Росляковой [2000]. Полученные данные касались состава изделий из курганов Ак-Алаха-1, Ак-Алаха-2, Кутургантас, Кальджин, Ак-Кол. Последними работами по характеристике золота из археологических находок на Алтае являются исследования памятников Бугры, Яломан [Тишкин, Хаврин, 2006; Тишкин, Чугунов, 2008; Тишкин, 2012; Тишкин и др., 2013]. Особенно выразительными являются описания состава золотых изделий с включениями платиноидов из могиль-

ников Ханкаринский Дол, Инской Дол и Аржан-2 [Дашковский, Юминов, 2012; Зайков и др., 2015а; 2015б].

Казахстанский регион. В эпоху бронзы (конец III–II тыс. до н. э.) на территории современного Казахстана жили носители культур андроновского круга. В начале железного века в составе населения происходят резкие изменения, связанные с общими его подвижками в пределах степной Евразии. В I тыс. до н. э. в регионе обитали племена, известные под обобщающими названиями саки, сарматы, массагеты, дахи, усуни и т. п. Их происхождение и исторические судьбы имеют свои особенности в различных районах.

Изделия из золота обнаружены, главным образом, при раскопках древних некрополей. Представлены они как личными украшениями (серьги, височные подвески, кольца, перстни, кулоны, ожерелья, гривны, диадемы и т. п.), так 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 тыс. до н. э. Широко известны такие памятники, как курган Иссык в Семиречье, курганы 2 и 5 могильника Талды-2 в Центральном Казахстане, Шиликтинские курганы в Восточном Казахстане [Акишев, 1978; Бейсенов, 2010; 2011а; 2011б; Черников, 1965; Культура…, 2009].

Исследование состава золотых изделий из археологических памятников Казахстана впервые, насколько нам известно, было проведено С. А. Семеновым, проанализировавшим в лаборатории Ленинградского отделения Института археологии АН СССР изделия из кургана 5 могильника Шиликты. На основе полученных данных им была описана технология ювелирного производства у ранних кочевников Казахстана [Семенов, 1965]. В дальнейшем с древними ювелирными изделиями Казахстана работали Э. Ф. Кузнецова, С. Ш. Мадина, Т. М. Тепловодская [Кузнецова, Мадина, 1990; Кузнецова, Тепловодская, 1994]. Для определения состава и других параметров древнего золота и серебра этими исследователями были использованы весовой микрометод, спектральный метод или высокочувствительный лазерный микроспектральный анализ.

Уральский регион. Золотоносные курганы Южного Урала описаны в многочисленных публикациях, обзор которых дан в работе «История археологии Южного Зауралья» [2002]. В конце XIX — начале XX в. большую работу по археологическому изучению региона проделали Уральское общество любителей естествознания (УОЛЕ) и Оренбургская ученая архивная комиссия (ОУАК). Члены этих обществ провели работы на многих курганах Пермской, Оренбургской губерний и Тургайской области. Важным результатом является создание В. Я. Толмачевым и Ю. П. Аргентовским археологической карты Зауралья, на которой были обозначены выявленные к тому времени курганы. В 1910 г. вице-президент Оренбургской ученой комиссии И. А. Кастанье издал наиболее полную сводку древностей Оренбургского края и Киргизской степи. В нее вошли все имевшиеся на тот момент данные об археологических памятниках Южного Урала [Кастанье, 1910].

Первым научным обобщением данных по эпохе ранних кочевников, полученных до 1917 г., явилась работа М. И. Ростовцева «Курганные находки Оренбургской области эпохи раннего и позднего эллинизма» [Ростовцев, 1918]. На основании систематических исследований 30-х гг. А. А. Берс было сделано первое в советское время историческое обобщение в книге «Прошлое Урала: с древнейших времен до русской колонизации» [Берс, 1930]. В начале 1930-х годов экспедицией Государственной академии истории материальной культуры под руководством Б. Н. Гракова проведены широкомасштабные разведки, связанные с проектированием южноуральских гидроэлектростанций, в ходе которых было обследовано и учтено 818 погребальных сооружений в составе 168 курганных групп и могильников.

Последующими крупными фигурами на ниве археологии Южного Урала являются К. В. Сальников, подготовивший монографию по древней истории Южного Урала [Сальников, 1967], и В. Ф. Генинг, возглавлявший Уральскую археологическую экспедицию Уральского госуниверситета [Генинг и др., 1992]. Развитие археологии Южного Урала и Зауралья в 60–80-х годах прошлого века связано с именами К. Ф. Смирнова, М. Г. Мошковой, А. Х. Пшеничнюка, В. С. Стоколоса, В. Е. Стоянова, Л. Н. Коряковой, Г. Б. Здановича, Н. А. Мажитова и многих других.

Особую страницу истории изучения памятников составили работы А. Х. Пшеничнюка, Л. Т. Яблонского, А. Д. Таирова по раскопкам курганов с богатым золотым инвентарем.

Последний обзор исследований состава золота из месторождений и археологических памятников Южного Урала был подготовлен в работе [Зайков и др., 2012]. К этим материалам следует добавить данные об исследованиях последних лет по изучению золота из могильников Филипповка I и II, выполненных по материалам раскопок Л. Т. Яблонского [Зайков и др., 2013; Блинов и др., 2014].

Обзор исследований микровключений платиноидов в золотых изделиях

Впервые микровключения платиноидов в древних золотых изделиях были выявлены в коллекциях из Малой Азии [Young, 1972; Whitmore, Young, 1973]. В этих публикациях речь идет о включениях платинового иридия и предполагается, что украшения сделаны из золота долины р. Пактол в Турции. Позднее Дж. Огден [Ogden, 1976; 1977] дал всесторонний обзор включений металлов платиновой группы в археологическом золоте Египта и пришел к заключению, что корреляция золотых изделий с его источниками трудно выполнима. Следующей важной работой является статья Н. Микса и М. Тайта [Meeks, Tite, 1980], в которой охарактеризованы осмиевые минералы в артефактах Египта, Ура, Сирии, Палестины, Кипра, Крита и Лидии. Д. Уильямс и Дж. Огден [1995] и Н. Микс [Meeks, 2000] опубликовали данные о включениях этого минерала в древних изделиях из Греции. По их мнению, присутствие в золоте крупиц осмия, иридия и рутения затрудняло изготовление тонкого золотого листа и проволоки малого диаметра. Детальный обзор находок осмия в золоте Малой Азии сделал П. Крэддок [Craddock, 2000].

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; Юминов и др., 2008; Shemakhanskaya et al., 2009]. Вслед за этим микровключения установлены в золотых изделиях из могильников Филипповка II, Переволочан I, Яковлевка II, Магнитный, Большой Климовский, Степной, Ушкаттинский. Первый анализ распространения осмия в уральских артефактах был выполнен в работе «Осмиевый след по минеральным включениям в древних золотых изделиях» [Зайков и др., 2010б]. Сделанный тогда вывод о возможности выявления микровключений осмия в артефактах Сибири подтвердился последующими исследованиями [Дашковский, Юминов, 2012]. В 2013 г. В. В. Зайков, Е. В. Зайкова, В. А. Котляров и А. М. Юминов приступили к исследованию микровключений платиноидов в артефактах Фанагории (Северное Причерноморье) и Гонур Депе (Туркменистан) [Зайков и др., 2015б].

В Алтае-Саянском регионе каркас из платиноносных гипербазитовых зон разделяет блоки земной коры южнее Сибирской платформы [Пинус и др., 1958]. Царский курган Аржан 2 находится в непосредственной близости от Хемчикско-Куртушибинского разлома с массивам гипербазитов. Эта структура вмещает четыре золото-россыпных района, содержащих осмий: Алгиякский, Коптинский, Эйлигхемский и р. Золотой. Наиболее детально исследован состав осмия из россыпей р. Золотой и ручья Неожиданного в Коптинской россыпной зоне [Толстых и др., 1997; Агафонов и др., 2005]. Состав большинства из этих минералов соответствует рутениевому тренду.

Таким образом, распространение древних изделий из золота с микровключениями осмия и на Урале, и в Сибири определяется наличием россыпей, содержащих золото и платиноиды. Именно россыпное происхождение рассматриваемых частиц является причиной их частого присутствия в виде микровключений в древних золотых изделиях. В россыпях происходит измельчение осмия вследствие спайности и высокой хрупкости минерала. Частицы имеют плотность 20–23 г/см^3 и при производстве изделий тонут в расплаве золота, плотность которого 16 г/см^3. В отличие от осмия, платина более ковкая и образует в россыпях зерна более крупных размеров, а также самородки, которые легко извлекались древними мастерами. Кроме этого, платиноиды легко растворялись в расплаве золота.

Ранее было показано [Зайков и др., 2012б], что источником золота уральских изделий, содержащих включения осмия, являются россыпные месторождения в геологических структурах с гипербазитами. В них совмещены месторождения хромитов с примесью платиноидов и золото-кварцевые жилы в лиственитах — пирит-слюдисто-кварцевых породах, образовавшихся по гипербазитам. Сформировавшиеся россыпные залежи составляют порядка четверти от общего количества россыпей, имеющих другие источники. Среди последних развиты месторождения золота в гранитах и углеродистых породах. О разнообразии россыпеобразующих формаций свидетельствуют вариации состава золота, установленные при изучении древних изделий.

1.4. Электронно-микроскопические методы изучения состава благородных металлов

Общие сведения

В настоящее время нашли широкое применение следующие электронно-микроскопические методы изучения вещества, позволяющие анализировать мельчайшие частицы руд и артефактов [Рид, 2008]:

1. Рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ (РСМА) со спектрометрами с дисперсией по длинам волн и с дисперсией по энергии; с возможностями создания карт распределения элементов.

2. Растровая электронная микроскопия (РЭМ) для получения растровых изображений в широком диапазоне увеличений и при наличии энерго-дисперсионного детектора может проводить качественный и количественный анализ (РЭММА).

3. Масс-спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой также в двух модификациях: в варианте исследования специально подготовленных растворов (ICP-MS) и с лазерным пробоотбором материала из полировок (LA ICP-MS). Преимуществом метода являются высокая чувствительность, что позволяет определять микроколичества элементов, присутствующих в пробе.

4. Рентгенофлуоресцентный метод (РФА) приборами марки INNOV-X, X-series, который имеет портативную модификацию.

Материалом для исследований служат частицы предметов в случае методов 1–3 и само изделие или предмет — в случае неразрушающего метода 4. Для определения состава металлов методами РСМА и РЭМ достаточно частиц размером 0,5–1 мм. Они помещаются в стандартные препараты, имеющие название «шашки». Наиболее употребительный диаметр шашек 2,4 см, высота 5–7 мм. Исследуемые частицы обычно наклеиваются на покровное стекло, гладкую поверхность фторопласта или оргстекла внутри стандартного контейнера и затем заливаются эпоксидной смолой.

Изготовление «шашек» — особая процедура, которая проводится специалистами в шлифовальных лабораториях. Заливку эпоксидной смолы лучше проводить под вакуумом, чтобы не было пузырьков воздуха. После затвердевания эпоксидной смолы «шашки» извлекаются из контейнеров и полируются.

Предварительный выбор места для исследования пробы проводится с помощью оптических микроскопов с фотокамерой. «Шашки» детально просматривают под оптическим микроскопом в отраженном свете с целью выбора для анализа определенных участков. При описании фиксируются сведения о текстурно-структурных особенностях материала, наличии включений, неоднородностей. На фотографиях фиксируются места предполагаемых анализов методами РСМА и РЭМ. Затем на анализируемую поверхность напыляют в вакуумных установках углерод или другое вещество с хорошей проводимостью (золото, медь, платина). Толщина напыляемой пленки составляет 20–40 нм. «Шашки» помещаются в объектодержатели и затем на столик электронного микроскопа.

Для изучения текстурно-морфологических особенностей поверхности образца и качественного анализа пластинки или частицы золота наклеивают

на токопроводящий скотч и без напыления помещают на предметный столик микроскопа.

Рентгеноспектральный электронно-зондовый микроанализ (РСМА)

Исторически сложилось так, что растровый электронный микроскоп и электронный микрозонд разрабатывались как два разных самостоятельных прибора, хотя они имеют одинаковое строение и различаются только по способу их применения [Рид, 2008].

Рентгеноспектральный микроанализ с электронным зондом является методом химического анализа небольшого участка образца, в котором при помощи сфокусированного пучка электронов (микрозонда) возбуждается рентгеновское излучение.

Электронный микроскоп состоит из следующих основных элементов, в совокупности создающих колонну:

1) электронная пушка. Источником электронов в электронной пушке является вольфрамовая нить накаливания (диаметром около 0,1 мм) или острие монокристалла LaB_6;

2) блок конденсорных линз и объективная линза. Конденсорный блок состоит из двух электромагнитных линз. Электромагнитные линзы выполнены обмотками медного провода, помещенными в корпус из углеродистой стали. Ток первого конденсора определяет размер зонда, который фокусируется вторым конденсором на изучаемом образце;

3) блок растровых катушек для создания растра определенного размера на образце;

4) спектрометр с дисперсией по длинам волн или кристалл-дифракционный спектрометр (волновой детектор — ВД). Этот спектрометр служит для регистрации рентгеновского излучения с помощью кристалл-анализаторов, регистрируется пропорциональным счетчиком и записывается на диаграмму или выводится на персональный компьютер в виде спектра.

Полученный рентгеновский спектр содержит характеристические линии элементов, и качественный анализ проводится идентификацией по всплескам соответствующих длин волн на графиках. Сравнение интенсивности линий образца с интенсивностями тех же линий в стандарте позволяет количественно определить содержание элементов. Длины волн рентгеновских лучей, полученных от малого объема образца, облучаемого электронным пучком, показывают, какие элементы присутствуют в данном объеме. Интенсивности характеристического излучения пропорциональны количеству этих элементов.

Проникающая возможность электронов невелика, слой воздуха в 1 см полностью поглощает электронный пучок с энергией до 100 кэВ. Поэтому вся система формирования электронного пучка — исследуемый объект и система формирования изображения — помещается в вакуум (10^{-5} мбар).

Несколько исследуемых образцов и стандартов могут монтироваться вместе, при этом их поверхности должны лежать в одной плоскости. С помощью микрометрических устройств образец может перемещаться в трех направлениях, что позволяет подставлять под электронный зонд интересующие для анализа участки.

Пространственное распределение отдельных элементов может быть записано в виде линейных профилей или двумерных карт, на которых в виде «ложной» цветовой шкалы отображаются содержания основных элементов.

Настройка спектрометра на аналитические линии элементов проводится по стандартным образцам. Измерение интенсивности линий на стандартных и анализируемых образцах, измерение интенсивности фона для каждого элемента, расчет содержаний элементов проводится автоматически по компьютерной программе. Современные рентгеновские микроанализаторы Camebax, Jeol комплектуются собственными микрокомпьютерами, с помощью которых производится расчет содержаний элементов и автоматизация процесса измерения.

Минимальный размер анализируемого участка в большинстве приборов 2×2 мкм, в приборе JEOL JSM–7001F — 1×1 мкм. Возможны два основных случая: 1) интересующие нас элементы образуют собственные минералы, и, следовательно, их содержание достаточно велико: 2) элементы входят в состав минерала в виде изоморфной примеси или в виде дисперсных механических включений.

Растровая электронная микроскопия

Растровый электронный микроскоп близок по конструкции к электронному микрозонду и позволяет получать изображение поверхности исследуемого объекта в широком диапазоне увеличений (15×–300 000×). Если РЭМ оснащен волновым или энергодисперсионным спектрометром (РЭММА), то на нем кроме изображения можно проводить качественный и количественный анализ.

Взаимодействие электронного пучка с атомами вещества сопровождается упругим и неупругим рассеянием электронов. Некоторые из них вылетают из мишени, отклоняясь на угол более 90°. Рассеяние, возникающее в результате взаимодействия электронов с ядрами атомов, приводит к изменению направления движения электронов без потери или с частичной потерей энергии. Эти электроны называются «обратно рассеянными» (отраженными), и с их помощью можно получать изображение выбранного участка образца. Неупругое рассеяние электронов связано с взаимодействием электронов пучка со слабо связанными электронами проводимости атомов вещества. Эти электроны называются вторичными. Вторичные электроны подвергаются воздействию локальных поверхностных неоднородностей и переносят информацию о них на изображение.

Масс-спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) и лазерным пробоотбором (LA-ICP-MS)

Это современный высокочувствительный метод анализа, позволяющий проводить одновременное определение большого числа элементов с низкими и ультранизкими пределами обнаружения. Масс-спектрометр имеется в некоторых институтах геологического профиля. В Институте геологии и геохимии УрО РАН работы ведутся на приборе ELAN 9000 (PerkinElmer) в комплексе чистых помещений, обеспечивающих чистоту 7 ИСО (ГОСТ 14644-1-2002) [Вотяков, 2006]. Выполняется анализ микроэлементного со-

става широкого круга горных пород и минералов. Используются автоклавная и микроволновая техника вскрытия проб с использованием сверхчистых реактивов; посуда из кварца, фторопласта, полипропилена. Масс-спектрометр доступен для выполнения совместных исследований; его высокая производительность открывает возможность сотрудничества в области проведения анализов с организациями различной направленности. Этот метод дает возможность анализа в аншлифах минералов размером 20–40 мкм и получать широкий диапазон сведений о количестве порядка 50 элементов. Этот метод только начинает внедряться в российских научных центрах.

Рентгенофлуоресцентный анализ

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) — экспрессный, неразрушающий и безопасный для окружающих метод анализа, обладающий высокой точностью и воспроизводимостью [Вотяков, 2006]. Метод позволяет качественно и количественно определять элементы от титана до урана в твердых, порошкообразных, жидких пробах в диапазоне от низких (4–20 ppm) до очень высоких концентраций (вплоть до 100% без разбавления пробы).

В РФА возбуждение характеристического рентгеновского излучения получается облучением образца рентгеновским излучением. Компактные РФА анализаторы с высоким пространственным разрешением используют маломощную рентгеновскую трубку с фокусирующим устройством.

Появление полупроводниковых детекторов рентгеновского излучения высокого разрешения привело к созданию промышленных рентгеновских спектрометров, в которых выделение аналитической спектральной линии определяемого элемента осуществляется путем амплитудного анализа электрических импульсов, поступающих с детектора (энергетическая дисперсия спектра). Спектрометры с энергетической дисперсией обладают возможностью определять одновременно практически все элементы, составляющие образец; они имеют малые габариты, потребляют невысокую мощность. Это дает возможность анализа образцов неизвестного состава, так как нет необходимости настройки спектрометра на конкретные элементы.

В распоряжении специалистов ИМин УрО РАН находится прибор INNOV-X α 4000 производства США. Измерения проводились на образцах из археологических памятников всех трех регионов (аналитики П. В. Хворов, И. А. Блинов, операторы А. М. Юминов, А. Д. Таиров, М. Н. Анкушев).

ГЛАВА 2. СОСТАВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ РУД И КУРГАНОВ АЛТАЕ-САЯНСКОГО РЕГИОНА

2.1. Состав самородного золота рудных месторождений

В Алтае-Саянском регионе выделены металлогенические зоны, к которым приурочены месторождения с опубликованными ранее данными о составе самородного золота и платиноидов (рис. 2.1): Салаирская, Кузнецко-Алатауская, Западно-Саянская, Хемчикско-Куртушибинская, Каахемская, Агардагская [Щербаков, Рослякова, 2000; Рудные…, 1981]. К перечисленным зонам приурочены месторождения золото-сульфидно-кварцевой, золото-сульфидной, золото-сульфидно-скарновой формаций, которые служили источниками золота для россыпей и для добычи золота в древности. Ряд месторождений приурочен к офиолитам глубинных разломов, в которых развиты массивы гипербазитов с линзами хромитовых руд, содержащих платиноиды, и золоторудная минерализация в лиственитах. Практически со всеми типами месторождений связаны россыпи золота. Гистограммы по составу золота некоторых месторождений даны по Г. В. Нестеренко [1991] и Р. В. Кужугету с соавторами [2014].

Салаирская металлогеническая зона

Салаирская зона приурочена к одноименному дугообразному разлому в северо-западной части региона. Основную ценность представляют золото-колчеданно-полиметаллические месторождения, в зоне окисления которых сосредоточены золотоносные породы. Эти объекты дополняются золотом кор выветривания [Калинин и др., 2006].

1. Урское рудное поле. По данным Г. В. Нестеренко [1991], пробность зон окисления барит-полиметаллических руд находится в пределах 940–740 ‰. В барит-полиметаллических рудах Белоключевского колчеданно-полиметаллического месторождения [Ковалев и др., 2004] состав самородного золота (мас. %): Au 84–91; Ag 9–15; пробность 840–910 ‰, медь не обнаружена (табл. 2.1).

В кварцевых жилах и березитах Новолушниковского месторождения [Калинин и др., 2006] преобладающий состав золота сходен: Au 89–90; Ag 7–8; Hg 2–3. Также встречены редкие зерна с содержаниями Ag 12–33 % и Hg 11–18 % (пробность 489–530 ‰). Преобладающая пробность золота из кварцевых жил 810–920 ‰. Более высокой пробностью отличается золото

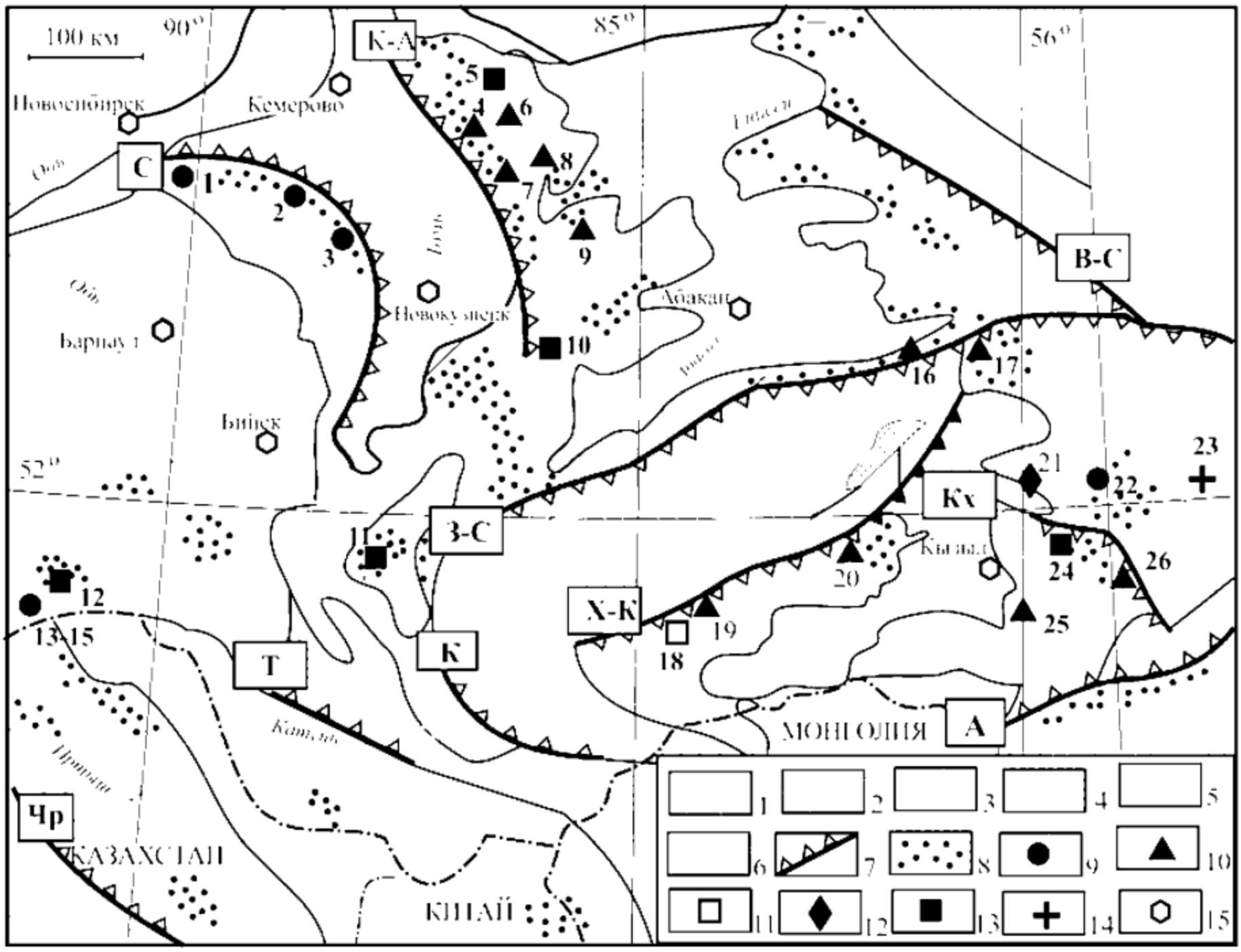


Рис. 2.1. Схема расположения золоторудных месторождений и россыпей в Алтае-Саянском регионе (по Ю. Г. Щербакову, Н. В. Росляковой [2000] с дополнениями):
1–5 — геологические комплексы (*1* — докембрийские метаморфические, *2* — нижнепалеозойские вулкано-плутонические и карбонатные, *3* — среднепалеозойские флишоидно-шельфовые с гранитоидами, *4* — палеозой-нижнемезозойские рифтогенные с молассой и гранитоидами, *5* — палеозойский осадочно-вулканогенный с гранитоидами): *6* — мел-кайнозойский осадочный чехол; *7* — офиолитовые зоны с гипербазитами, контролирующие положение металлогенических зон (*С* — Салаирская, *К-А* — Кузнецко-Алатауская, *З-С* — Западно-Саянская, *В-С* — Восточно-Саянская, *К* — Курайская, *Т* — Теректигская, *Чр* — Чарская, *Х-К* —Хемчикско-Куртушибинская, *Кх* — Каахемская, *А* — Агардагская); *8* — участки развития россыпей; *9–14* — золоторудные месторождения, по которым опубликованы сведения о составе золота: *9* — золотоносные зоны окисления колчеданно-полиметаллических месторождений, *10* — золото-кварцевые, *11* — золото-лиственитовые, *12* — золото-порфировые, *13* — золото-сульфидно-скарновые, *14* — золото-серебряные; *15* — главные города.
Названия месторождений: 1 — Егорьевское, 2 — Урское, 3 — Кварцитовая сопка, 4 — Центральное и Федотовское, 5 — Натальевское, 6 — Комсомольское, 7 — Берикульское, 8 — Саралинское, 9 — Коммунарское, 10 — Федоровское, 11 — Синюхинское, 12 — Мурзинское, 13–15 — Змеиногорское, Зареченское, Ново-Золотушинское, 16 — Амыльское, 17 — Октябрьское, 18 — Хаак-Саирское, 19 — Улуг-Саирское, 20 — Эйлиг-Хемское, 21 — Кызык-Чадрское, 22 — Кызыл-Таштыгское, 23 — Мозголевское, 24 — Тарданская группа, 25 — Теректинское, 26 — Кара-Бельдирское

из наложенного кварцевого штокверка, содержащее 3–6 мас. % ртути и серебра на уровне 0,1 мас. %.

2. Егорьевское рудное поле. В кварцевых жилах отмечены крупные частицы золота (до 2–3 мм) в виде сростков кристаллов и чешуй с отпечатками вмещающих минералов (пирита, халькопирита, кварца). Они характеризуются преобладающей пробностью 860–920 ‰, но встречаются и значения 800–850, 740–770 ‰ (см. табл. 2.1).

В кварц-анкерит-парагонитовых метасоматитах выделения золота изометричные или уплощенные комковидной, друзовидной, кристаллической, чешуйчатой формы. Наблюдаются сростки золота с пиритом, халькопиритом и кварцем. В распределении частиц золота по пробности выделяется три максимума [Калинин и др., 2006]: 810–830, 860–910, 960–980 ‰. Преобладают разности, содержащие некоторое количество ртути (1,1–0,5 мас.%), в меньшем количестве присутствуют среднертутистые (3–5 мас.%) и высокортутистые (7–11 мас.%) золотины. Максимальное содержание серебра в самородном золоте 19 %, меньшая часть выделений содержит 3–5 мас.% и еще меньшая — 1,0–1,9 мас.%. Вариации характеристик свидетельствуют о сложности и многоэтапности процессов рудообразования.

В коре выветривания Егорьевского месторождения золото весьма разнообразно: здесь выделяются губчатые, комковидно-губчатые, друзовидные, дендритоподобные формы. Золотины часто имеют корродированную мелкобугорчато-ямчатую поверхность, иногда как бы сплавленную глазуреподобную, вероятно, за счет частичного химического растворения и переотложения металла. В некоторых случаях можно наблюдать гладкую зеркальную поверхность или скульптурные отпечатки вмещающих минералов. Преобладающая пробность золота в коре выветривания находится в пределах 940–990 ‰, причем высокопробное золото слагает отдельные микрозерна, а также каймы и участки различной величины, имеющие гипергенную природу.

3. Салаирское рудное поле. На одноименном месторождении Г. В. Нестеренко [1991] исследовал золото барит-полиметаллических руд. Выделено два главных интервала пробности: 940–820 и 700–580 ‰.

Барит-полиметаллическое месторождение Кварцитовая Сопка приурочено к андезит-риолитовой постройке среди карбонатных отложений. Рудовмещающие вулканические породы превращены в кварц-серицит-хлоритовые метасоматиты и кварциты. Протяженность рудной зоны 750 м при ширине 50–250 м. До глубины 100–140 м породы представлены окисленными кварц-баритовыми разностями, которые сменяются золотосодержащими сульфидно-кварц-баритовыми рудами [Черных, Кураев 2010]. В них основным полезным компонентом является золото с пробностью 610–800 ‰. Пробность золота в кварцитах, как правило, низкая, варьирует в пределах 370–560 ‰.

Кузнецко-Алатауская металлогеническая зона

Многочисленные коренные месторождения сосредоточены в Берикульской и Кундат-Кундустуюльской золоторудных зонах. В первой ассоциируют скарновые (Натальевское, Федоровско-Талановское) и золото-сульфидно-кварцевые месторождения (Берикульское, Центральное, Комсомольское); во второй развиты преимущественно золото-кварцевые жилы (Саралинское и Коммунаровское месторождения). Во всех этих рудниках присутствует видимое золото, рудоносные зоны питали многочисленные россыпи и послед-

Таблица 2.1

Пробность золота из руд коренных месторождений Алтае-Саянского региона

№ п/п	Металогеническая зона	Месторождение, формационный тип	I 1000–970	II 969–900	III 899–800	IV 799–650	V 649–400	Группы состава
1	Салаирская	Белоключевское, Au-колчеданно-полиметаллическое	—	910	840	740	—	I, III, IV
		Новолушниковское, Au-колчеданно-полиметаллическое	—	900	—	—	520	II, V
2		Егорьевское, Au кор выветривания	970	—	820	755	—	II–IV
3		Салаирское, Au-колчеданно-полиметаллическое	—	910	825	705	640	II–V
		Кварцитовая сопка, Au-колчеданно-полиметаллическое	—	—	850	700	—	III, IV
4	Кузнецко-Алатауская	Центральное, Au-сульфидно-кварцевое	—	910	800	775	640	II–V
		Федотовское, Au-сульфидно-кварцевое	—	—	860	755	—	III, IV
5		Натальевское, Au-сульфидно-скарновое	—	—	865	760	—	III, IV
6		Комсомольское, Au-сульфидно-кварцевое	—	—	820	730	—	III ,IV
7		Берикульское , Au-сульфидно-кварцевое	—	—	800	730	660	III, IV
8		Саралинское, Au-сульфидно-кварцевое	—	930	—	740	540	II. IV, V
9		Коммунаровское, Au- сульфидно-кварцевое	—	955	—	—	—	II
10		Федоровское, Au-сульфидно-кварцевое	—	960	850	740	—	II–IV
11	Горно-Алтайская	Синюхинское, Au-сульфидно-скарновое	—	950	860	790	—	II–IV
12		Мурзинское, Au-сульфидно-скарновое	—	940	810	700	—	II–IV
13	Рудно-Алтайская	Зареченское, Au-колчеданно-полиметаллическое	—	—	—	710	610	IV, V
14		Ново-Золотушинское, Au-колчеданно-полиметаллическое	—	—	—	765	—	IV
15		Змеиногорское, Au-колчеданно-полиметаллическое	—	—	—	730	—	IV

Окончание табл. 2.1

№ п/п	Металогеническая зона	Месторождение, формационный тип	I 1000–970	II 969–900	III 899–800	IV 799–650	V 649–400	Группы состава
16	Западно-Саянская	Амыльское, Au-березитовое	—	945	885	—	—	II, III
17	Хемчикско-Куртушибинская	Октябрьское, Au-кварцевое	—	935	850	—	—	II, III
18		Хаак-Саирское, Au-лиственитовое	—	930	875	775	575	II–V
19		Улуг-Саирское, Au-кварцевое	975	935	875	—	—	I–III
		Арысканское, Au-кварцевое	—	—	—	780	—	IV
		Дуушкуннугское, Au-кварцевое	—	900	—	—	—	II
20		Эйлиг-Хемское, Au-кварцевое	—	945	—	—	—	II
21	Каахемская	Кызык-Чадрское, Au-порфировое	—	960	890	650	—	II–IV
22		Кызыл-Таштыгское, Au-колчеданно-полиметаллическое	—	—	—	700	510	IV, V
23		Мозголевское, Au-серебряное	—	900	—	730	400	II, IV, V
24		Тарданское, Au-сульфидно-скарновое	—	925	—	750	—	II, IV
25		Терактигское, Au-кварцевое	—	—	880	740	—	III, IV
26		Кара-Бельдирское (Гордеевское), Au-кварцевое	—	—	—	710	540	IV, V

Примечание: 1) группы месторождений по пробности золота (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400; 2) библиографические источники указаны в тексте; 3) значения пробности взяты по группам как средние из приведенных в тексте значений для удобства построения гистограммы.

ние могли служить источником для золотых изделий в древности. Характеристика руд дана по работам [Нестеренко, 1991; Алабин, Калинин, 1999; Геращенко, 2000].

4. Центральное золото-сульфидно-кварцевое месторождение. Размещение на рудном поле 200 рудных жил контролируется тектоническими нарушениями, параллельными Кузнецко-Алатаускому разлому. Жилы имеют протяженность по простиранию до 1200 м и по падению — до 900 м. На участках повышенной трещиноватости образуются жильные зоны мощностью 300–400 м и длиной 2500–4500 м. Выделяется несколько стадий минерализации: кварцевая; турмалин-кварцевая; шеелит-молибденит-пирит-кварцевая; халькопирит-пирит-кварцевая; полиметаллическая кварцевая; пирит-арсенопирит-кварцевая. Пробность золота находится в пределах 750–800, редко охватывая интервал 640–910 ‰, среднее содержание золота в рудах 8–12 г/т.

Федотовское золото-сульфидно-кварцевое месторождение расположено западнее Центрального. Оно представлено серией из сотни жил протяженностью от 100 до 500 м, из которых 22 обладают промышленными параметрами [Геращенко, 2000]. Жилы ассоциируют с березитами. «Мощность их 0,3–0,7 м, на глубину разведаны до 500 м. По минеральному составу, пробе (720–860 ‰) и среднему содержанию золота (10–20 г/т) они аналогичны рудным жилам месторождения Центрального» [Алабин, Калинин, 1999]. В исключительных случаях содержание золота достигает 1 кг/т.

5. Натальевское золото-скарновое месторождение располагается в висячем крыле Кузнецко-Алатауского глубинного разлома. В рудном поле скарны пространственно и генетически связаны с одноименным гранитоидным штоком мартайгинского интрузивного комплекса, прорывающим вулканогенно-карбонатные породы кембрия. Рудные минералы представлены магнетитом, халькопиритом, кубанитом, борнитом; реже встречаются пирит, галенит, арсенопирит, сфалерит, молибденит, самородный висмут. Золото находится в виде тонких пленок на границе скарновых минералов и имеет высокую пробу (910–990 ‰), а в ассоциации с галенитом и арсенопиритом пробу 760–865 ‰. В близлежащих россыпях разброс значений пробности выше — 990–640 ‰ [Нестеренко, 1991].

6. Комсомольское золото-сульфидно-кварцевое месторождение. Рудное поле приурочено к штоку габброидов, прорванных дайками гранитов и аплитов. Золото-сульфидно-кварцевые жилы, общее количество которых около 150, приурочены к трещинам отрыва и скола. Протяженность жил 300–150 м, мощность — 0,1–1,0 м. Количество сульфидов в жилах 3–10 %, представлены они пиритом, пирротином, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, арсенопиритом. Распределение золота кустовое, пробность — 702–820 ‰.

7. Берикульское золото-сульфидно-кварцевое месторождение приурочено к андезитам и базальтам кембрия, интенсивно дислоцированным. На рудном поле известно около 250 золоторудных жил, которые разделены на три типа. Первый представлен золото-сульфидно-кварцевыми жилами, которые прослеживаются по простиранию и на глубину на сотни метров. Сложены они кварцем, кальцитом, арсенопиритом, пиритом, сфалеритом, тетраэдритом, молибденитом, шеелитом. Золото широко варьирует по пробности: от 660 до 800 ‰ и частично относится к электруму. Отмечено (рис. 2.2), что

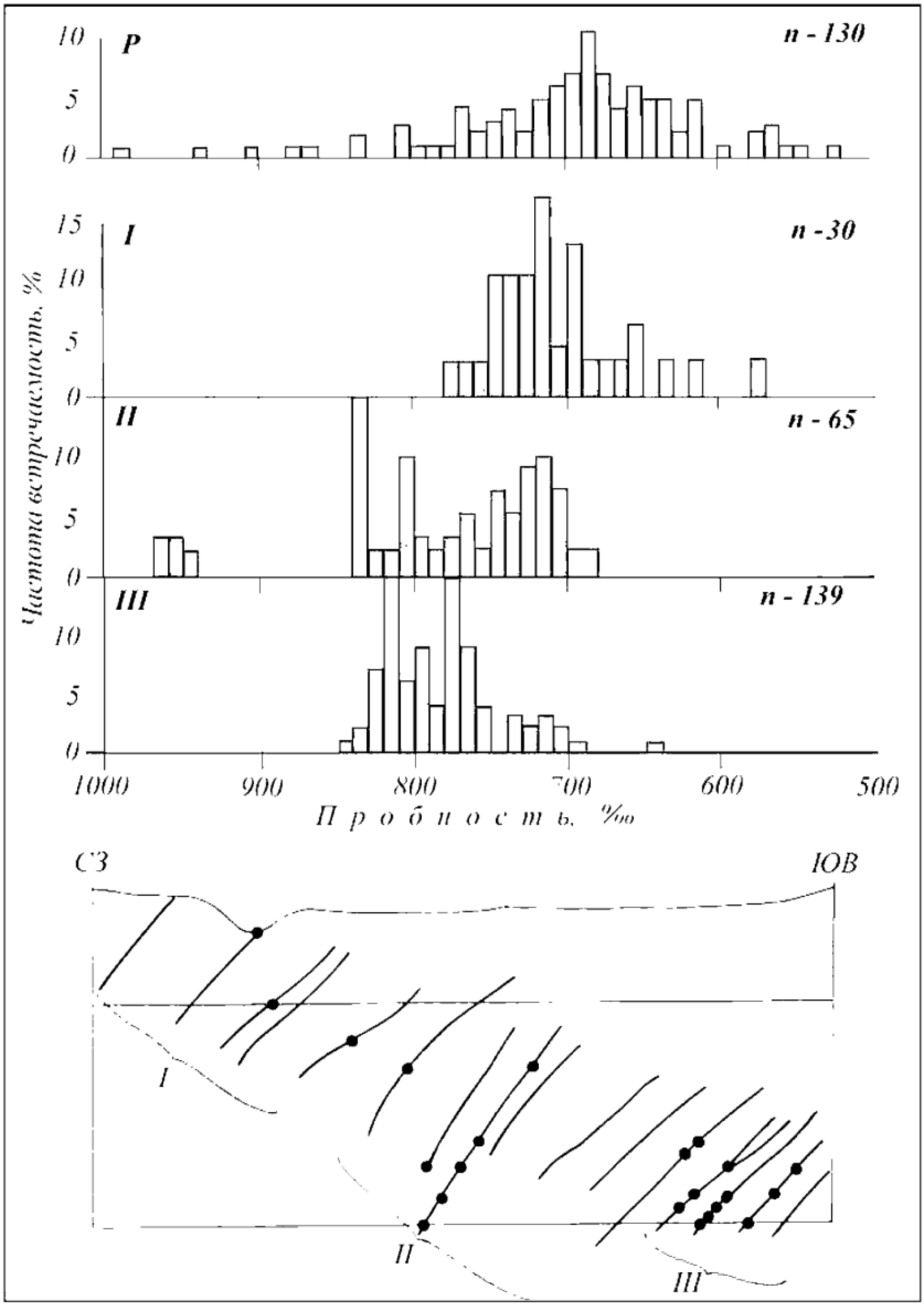


Рис. 2.2. Гистограммы пробности золота Берикульского месторождения (по Г. В. Нестеренко [1991] с изменениями):
P — золото из россыпи: *I, II, III* — золото из различных горизонтов рудного тела (жилы на разрезе показаны линиями, жирные точки на них — места отбора проб самородного золота).
Средняя пробность по графикам (‰): *P* — 706; *I* — 705, *II* —760; *III* — 782

средняя пробность золота с глубины 150 м до 630 м понижается с 780 до 700 ‰ [Нестеренко, 1991].

Рудные тела второго типа приурочены к пологому надвигу и представляют собой минерализованный штокверк с тонкими жилами и прожилками золото-сульфидно-кварцевого состава. Они включают обломки березитизированных базальтов, сцементированных сульфидами.

Рудные тела третьего типа располагаются на контакте вулканогенных и карбонатных пород и представлены, главным образом, залежами гнездо-, трубо- и линзообразной формы. Они сложены пиритом, редко сфалеритом, галенитом, арсенопиритом с нерудными минералами: кварцем, кальцитом, анкеритом, магнезитом. Руды имеют массивную, полосчатую и брекчиевую текстуры.

8. Саралинское золото-сульфидно-кварцевое месторождение. Главные рудные тела залегают в межпластовых трещинах отрыва на контакте углисто-кремнисто-глинистых сланцев кембрия и силлов диабазов. Метасоматические изменения представлены лиственитизацией и березитизацией. В составе жил присутствуют пирит, арсенопирит, шеелит. В направлении с севера на юг полиметаллическая ассоциация (Cu-Pb-Zn) сменяется сфалерит-галенитовой и галенитовой, а пробность золота понижается с 930 до 540 ‰.

9. Коммунаровское золото-сульфидно-кварцевое месторождение располагается в ореольной зоне гранитоидного интрузива. Золото-сульфидно-кварцевые жилы имеют сложное строение и состоят из главной стволовой части мощностью 1–2 м и системы прожилков. Они прослеживаются по простиранию и падению на 150–200 м. Рудные минералы представлены пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, арсенопиритом, тетрадимитом, тennантитом, шеелитом. Золото имеет высокую пробу — 915–992 ‰ [Нестеренко, 1991].

Таким образом, на золото-сульфидно-кварцевых месторождениях Кузнецкого Алатау золото широко варьирует по пробности от 520 до 900 ‰. Намечается, что пробность понижается при смене полиметаллической ассоциации сфалерит-галенитовой и галенитовой. В то же время на Коммунаровском месторождении, близком по составу руд, золото имеет высокую пробу — 920–980 ‰.

10. Федоровское рудное поле сложено эффузивно-осадочными породами кембрия, интенсивно рассланцованными и пронизанными субмеридиональными дайками девонского возраста [Щербаков и др., 2003]. Золото приурочено к серии субпараллельных протяженных (до 4 км) крутопадающих минерализованных зон, общим для которых является наличие «стержневых» кварцевых жил мощностью до 3 м. Они сопровождаются золотосодержащими метасоматитами с кварцевым штокверком. Содержание золота в жилах достигает десятков г/т, а в бонанцах — несколько кг/т. По данным Г. В. Нестеренко [1991], золото имеет пробу 730–960 ‰, но в основном 820–840 ‰. Золотоносные кварц-альбит-хлорит-анкерит-серицит-парагонитовые, фуксит-тальк-брейнеритовые и серицит-тальковые метасоматиты рассекаются тонкими кварцевыми, анкерит-серицит-кварцевыми прожилками, часто с графитом и небольшим количеством пирита. Мощность метасоматических рудных тел с рядовым содержанием золота в первые г/т варьирует от

10–40 до 300 м. Пробность золота из метасоматитов составляет 701–776 ‰ [Щербаков и др., 2003].

Горно-Алтайская металлогеническая зона

Зона охватывает обширную область между Салаирским. Курайским и Теректигским разломами. На этой территории располагаются рудные поля с золото-сульфидно-скарновыми и золото-серебряными месторождениями.

11. Синюхинское золото-сульфидно-скарновое месторождение находится в северо-восточной части Горного Алтая. Оно локализовано в экзоконтакте крупного гранитоидного батолита, прорывающего вулканогенно-карбонатную толщу нижнего кембрия [Нестеренко, 1991; Рослякова, Щербаков, 1999; Кононкова и др., 2010]. Рудные залежи приурочены к телам скарнов и содержат самородное золото двух генераций. Самородное золото-1 находится в парагенезисе с сульфидами меди и имеет пробность 860–950 ‰. Наблюдаются включения золота в халькозине и сростки этих минералов, а также разобщенные выделения в скарновых минералах. Кроме серебра, золото содержит примесь меди и висмута (по 0,2–0,5 %). Самородное золото-2 имеет пробность 790–820 ‰ и ассоциирует с гесситом.

12. Мурзинское месторождение представлено золото-сульфидно-скарновыми и золото-кварцевыми рудными залежами и золотоносной корой выветривания [Гусев, 2014]. «В скарнах и роговиках золотое оруденение локализуется в минерализованных зонах дробления с кварц-карбонатно-сульфидными жилами и прожилками.... В терригенно-карбонатных породах девона оно представлено протяженными кварцевыми и кварц-карбонатными жилами с переменным количеством сульфидов» [Калинин и др., 2006, с. 178]. На глубине они сменяются прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией с содержанием золота 1–160 г/т и серебра 5–320 г/т. Золото образует крупные выделения в кварце. Пробность золота в скарнах равномерно распределена в диапазоне 740–940 ‰, а в кварцевых жилах образует два пика: 700–730 и 800–820 ‰. По данным [Гаськов и др., 2006] наиболее частая пробность 700–900 ‰.

Кора выветривания мел-палеогенового возраста прослежена по простиранию на 1200 м при ширине порядка 100 м и глубине до 150–180 м. Основными фациальными типами являются смектит-каолинитовые (белые глины), гетит-каолинитовые (красноцветные глины) и псиломелан-каолинитовые (темно-серые «чернушки»). Формы выделений золота — округлая и уплощенная, изредка скипетровидная; наблюдаются его сростки с псиломеланом и глинистыми минералами. Пробность золота в коре выветривания укладывается в диапазон 850–1000 ‰.

Главными минералами являются сфалерит, галенит, халькопирит, блеклая руда, марказит, пирит, кварц и барит. Из второстепенных — наиболее распространены медные минералы (борнит, халькозин, энаргит), минералы золота и серебра (электрум, аргентит, сильванит, ялпаит, штромейерит, стефанит).

Рудно-Алтайская металлогеническая зона

Рудно-Алтайская зона располагается между Чарским и Теректигским разломами и вмещает несколько колчеданно-полиметаллических месторождений. Северо-западная часть зоны относится к России, центральная часть — к Казахстану, а юго-западная — к Китаю. Основная золотоносность связана с зонами окисления сульфидных месторождений.

Для большинства колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая, как на территории Казахстана, так и России, характерны повышенные содержания серебра и отчасти золота [Гаськов и др., 2001; Ковалев и др., 2004]. Наиболее высокие концентрации золота и серебра и многообразие минеральных форм установлены для барит-полиметаллических месторождений. Общий уровень содержания золота находится в пределах 4,3–6,3 г/т, а серебра — 43–83 г/т. Наиболее продуктивны в отношении самородного золота поздние стадии формирования барит-полиметаллических, баритовых руд и халькопиритовых жил.

13. Зареченское золото-барит-полиметаллическое месторождение приурочено к гидротермально измененным субвулканическим и эффузивным образованиям кислого состава [Гаськов и др., 2001]. Рудные залежи лентовидной и линзообразной морфологии имеют протяженность около 1 км. Они сложены гнездово-прожилково-вкрапленными, реже массивными разностями. По минеральному составу руды разделяются на барит-полиметаллические, полиметаллические, барит-пирит-марказитовые, барит-халькозин-борнит-халькопиритовые и баритовые минеральные типы. В количественном отношении преобладают полиметаллические и барит-полиметаллические руды.

Отличительной особенностью месторождения является повышенные содержания в рудах золота и серебра. Они образуют самостоятельные минералы (золото, электрум, амальгамы, аргентит, сильванит, ялпаит, штромейерит, стефанит и др.), а также в виде примесей входят в состав главных рудных минералов. Формирование золото-серебряной минерализации происходило совместно с основной массой полиметаллических и барит-полиметаллических руд. Состав самородного золота (мас.%): в барит-полиметаллических рудах Au 61–77; Ag 17–36; в барит-халькозин-халькопиритовых рудах Au 76–78; Ag 22–23.

14. Ново-Золотушинское колчеданно-полиметаллическое месторождение. В полиметаллических рудах состав самородного золота (мас. %): Au 75–78; Ag 23–26 [Геохимия..., 1975; Минералы..., 1989; Гаськов и др., 2001]. В медно-колчеданных рудах содержания (мас. %): Au 90; Ag 8.

15. Змеиногорское колчеданно-полиметаллическое месторождение. Практически все запасы сконцентрированы в одной пластообразной залежи, ниже которой выявлены сульфидные, баритовые и кварцевые прожилки [Чекалин, Дьячков, 2013]. Состав золота в барит-золото-серебряных рудах 71–77 %; серебра — 22–29 %.

Западно-Саянская металлогеническая зона

16. Амыльское золото-березитовое месторождение расположено на восточном фланге Западно-Саянской зоны. Золотоносными являются субширотные зоны березитизированных серицит-кварц-анкеритовых сланцев

с вкрапленностью сульфидов. В золото-кварцевых жилах пробность распределена следующим образом: 935–955 и 845–930 ‰.

Хемчикско-Куртушибинская металлогеническая зона

Составными элементами этой структуры являются (с юго-запада на северо-восток) Алдан-Маадырский, Эйлигхемский, Систигхемский золоторудные узлы. Они содержат золото-лиственитовые и золото-кварцевые месторождения.

17. Октябрьское золото-кварцевое месторождение располагается в восточной части Хемчикско-Куртушибинской зоны в кембрийских осадочно-вулканогенных отложениях. По составу жилы кварцевые и карбонатно-кварцевые, рудные минералы редки и представлены пиритом, халькопиритом, арсенопиритом. Проба золота 850–960 ‰.

Алдан-Маадырский рудный узел в Западной Туве вмещает Хаак-Саирское и Улуг-Саирское золоторудные месторождения и серию рудопроявлений: Сарыг-Дашское Арысканское, Дуушкуннугское, Тожектыгское, Чедиханское (рис. 2.3).

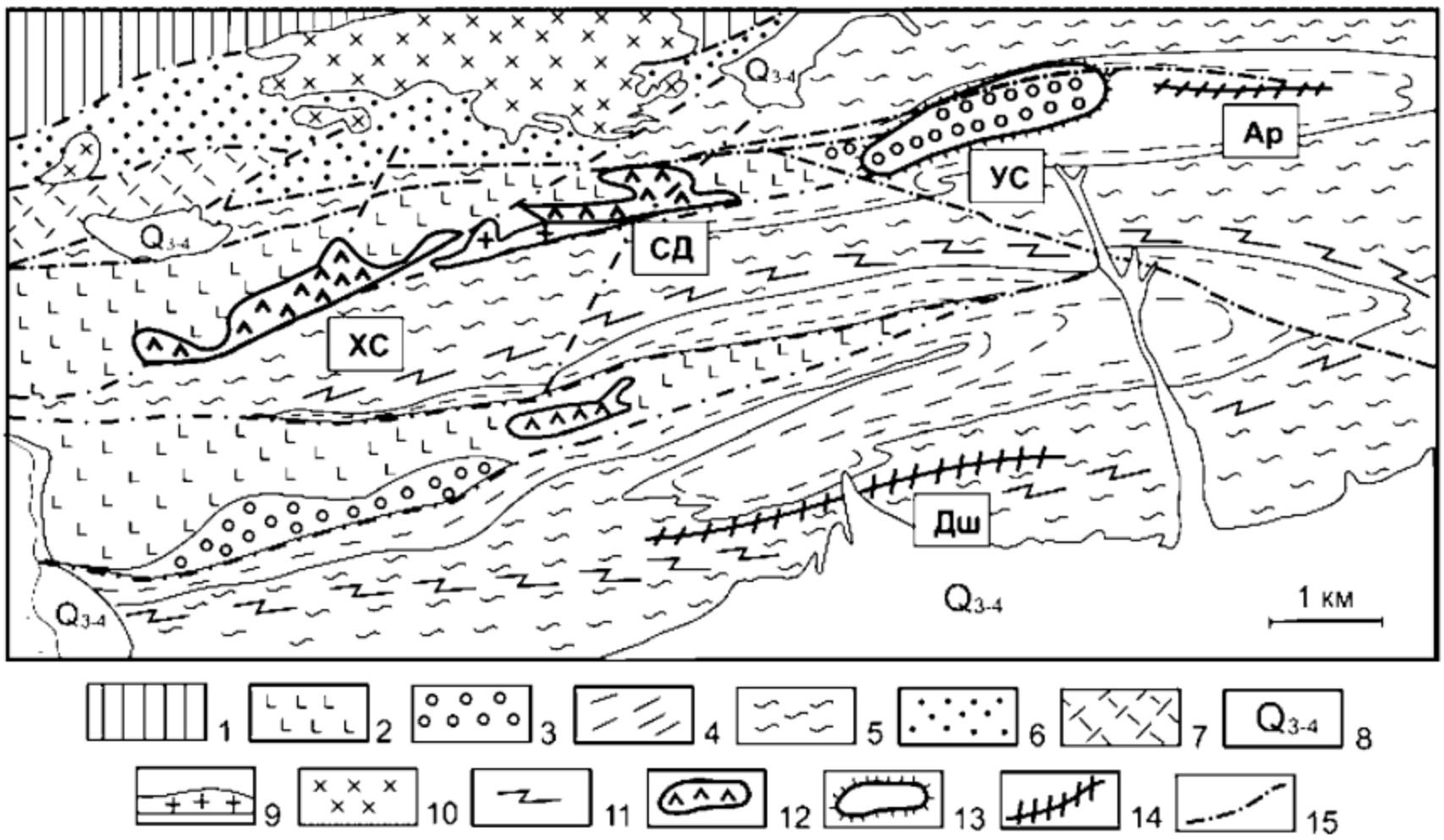


Рис. 2.3. Геологическая схема Алдан-Маадырской золоторудной зоны [Зайкова, Зайков, 1969]: *1* — кристаллические сланцы протерозоя; *2* — базальты венда-кембрия; *3* — конгломераты нижнего ордовика: *4* — алевролиты верхнего ордовика; *5* — аргиллиты раннего силура; *6* — песчаники. известняки верхнего силура; *7* — риолиты и андезиты нижнего девона; *8* — четвертичные отложения; *9* — плагиограниты, девон; *10* — субвулканические интрузии андезитов, девон: *11* — дайки диабазов и риолитов, девон; *12* — массивы гипербазитов с золото-лиственитовым оруденением; *13* — поле турмалин-золото-кварцевых жил; *14* — золотоносные березиты; *15* — разломы. Наименования месторождений и рудопроявлений: *ХС* — Хаак-Саирское, *СД* — Сарыгдашское, *УС* — Улуг-Саирское, *Ар* — Арысканское, *Дш* — Дуушкуннугское

18. Хаак-Саирское золото-лиственитовое месторождение приурочено к западному флангу Улуг-Саирской горст-антиклинали, ядро которой сложено офиолитами $V–Є_1$. Рудоносными являются лиственит с кварцевыми жилами и зонами окварцевания.

Выделено пять участков развития золото-кварцевых жил — Хаак-Саир, Сарыг-Даш-I, II, III и IV [Васильев и др., 1978; Кужугет, 2012]. Длина жил варьирует от 20 до 250 м, мощность — от 0,1 до 8 м, простирание северо-восточное и субширотное. Жильные зоны имеют ширину 4–5 м, длину 10–80 м и состоят из параллельных прожилков мощностью до 40 см. Самородное золото встречается не только в кварцевых жилах, но и в окварцованных сульфидизированных лиственитах. Рудные минералы представлены вкрапленностью золота, галенита, сфалерита, арсенопирита, бурнонита, блеклых руд, халькопирита, борнита, ялпаита, гессита, клаусталита, тиманнита, науманнита, фишессерита. Халькозин, ковеллин, йодиды и галогениды серебра и некоторые другие рудные минералы образовались на стадии гипергенеза.

Форма выделений золота разнообразная: преобладают комковато-ветвистые, угловатые и ячеистые золотины — 47 %; каплевидные, проволоковидные, уплощенные, лепешковидные, губчатые и амебообразные — 35 %; дендриты (объемные и плоские) — 10 %; кристаллы (октаэдры, кубооктаэдры и их комбинации и сростки) — редки (7 %). Гранулометрический состав золота из кварцевых жил варьирует незначительно, количественно преобладают фракции 0,25–0,1 (58,8 %) и <0,1 мм (33,7 %). и в меньшей степени присутствуют 0,5–0,25 мм (7,2 %).

На основании минералогических исследований выделено три стадии образования минералов Au и Ag [Кужугет, 2014]: золото-сульфосольно-сульфидно-кварцевая (65 % количества золота), золото-ртутисто-кварцевая (30 %) и золото-селенидно-теллуридно-сульфидно-кварцевая (5 %). Преобладающей является первая и в ней по химическому составу выделяется несколько групп минералов Au.

По химическому составу золотины первой стадии образуют следующий ряд:

1) высокопробное золото с содержанием (мас. %): Au 96–90; Ag 3–9; Cu 0,0–0,6; Te 0,00–0,03;

2) среднепробное золото с содержаниями (мас. %): Au 89–75; Ag 10–24; Cu 0,0–0,7; Te 0,00–0,04.

Первая группа самородного золота ассоциирует только с арсенопиритом и Fe-теннантитом, которые по отношению к другим рудным минералам (халькопириту, серебристым блеклым рудам и гесситу) являются более ранними.

Для некоторых золотин характерна зональность. Содержание Au от центра зерна к периферии, как правило, закономерно уменьшается (от 92,99 до 56,87 мас. %), а содержание Ag закономерно увеличивается (от 6,44 до 42,36 мас. %).

Во второй стадии разброс значений пробности золота более широкий и выделяются три моды: 950–850; 800–750; 700–550 ‰. Далее следуют кюстелит и самородное серебро.

19. Улуг-Саирское золото-турмалин-кварцевое месторождение приурочено к сводовой части Улуг-Саирской антиклинальной структуры в западной части Алдан-Маадырской зоны [Зайкова, Зайков, 1969; Кужугет и др., 2014]. Ядро складки сложено ордовикскими конгломератами с кварцевой и кварцитовой галькой в песчано-алевритистом цементе, на которых залегают рассланцованные алевролиты силура. На месторождении развиты согласные и кососекущие

жилы, а также кварц-турмалиновые метасоматиты в конгломератах, алевролитах, сланцах и песчаниках. При геологоразведочных работах было выделено 75 кварцевых жил мощностью более 20 см и длиной 20–200 м и 38 зон окварцевания и серий жилок длиной 20–120 м, шириной несколько метров.

Преобладающее простирание почти всех жил и оперяющих прожилков ВСВ, залегание — близкое к вертикальному. Кварц — молочно-белый, светло-серый крупнокристаллический, местами с вкрапленностью турмалина. Часто наблюдаются комплексные кварц-турмалиновые и турмалин-кварцевые прожилки. Более редкими являются небольшие, до 5 см мощностью кварц-карбонатные жилы. Основные рудные минералы — халькопирит, пирит; реже встречаются арсенопирит, галенит, борнит [Зайкова, Зайков, 1969]. Сульфиды часто окислены с образованием ковеллина, халькозина, гетита, малахита. Из 30 жил, опробованных бороздовым способом, пробирным анализом золото установлено в 22 жилах (от 0,2 г/т до 286 г/т), серебро — в 10 жилах (от 2 г/т до 300 г/т). Предполагается, что золото-кварцевые жилы являются продолжением оруденения, залегающего на глубине 200–500 м в кровле массива лиственитизированных гипербазитов [Зайков и др., 2009].

На месторождении установлены две стадии образования рудных минералов: золото-сульфидно-турмалин-кварцевая и золото-теллуридно-сульфидно-кварцевая [Кужугет и др., 2014]. Для первой стадии характерно образование золота и электрума в ассоциации с турмалином (рис. 2.4). Для

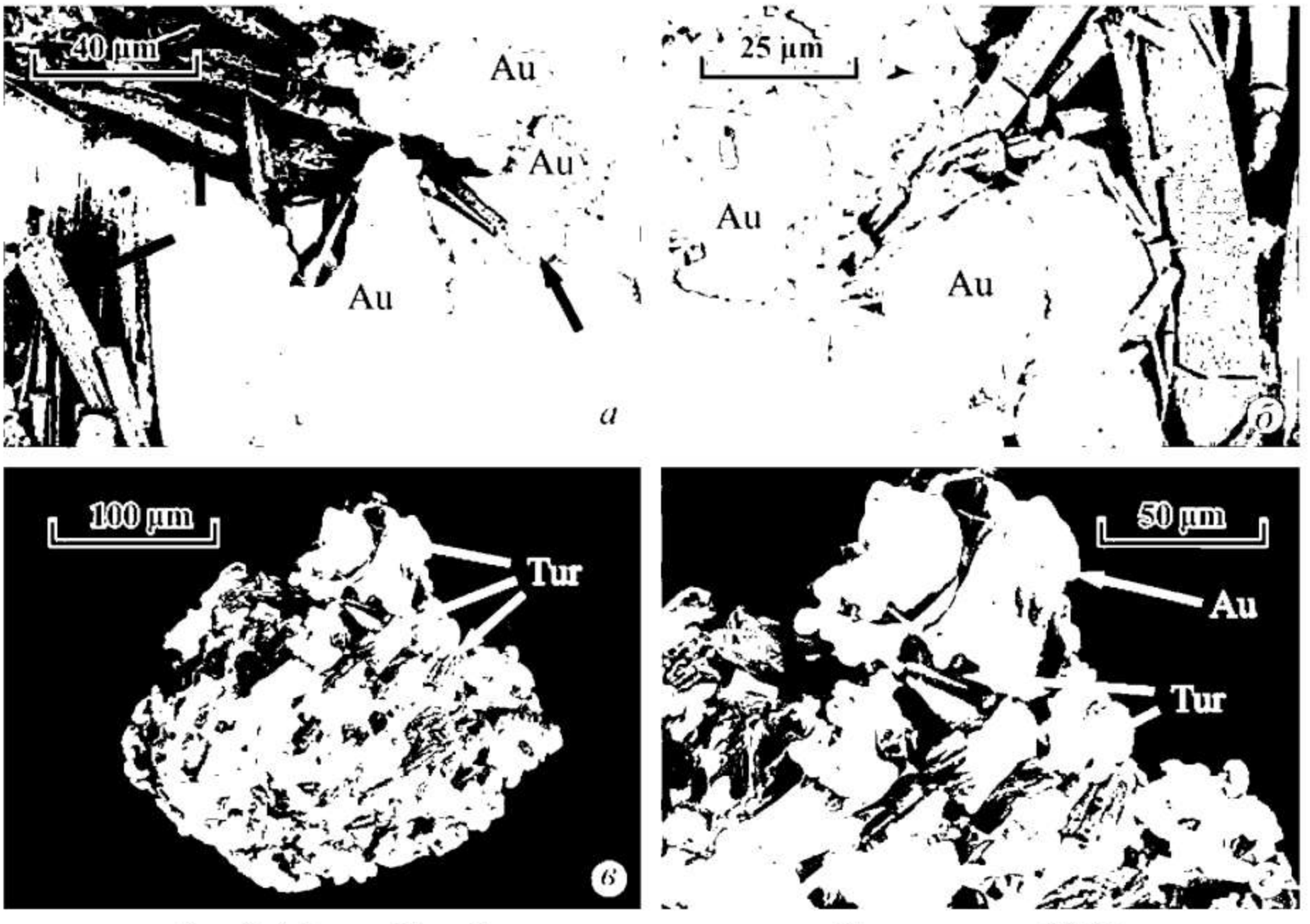


Рис. 2.4. Золото Улуг-Саирского месторождения [Кужугет и др., 2013]. Формы выделения в золото-сульфидно-турмалин-кварцевой стадии в ассоциации с гетитом (Gth) и в сростках с турмалином (Tur)

второй — золота, электрума, петцита, Pb- и Se-содержащего гессита, фишессерита, Te-, Se- и Hg-содержащего теннантита. Редко встречаются кавацулит, Se-содержащий волынскит, виттихенит и Se-содержащий виттихенит, Pb- и Te-содержащий фишессерит.

По химическому составу золото Улуг-Саирского месторождения более однородно, чем хаак-саирское (рис. 2.5), и образует две моды в интервалах (мас. %): 1) 99–97; 2) 96–84. Менее проявлено золото состав (мас. %): Au — 80–64; Ag — 17–10; Cu — 0,1–2,0; Fe — 0,3–1,2.

Арысканское золото-березитовое рудопроявление располагается на

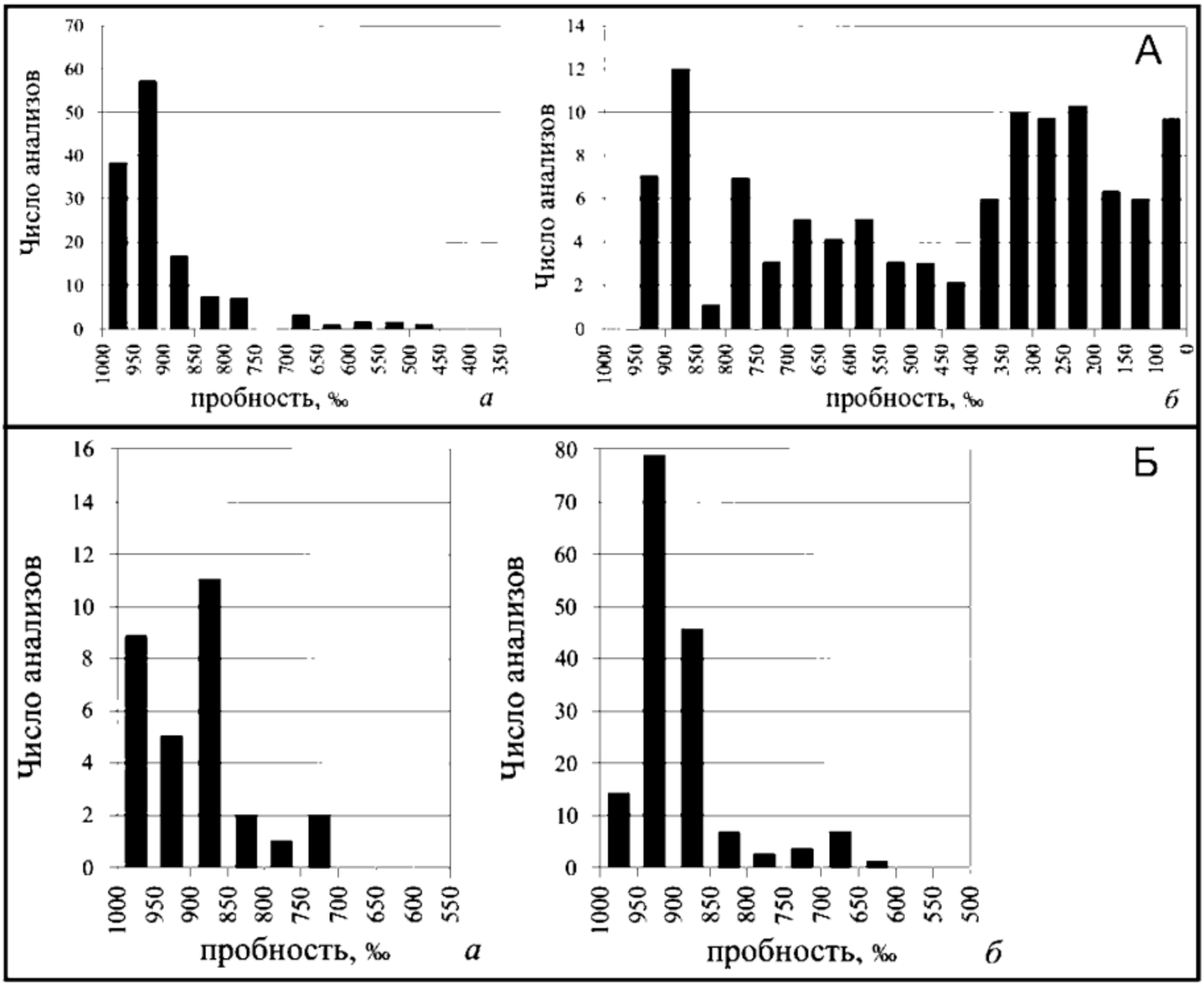


Рис. 2.5. Гистограммы составов золота Хаак-Саирского золото-лиственитового и Улуг-Саирского золото-турмалин-кварцевого месторождений [Кужугет, 2014]: *А* — Хаак-Саир: слева — золото-сульфидно-сульфосольно-кварцевая стадия (160 анализов); справа — золото-ртутисто-кварцевая стадия (61 анализ); *Б* — Улуг-Саир: слева — золото-сульфидно-турмалин-кварцевая стадия (88 анализов); справа — золото-теллуридно-сульфидно-кварцевая стадия (32 анализа)

восточном фланге Улуг-Саирской антиклинальной структуры. Оруденение локализуется в березитах, развитых по дайкам кварцевых порфиров и песчаникам, и, реже, в кварцевых жилах, секущих вмещающие породы и березиты. В процессе поисковых работ обнаружено 5 зон березитизированных

пород субширотного простирания. Суммарная мощность березитизированных пород в поперечных сечениях изменяется от 0,5 до 10 м, мощность отдельных тел колеблется в среднем от 0,1–1,5 до 2–3 м. Наибольшие содержания Au (до 31,6 г/т, в среднем 1–3 г/т) характерны для южной части рудопроявления вблизи оси антиклинали. Породы секутся кварцевыми жилами мощностью от 1 до 45 см, сильно подробленными и ожелезненными. Самородное золото встречается в гетит-кварцевых агрегатах, в которых гетит практически полностью заместил пирит.

Дуушкуннугское золото-березитовое рудопроявление в южном крыле Акдагской антиклинальной структуры приурочено к дайке окварцованных, альбитизированных, пиритизированных и серицитизированных кварцевых риолитов. Дайка сечется продольными и лестничными кварцевыми жилами. Длина дайки — 4750 м, средняя мощность — 1,1 м. Пробирным анализом установлено содержание золота от 1,7 до 3 г/т.

20. Эйлиг-Хемская группа месторождений располагается в средней части Хемчикско-Куртушибинской зоны и представлена кварцево-жильным типом в терригенных отложениях ордовика. На рудном поле выделяются системы параллельных кварцевых жил, а также одиночные линзо- и плитообразные тела. Околожильные изменения представлены окварцеванием, карбонатизацией, серицитизацией, турмалинизацией. На участке Поканаш выделяются следующие стадии минералообразования [Васильев и др., 1978]: доломитовая, выражающаяся в образовании лиственитоподобных пород; турмалин-кварцевая; золото-сульфидная, к которой отнесены мелкие гнезда и вкрапленники сульфидов и самородного золота в ассоциации с прозрачным кварцем; пирофиллит-каолинитовая.

Рудные минералы обычно приурочены к зальбандовым участкам и представлены пиритом, халькопиритом, сфалеритом, блеклой рудой, арсенопиритом, сфалеритом; количество их в жилах порядка 1–2 %. Видимое золото чаще всего встречается в жилах с ленточным строением и находится в срастании с галенитом, пиритом, халькопиритом. Отмечаются также вростки кристаллов поперечником 0,05 мм непосредственно в галените. По морфологическим особенностям золото представлено октаэдрическими кристаллами и их сростками, каплевидными, пластинчатыми, комковидными и амебообразными выделениями. Проба металла находится в пределах 930–960 ‰.

Каахемская металлогеническая зона и ее обрамление

21. Золото-медно-порфировое месторождение Кызык-Чадр располагается в области сочленения Улугойской зоны с Тувинским прогибом. В его составе находятся субширотные золото-кварцевые жилы, сопровождающиеся прожилково-вкрапленным оруденением. Наибольшими параметрами характеризуются жилы № 1 и 3, приуроченные к телу девонских калишпатовых гранитов и диоритов. Жила № 1 относится к умеренносульфидному типу, расположена в лежачем контакте апофизы гранитоидов. В жилах присутствуют халькопирит, борнит, ковеллин. В составе жил и зон окварцевания установлено несколько минеральных ассоциаций [Гаськов и др., 2006], отличающихся по составу золота. Золото ранних ассоциаций характеризуется устойчивой высокой пробностью (930–970 ‰) при низком содержании серебра (до 4.5 мас. %)

и меди (до 0,6 %). В минеральных ассоциациях промежуточных стадий минералообразования диапазон вариаций пробности золота возрастает и составляет 890–960 ‰ при содержаниях серебра до 15%, меди и ртути — сотые и первые десятые %. С поздними минеральными ассоциациями связано золото очень широкого диапазона пробности (380–930 %), при этом главными примесями в нем являются серебро (до 53 мас. %) и ртуть (до 20 мас. %).

22. Кызыл-Таштыгское колчеданно-полиметаллическое месторождение вскрыто ручьем Ак-Хем, и в его южном борту на протяжении 100 м обнажались сульфидные скалы [Зайков, 2006]. Месторождение является крупным промышленным объектом с запасами суммы цинка, меди и свинца около 2,5 млн тонн [Берман, 1960; Дистанов, 1977; Рудные..., 1981]. Запасы золота на месторождении оценены в 15 т, а серебра — около 700 т при содержаниях 1,5 и 24 г/т соответственно. С 2007 г. месторождение разрабатывается китайской компанией «Лунсин» открытым способом.

При минераграфических исследованиях установлены самородное золото и серебросодержащие блеклые руды. Золото встречается в виде каплевидных и вытянутых вкраплений размером 3–20 микрон. В барит-полиметаллических рудах золото низкопробное [Зайков, 2006] и представлено электрумом состава (мас. %): Au 51–62; Ag 36–48; Cu 0,1–2,1. В медно-цинково-колчеданных рудах электрум имеет близкий состав и образует округлые выделения в кристаллах и халькопиритовых прожилках, рассекающих эти кристаллы [Ковалев и др., 2004]. Более высокопробное золото встречается в кварц-карбонатных жилках с крупными выделениями теннантита, халькопирита и арсенопирита.

На Кызыл-Ташском медноколчеданном месторождении, в западной части Улугойской зоны выявлен древний карьер с пологим отвалом (рис. 2.6). Он нарушен геологоразведочными выработками нового времени, которые были пройдены 70 лет назад. Длина карьера 80 м, ширина 20–30 м, глубина 3–5 м. Западнее карьера верхняя часть пиритового рудного тела вскрыта

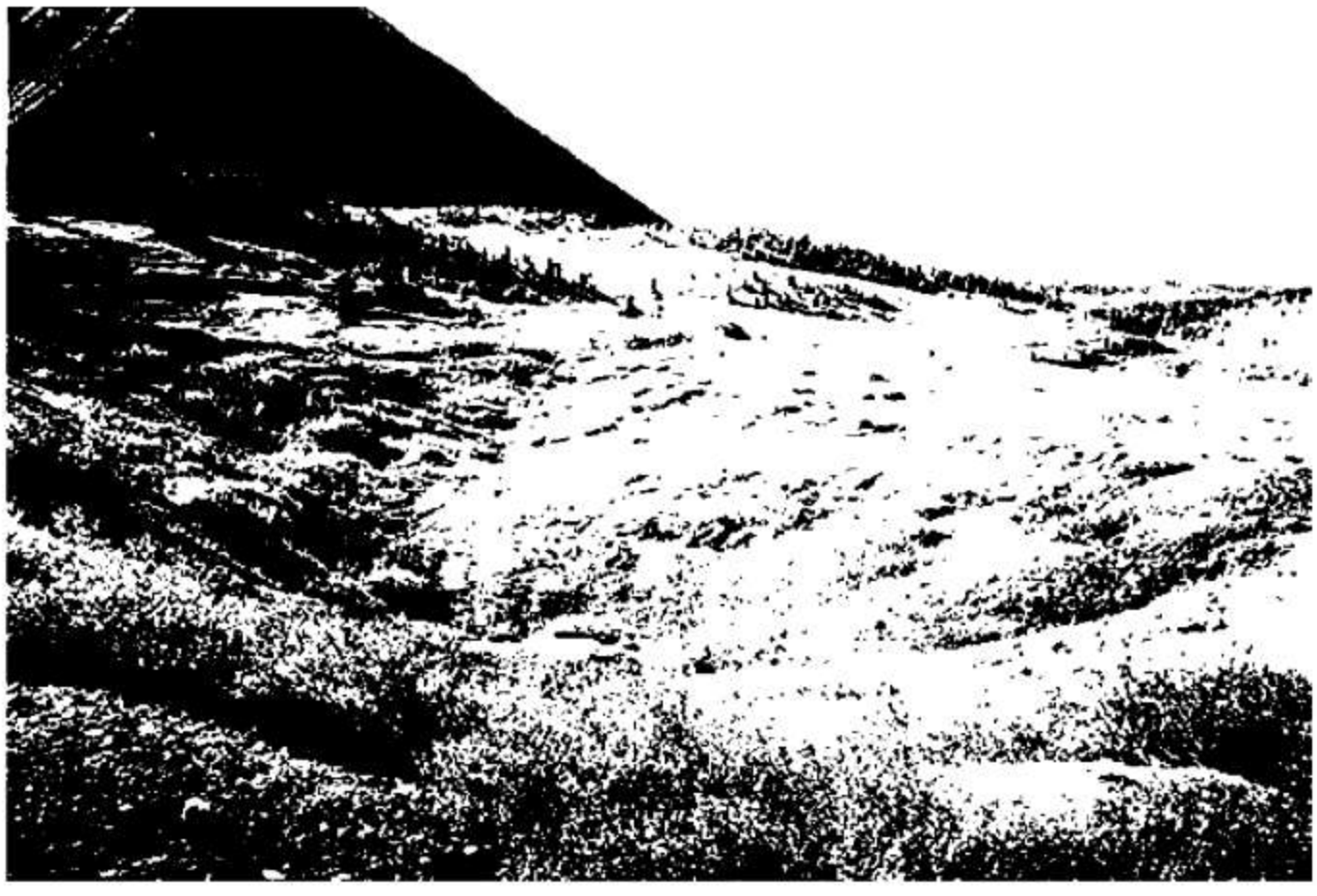


Рис. 2.6. Вид на древний карьер Кызыл-Ташского медно-колчеданного месторождения. Шурфами и канавами вскрыты бурые железняки и золотоносные сыпучки

речкой, и видно строение зоны окисления. Малахита и азурита в ней не обнаружено. В днище карьера наряду с бурыми железняками присутствуют золотоносные пиритовые, кварц-пиритовые и каолинит-пиритовые сыпучки, которые могли являться предметом разработки в древности. Первичные руды имеют пиритовый, пирит-пирротиновый, пирит-магнетит-пиритовый, халькопирит-сфалерит-пиритовый состав. По данным пробирного анализа содержание золота в рудах 1–2 г/т.

23. Харальский золотоносный район располагается на левобережье р. Бий-Хем и охватывает одноименный метаморфический блок к востоку от Улугойской зоны (рис. 2.7). В геологическом строении района выделяются два главных комплекса рифейского возраста: демиржинский метатерригенный и ойнинский метариолит-базальтовый с углеродистыми сланцами [Зайкова, 1978; Добрецов и др., 1981; Зайков, 2014]. Площадь развития второго комплекса контролирует размещение практически всех россыпей. Ойнинский комплекс представлен метабазальтами и метариолитами с горизонтами железистых кварцитов. В западной части района откартирован одноименный палеовулкан, а в восточной — группа вулканических построек. В нижней части вулканогенных отложений развиты углеродистые сланцы с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией и многочисленными кварцевыми жилами, которые проникают и в метавулканиты. Прорывается комплекс субвулканическими интрузиями основного и кислого состава.

На территории района проявлен зональный метаморфизм, обусловленный тепловым потоком над областью анатексиса, в результате чего возник Бий-Хемский гранитоидный массив таннуольского комплекса (средний-поздний кембрий). С востока на запад происходит смена кордиеритовой, гранатовой и биотитовой изоград в метапелитах, что соответствует понижению метаморфизма от эпидот-амфиболитовой фации до зеленосланцевой [Скляров и др., 1981]. С воздействием теплового потока связано перераспределение и формирование золоторудных концентраций.

Рудопроявление Мозголевское приурочено к южному крылу гребневидной антиклинали СЗ простирания, сложенной углеродистыми сланцами с зонами сульфидизированных кварцитов. С поверхности они выщелочены и превращены в кварцевые и лимонит-кварцевые губки. Кварциты секутся отдельными жилами молочно-белого кварца с гнездами халькопирита и галенита. Содержания золота в кварцитах — первые г/т. Рудные минералы представлены пиритом, галенитом, халькозином, арсенопиритом, самородным золотом и электрумом. Последние образуют зерна с поперечником 0,2–2 мм, и для них характерна дендритовая, дендрито-комковидная, комковидно-пластинчатая форма [Рудные…, 1981]. Реже отмечаются пластинчатые, каплевидные и губчатые выделения. Пробность золота распределяется в исследованных золотинах следующим образом: 400–730; 830–930 ‰ [Прудников, Бутанаев, 2013; Зайков, 2014]. Наиболее показательным является первый интервал, соответствующий пробности золота в близлежащих россыпях. Это позволило дать прогноз на возможность выявления низкопробного промышленного оруденения золото-серебряного типа в районе Мозголевского рудопроявления [Зайков, 2014].

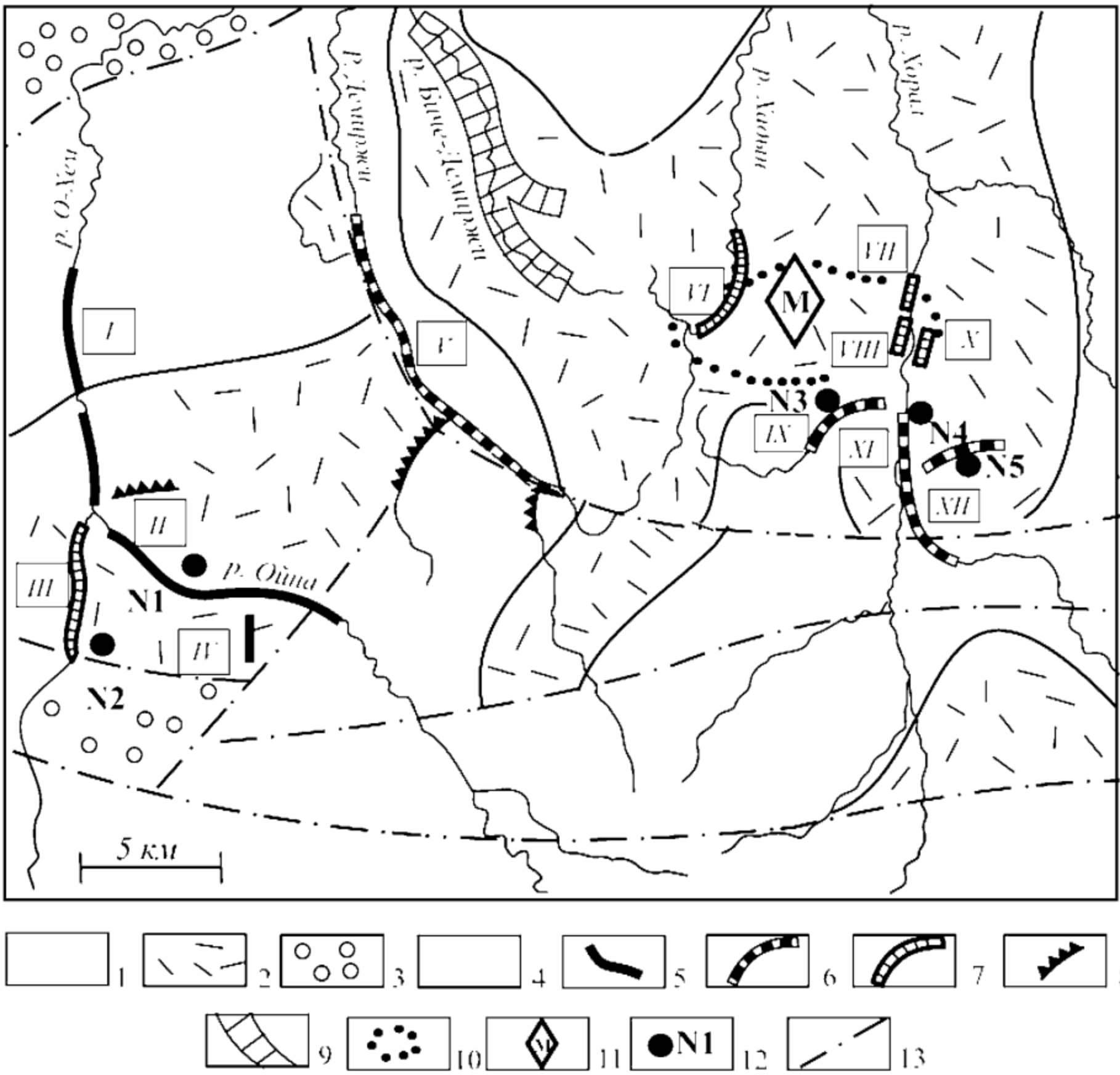


Рис. 2.7. Схема строения Харальского золотоносного района:
1–4 — стратифицированные отложения (*1* — метапесчаники (PR_2), *2* — углеродистые сланцы, метабазальты и метариолиты (PR_3), *3* — вулканомиктовые породы вендского возраста, *4* — вулканогенные породы вендского, кембрийского и девонского возраста); *5–9* — россыпи (*5* — количество высокопробного золота 20–68 % значений (I — О-Хем, II — Ойна IV — Шенелик), *6* — количество среднепробного 38–63 % значений (V — Демиржи, IX — Хина, XI — Харал, XII — Сумасшедший ручей). *7* — количество низкопробного золота и электрума 55–81 % (III — Шорлуг, VI — Хадын, VII — Степановка, VIII — Ивановка, X — Конопка), *8* — неустановленного состава, *9* — прогнозируемые): *10* — предполагаемое положение рудного поля с низкопробным оруденением; *11* — Мозголевское золото-кварцитовое рудопроявление; *12* — золото-кварцевая и золото-углеродистая минерализация (номера указаны арабскими цифрами): № 1 — Ойнинская группа, № 2 — Шорлугское, № 3 — Хина, № 4 — Харальская группа, № 5 — ручья Сумасшедшего; *13* — основные разломы

24. Тарданское золото-сульфидно-скарновое месторождение располагается в экзоконтакте массива кембрийских гранитоидов (рис. 2.8), где выделяются сульфидно-скарнововые и гематит-магнетитовые типы руд [Кильчичаков, Копылова, 1971ф; Прудников, Кононенко, 2004]. Первые

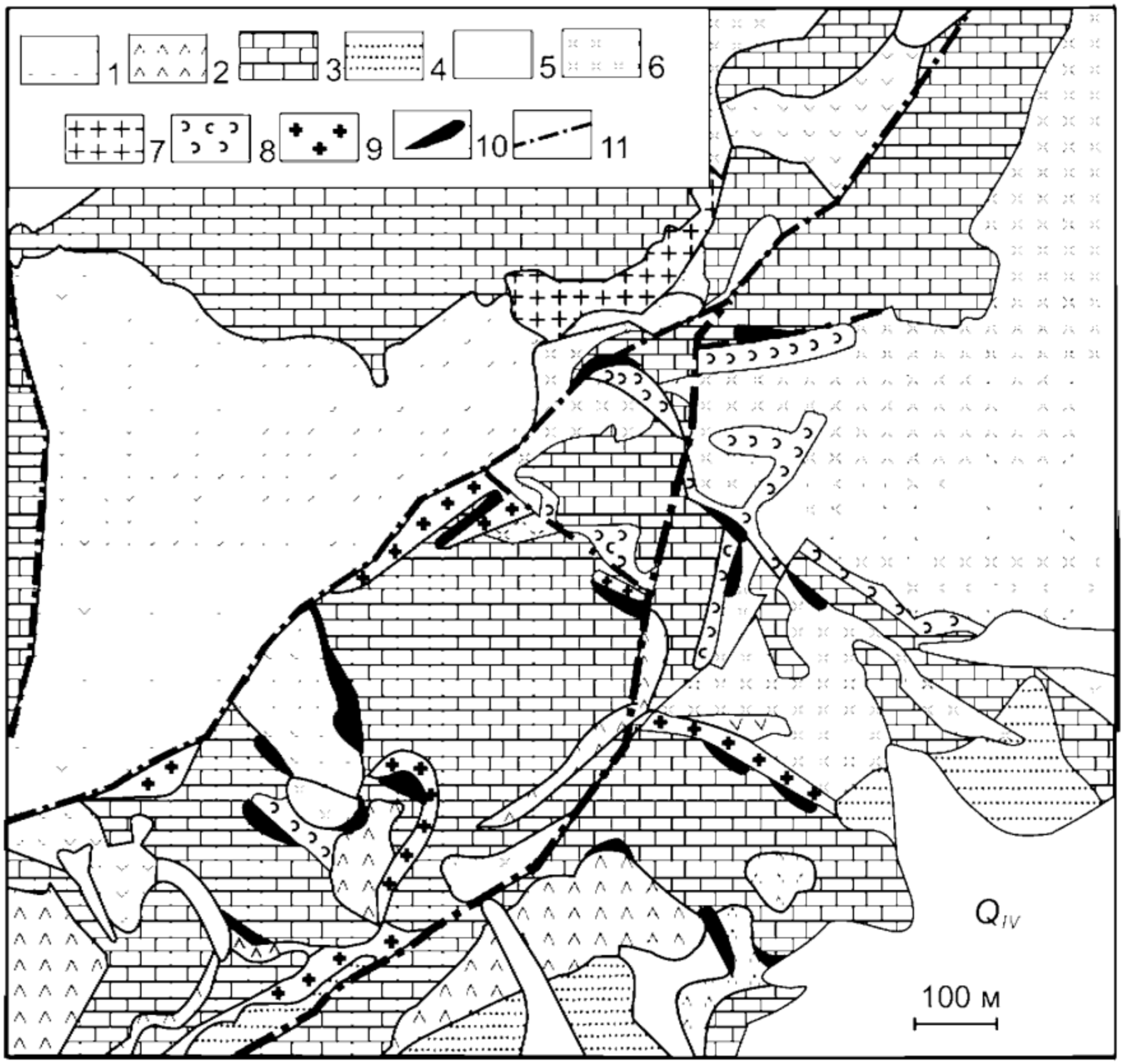


Рис. 2.8. Схема строения Тарданского золото-сульфидно-скарнового месторождения [Кильчичаков, Копылова, 1971ф]:
1 — андезиты с прослоями алевролитов и песчаников, нижний кембрий; *2* — риолиты, нижний кембрий; *3* — известняки, нижний кембрий; *4* — конгломераты и песчаники, силур; *5* — четвертичные отложения; *6* — гранитоиды нижнего палеозоя; *7* — малые тела гранит-порфиров нижнего палеозоя (?): *8* — известковые и магнезиальные скарны; *9* — гидротермально измененные породы минерализованных зон дробления; *10* — золоторудные тела; *11* — разломы

представлены кварц-хлорит-кальцитовыми, тальк-серпентин-амфиболовыми и гранат-пироксен-серпентиновыми метасоматитами. Они содержат вкрапленность, гнезда и прожилки сульфидов в количестве 5–20 %. Гематит-магнетитовые руды имеют хлорит-серпентин-гематит-магнетитовый состав с вкрапленостью сульфидов от 3–5 до 7–10 %. Рудные тела имеют линзо-, жило- и гнездообразную форму. По структурной позиции они делятся на три группы:

— линзообразные рудные тела в тектонических зонах в экзоконтакте габброидов с известняками;

— рудные тела, приуроченные к тектоническим нарушениям на контакте известняков с эффузивами на значительном (сотни метров) удалении от интрузива, форма тел жилообразная;

— рудные тела линзообразной формы в зонах дробления среди известняков.

Внутри рудных тел наблюдаются разветвления, пережимы и раздувы мощности, включения тел габброидов, блоки известняков. Зональность рудных тел выражается в увеличении содержания магнетита с глубиной.

Золото в рудах находится в срастании с андрадитом, хлоритом, актинолитом, кальцитом, кварцем, реже с халькопиритом, магнетитом, галенитом. Форма выделений пластинчатая, комковатая, бахромчатая, дендритовая; встречаются также октаэдрические, ромбододекаэдрические, призматические кристаллы. Проба золота колеблется от 940 до 960, иногда понижается до 840–860 ‰. Обычные размеры золотин менее 0,3 мм и только иногда достигают 1–2 мм.

Видимое золото встречено в скарнах и наложенных кварцевых жилах и имеет небольшой разброс пробности (900–950 ‰), примесь меди 0,03–0,7 %. Содержание золота в рудах от 2 до 200 г/т, среднее 15,4 /т. В золото-кварцевых жилах, секущих скарны, пробность меняется от 910 до 750‰.

25. Терактигское рудное поле [Ойдуп и др., 2004] расположено в гранитоидах южной части Ондумской зоны. Плагиограниты калишпатизированы, рассечены дайками калиевых гранитов, с которыми пространственно ассоциируют зоны окварцевания и грейзенизации. В рудном поле размером 1×3 км выявлено 180 кварцевых жил линзо- и лентообразной формы. Рудная минерализация тяготеет к зальбандам жил и представлена пиритом, халькопиритом, галенитом, золотом и вторичными минералами зоны окисления — малахитом, азуритом, англезитом, церусситом, пироморфитом, миметезитом. Во всех проанализированных пробах присутствует пластинчатое и дендритовидное золото в количестве 30–70 знаков. Состав большинства золотин (мас. %): Au 74–88; Ag 11–24; Hg 0,3–2.1. Некоторые выделения представлены электрумом состава (мас. %): Au 41–57; Ag 38–49; Hg 3,4–9,9.

26. Кара-Бельдирское рудное поле. Оруденение приурочено к среднекембрийской интрузии кварцевых диоритов, прорывающей вулканогенно-карбонатно-терригенные отложения верхнего рифея. Выделяются два типа оруденения: золото-березитовое (Гордеевское месторождение) и березит-золото-скарновое (месторождение Эзен) [Горшков, 2002; Зайков и др., 2005]. Золотоносная зона месторождения Гордеевского, имеющая ширину 100–350 м и длину 900 м, развита по кварцевым диоритам. Она сложена аподиоритовыми березитами, пронизанными жилами и прожилками кварцевого и кварц-анкеритового составов с вкрапленностью сульфидов. В ее центральной части выделяются тела однородных окварцованных березитов мощностью от 20 до 80 м с повышенным количеством сульфидов. Морфология золота изменчива: в пирите присутствуют выделения изометричной формы размером 3–8 мкм и линзовидные зерна по трещинкам между кристаллами пирита; в халькопирите отмечены вытянутые выделения размером 5–15 мкм, в гетите присутствуют зерна размером порядка 1–3 мкм, в кварце зерна золота имеют размеры первые микроны.

Состав золота меняется в значительных пределах. Наиболее высокопробные золотины присутствуют в кварце (пробность 700–800 ‰). В пирите содержание золота 66–71 %, серебра — 26–32 %, в халькопирите золото низкопробное и по составу отвечает электруму (золота 54–63 %, серебра 37–44 %). В гетите состав золота варьирует (Au 60–72 %; Ag 25–38 %). Дальнейшие исследования и сравнение типоморфных свойств золото- и серебросодержащих минералов Кара-Бельдирского рудопроявления должны дать минералогический материал для определения генетических особенностей оруденения.

2.2. Состав самородного золота россыпных месторождений

Размещение золото-россыпных районов и зон показано на рис. 2.9. Контролируются они ареалами россыпеобразующих формаций, к которым относятся золото-скарновые и золото-колчеданно-полиметаллические месторождения, золото-кварцевые, золото-сульфидно-кварцевые и золото-лиственитовые залежи [Рудные…, 1981].

В западной части региона располагаются Салаирская, Золото-Китатская, Синюхинская золото-россыпные зоны с многочисленными россыпями золота [Калинин и др., 2006; Гусев, 2011]. На территории Западного Саяна и Тувы большинство россыпей золота расположено вдоль Северо-Саянского, Хемчикско-Куртушибинского, Каахемского и Агардагского разломов [Прудников, Кононенко, 2004]. Разработка россыпей, начатая в древности, продолжается до сих пор. Большинство россыпей контролируется массивами гипербазитов, гранитоидов и черносланцевыми отложениями с кварцево-жильными системами.

Среди россыпей преобладают долинные, террасовые и ложковые россыпи, встречается золотоносный карст и золотоносные коры выветривания. Возраст россыпей от мезозоя до четвертичного периода. Гипергенное преобразование золота проявлено повсеместно, однако, интенсивность этого явления различна в россыпях разного возраста. Выделяются следующие разновидности золота: первичное непреобразованное; с прерывистой слаборазвитой корродированной оболочкой; с отчетливо выраженной высокопробной оболочкой; с преобладанием новообразованного золота. Данные о пробности [Калинин и др., 2006; Гусев, 2011б] опубликованы по 65 россыпям из 14 россыпных зон (табл. 2.2).

I. Салаирская золото-россыпная зона включает около 100 россыпей, расположенных в бассейне рек Касьма, Подкопенная, Бирюля, Мостовая, Суенга. Часть россыпей окружают Урское золото-колчеданно-полиметаллическое месторождение. В последнее время особое внимание обращено на золотоносные коры выветривания (месторождения Егорьевское, Христианская яма, Апрельское и др.).

По данным Г. В. Нестеренко [1991], пробность золота в россыпи по реке Кинтереп варьирует от 900 до 1000 ‰. Состав (мас. %): Au 96–98; Ag 3–5; Cu 0–2 (рис. 2.10). Характеристика россыпей, в которых установлены платиноиды, дана в главе 5.

II. Золото-Китатская золото-россыпная зона содержит долинные россыпи значительной протяженности: Золотой Китат — 35 км, Кельбес —

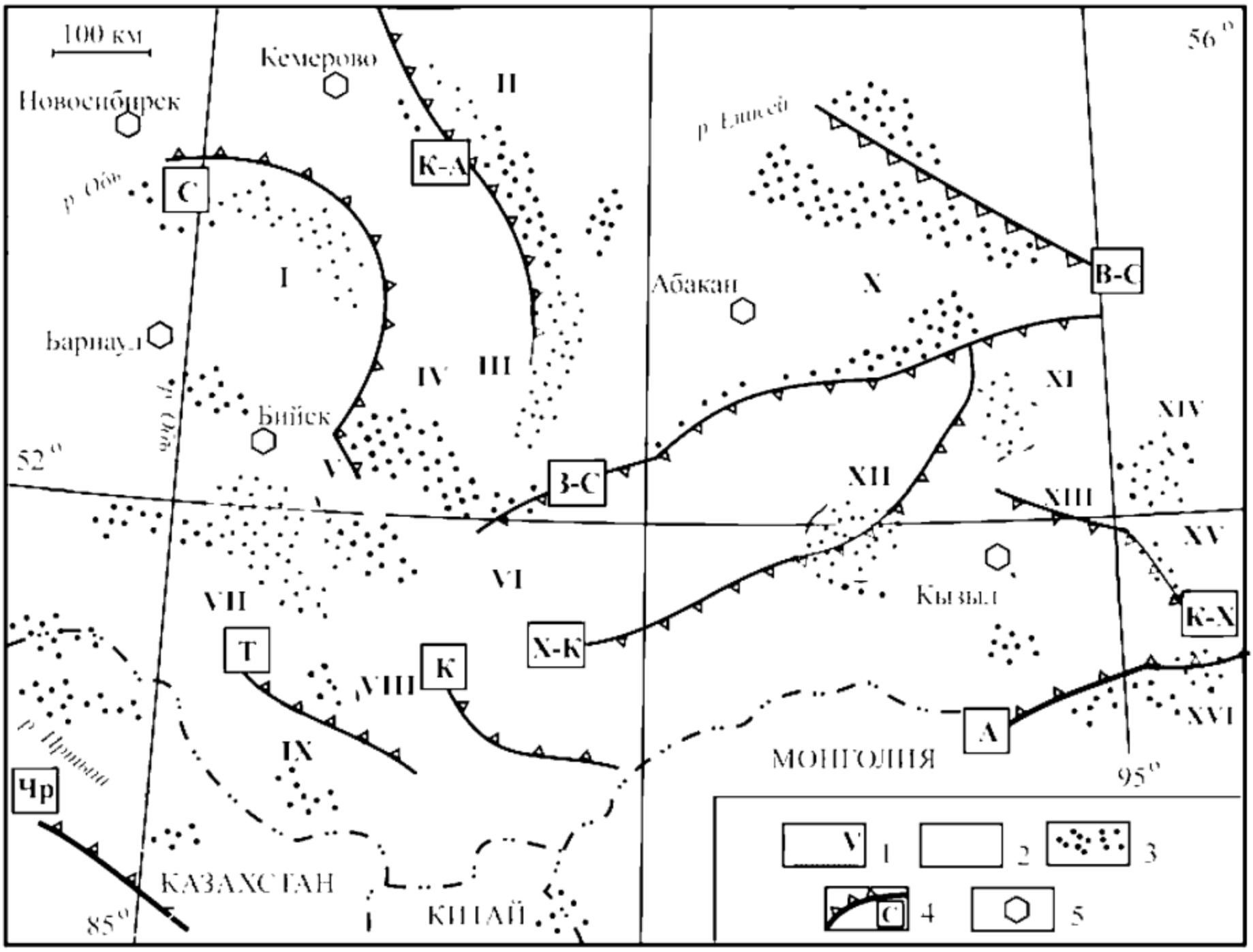


Рис. 2.9. Схема расположения золото-россыпных районов в Алтае-Саянском регионе по [Щербаков, Рослякова, 2000; Гусев, 2011] с дополнениями:

1–2 — основные золотороссыпные зоны и районы, по которым опубликованы сведения о составе золота (*1* — содержащие платиноиды, *2* — без указания на платиноиды); *3* — площади развития россыпей золота; 4 — глубинные разломы с массивами платиноносных гипербазитов; *5* — основные города

Наименования россыпных зон: *I* — Салаирская, *II* — Золото-Китатская, *III* — Балыксинская, *IV* — Чугунинская, *V* — Сийская, *VI* — Каурчакская, *VII* — Синюхинская, *VIII* — Солонешенская, *IX* — Кумирская, *X* — Амыльская, *XI* — Систигхемская, *XII* — Золотой речки и Эйлигхема, *XIII* — Байсютская. *XIV* — Харальская. *XV* — Коптинская, *XVI* — Эмийская

Наименования гипербазитовых поясов: *С* — Салаирский, *К-А* — Кузнецко-Алатауский, *Т* — Терактинский, *К* — Курайский, *Чр* — Чарский, *З-С* — Западно-Саянский, *В-С* — Восточно-Саянский, *Х-К* — Хемчикско-Куртушибинский, *К-Х* — Каахемский; *А* — Агардагский

18 км, Средняя Терсь — 44 км, Кия — 26 км. В Золото-Китатском золоторосыпном узле было добыто 5,5 т золота.

В Кундустуюльской россыпи (Мариинская тайга), имеющей протяженность 25 км, реликтовое эндогенное золото имеет пробность 800–960, а вторичное золото кайм — 970–1000 ‰ [Нестеренко, 1991]. Эти данные отражены на рис. 2.11, по которым устанавливаются два пика составов эндогенного золота 810–900 ‰ и 940–970 ‰.

Россыпи Кельбесско-Солонешного и Камжелинского участков имеют протяженность несколько километров. В первой россыпи золотины имеют состав (мас. %): Au 74–81; Ag 7–14. Вторая преобладает на Камжелинском

Таблица 2.2

Золотые россыпи Алтае-Саянского региона

№ п/п	Россыпная зона, узел	Россыпь	Добыто золота, т	Пробность	Группа состава
1	Салаирская	**Таловка**	**0,47**	940	II
		Иродов лог		920	II
		Большая Иониха		935	II
2	Золото-Китатская	**Кельбесская**	28,5	740 810	IV III
		Камжелинская		850 940	III II
		Береңджак		783 865	IV III
		Ипчул		825 960	III II
		Бизы		825 950	III II
		Федоровская		788 828	IV III
3	Мрасский	Мрассу		850 950	III II
		Унзас		870	III
		Быстрая		800 990	III II
		Дрезвочитная		836	III
		Карема		874	III
		Теба		850	III
		Заслонка		890	III
		Ортон		930	II
		Малый Ортон		950	II
		Колосс		900	II
		Большой Унзас		910	II
		Хомутовка		900	II
4	Чугунинский	Чугуна	1,5	890	III
		Чулта	0,3	890	III
		Малый Король	0,01	900	II
5	Сийская	Сия	0,23	935	II
		Большой Ключ	0,19	930	II
		Каменная Сия	0,05	946	II
		Ушперек	0,21	915	II
6	Каурчакская	Семеновская	0,45	680 810 980	IV III II
		Каурчакская	1,20	884 907	III II

Продолжение табл. 2.2

№ п/п	Россыпная зона, узел	Россыпь	Добыто золота, т	Пробность	Группа состава
		Андоба	2,40	905	II
		Чаныш	0,87	913	II
		Манык	0.20	900	II
7	Синюхинский	**Светлая**	0,06	932	II
		Николаевка	0.02	933	II
		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
8	Солонешенский	Ануй	0,40	836	III
		Карама	0,04	874 948	III II
		Клык	0,20	900	II
		Чуйка	0,30	910	II
9	Кумирский	Красноярская	0,10	937	II
		Кытма	0,10	954	II
10	Золотая-Эйлигхемская	**Золотая**		770 850	IV III
		Серлиг, Сектир		940	II
11	Систигхемская	**Черная**		970	II
		Алгияк		780 900 1000	IV II I
12	Байсютская	Байсютская		763 1000	IV II
		Соруглугхемская		700 810 920	IV III II
13	Ойнинско-Харальская	**Шорлуг**		690 765 840	IV III
		Охемская		750 850 950	IV III II
		Шенелик		830 880 930	III II
		Демиржи		750 790 850	IV III

Окончание табл. 2.2

№ п/п	Россыпная зона, узел	Россыпь	Добыто золота, т	Пробность	Группа состава
		Хадын		510 635 760 790 880	V IV III
		Хина		780 860 940	IV III II
		Степановка		450 575 700 710 890	V IV III
		Конопка		510 605 700 915	V IV II
		Харальская		560 760 950	V IV II
14	Хоптинская	**Неожиданный**		845 911	III II
		Кундус		860 910	III II

Примечание: 1) таблица основана на данных А. А. Геращенко [2000], А. И. Гусева [2011], С. Г. Прудникова [2013], Ч. К. Ойдуп и др. [2012]; 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.

участке (мас. %): Au 85–94; Ag 17–20. В головах наиболее богатых россыпей района развиты линейно-карстовые коры выветривания, для которых характерна приуроченность к сульфидизированным палеозойским породам и минерализованным дайкам. Самородное золото довольно крупное (до 4 мм), по пробности выявляется две разновидности: 840–910 и 970–999 ‰ [Калинин и др., 2006].

В россыпи реки Береңджак распространено золото с пробностью 783–865 ‰ [Фальк, 2001]. В расположенных рядом левых притоках реки Июс (Ипчул, Бизы) развито более высокопробное золото — 825–960 ‰.

Россыпи, примыкающие к Федоровскому месторождению, дали 23 тонны золота: р. Федоровка — 11 т, р. Магызы — 9 т. В коре выветривания над золоторудным столбом содержания золота первые граммы на тонну установлены в полосе шириной 1000–1300 м на глубину 80–200 м [Забияка, Гусаров, 1997]. Преобладают золотины размером 0,15–0,25 мм с пробностью 788–

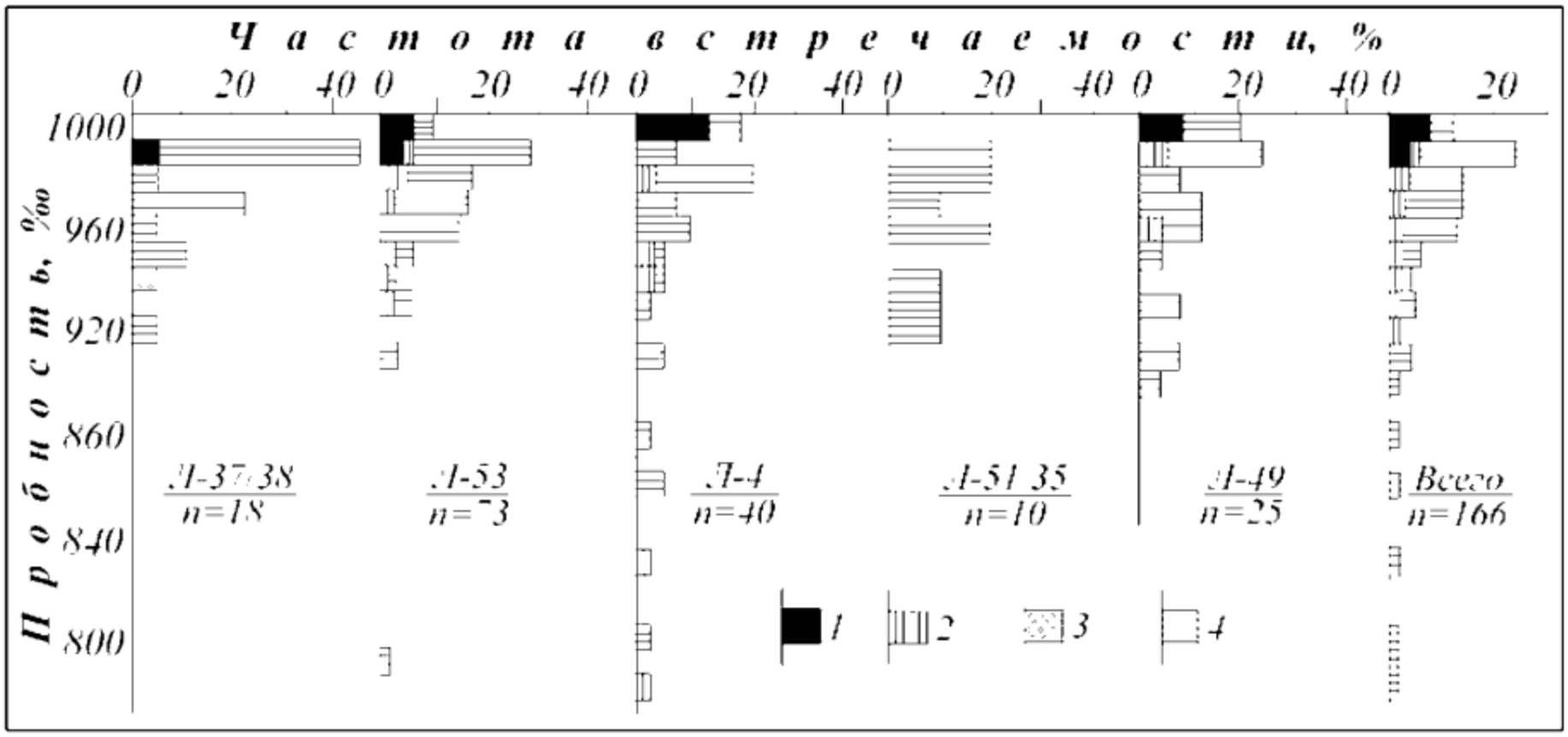


Рис. 2.10. Гистограммы вариаций пробности самородного золота в выборках из Кинтерепской россыпи (течение реки слева направо), по [Нестеренко, 1991]:
1 — высокопробные фазы и каймы; *2* — низкопробные фазы: *3* — ядра золотин с каймами; *4* — гомогенные золотины

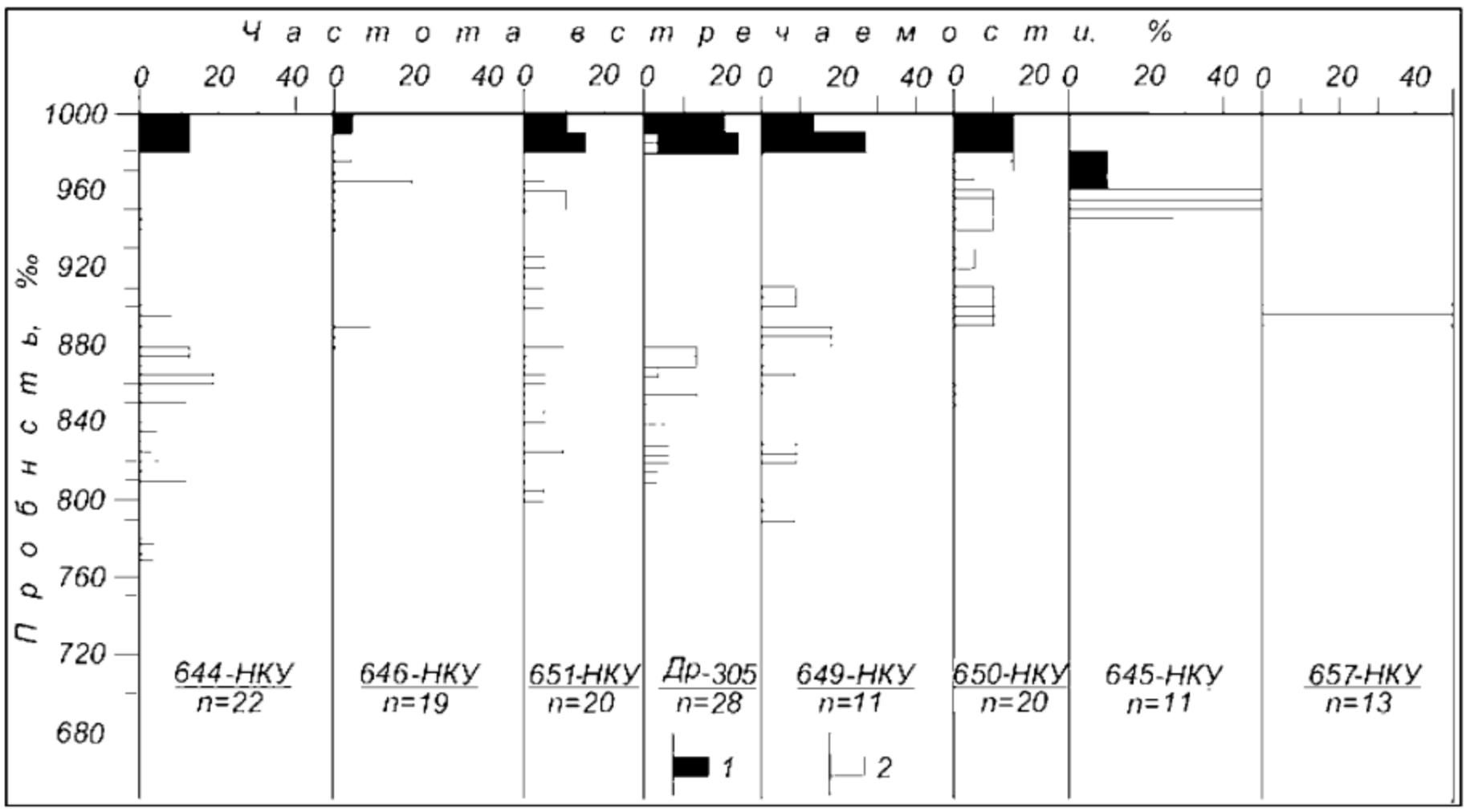


Рис. 2.11. Гистограммы пробности самородного золота из Кундустуюльской россыпи, по [Нестеренко, 1991]:
1 — высокопробные гипергенные фазы и каймы; *2* — эндогенные реликтовые золотины. Выше указаны номера выборок и количество анализов

828 ‰ (среднее 812 ‰). В отдельных пробах зерна имеют пробность 530–890 ‰ при среднем значении 730 ‰, что близко к значениям в рудоносных метасоматитах.

III. Мрасский золото-россыпной узел. Наиболее известны месторождения рек Туенза, Коура, Мрассу, Базас-Сунгас, Унзас. Россыпь реки Мрассу, имеющая протяженность 9 км при средней ширине 70 м, до недавнего времени разрабатывалась драгой. Пробность золота находится в пределах 850–950 ‰. Близкие параметры имеет россыпь по реке Унзас, в которой средняя пробность золота равна 870 ‰. В районе установлена пробность золота из россыпей рек Быстрая (800–990 ‰), Дрезвочитная (836 ‰), Карема (874 ‰).

По данным «Атласа шурфов» 1890–1905 гг., концессии «Алтайское золотопромышленное дело» указана пробность (‰) следующих россыпей [Геращенко, 2000]: река Теба — 850, река Заслонка — 890, река Ортон — 930, река Малый Ортон — 950, река Колосс — 900, река Большой Унзас — 910, река Хомутовка — 900.

IV. Чугунинский золото-россыпной узел приурочен к тектоническим пластинам кембрийских и девонских отложений между ветвями Алтае-Кузнецкого разлома. Тектонические зоны контролируют многочисленные кальцитовые и кварцевые жилы, а также поля окварцованных пород и золотосодержащей сульфидной минерализации. С этих зон «берут начало шлиховые потоки и ореолы золота, переходящие в россыпи рек Чугуны, Чулты, Мунжи, Малой Кондомы и их притоков, по которым добыто более 1,5 т золота» [Гусев, 2011, с. 146].

Россыпь по р. Чугуна открыта в 1895 г. и разрабатывается с перерывами до настоящего времени. Золотоносны долинные и террасовые отложения на протяжении 4,2 км при ширине от 50 до 150 м. Золото в россыпи мелкое, хорошо окатанное, пробность 890 ‰. Изредка встречаются сростки с кварцем, пиритом, сидеритом.

Россыпь по р. Чулта аллювиальная, долинная, имеет протяженность 4,7 км при ширине 60–70 м, редко до 100 м. Галечники разновозрастны — в нижней части среднечетвертичные, в верхней — относятся к верхнечетвертичным отложениям. Золото имеет пробность 890 ‰, хорошо окатано, иногда в сростках с кварцем.

Долинная россыпь кл. Малый Король имеет длину 2,5 км при ширине до 10 м и содержит золото пробностью 900 ‰.

V. Сийская золотоносная зона локализуется вдоль системы надвигов, вмещающих тела гипербазитов по границе Бийского блока. В пределах зоны протяженностью 30 км установлены три типа россыпей золота: преобладающие верхнечетвертичные долинно-пойменные, среднечетвертичные террасовые и нижнечетвертичные увальные. Кроме этого установлены карстовые депрессии, заполненные гравийно-галечниковыми глинистыми отложениями мощностью до 25 м. Максимальная мощность золотоносных песков (8–11 м) выявлена в «Сиинской яме» при содержании золота 1 г/м^3.

Золото россыпи р. Сия имеет пробность 926–945 ‰. Форма золотин комковидная, лепешковидная, пластинчатая; окатанность хорошая.

Россыпь рч. Бол. Ключ имеет длину 3,7 км, ширину 10–80 м, мощность песков 0,4–1,5 м, торфов — до 3 м. Золотины имеют размер до 4,7 мм и среднюю окатанность. Пробность — от 925 до 939 ‰, содержания серебра 6–7 %, ртути 0,45 %.

Россыпь р. Каменная Сия содержит карстовые карманы глубиной более 8 м, выполненные «пестроцветными» галечниками. Максимальные размеры золотин 3 мм, пробность — от 926 до 967 ‰.

VI. Каурчакская россыпная зона приурочена к Майско-Лебедскому рудному полю с золото-скарновыми залежами. Руды Семеновского участка сложены пиритом, пирротином, магнетитом, халькопиритом, теллуридами висмута и золота. Пробность золота варьирует в широких пределах — от 680 до 980 ‰. Зона имеет протяженность 5 км при ширине около 1 км.

Каурчакское россыпное поле включает россыпи долинного типа длиной 3–4 км, разделенные каньонообразным отрезком долины одноименной реки. В районе Майского месторождения россыпь имеет ширину 150–400 м; пробность золота от 884 до 997 ‰, средняя — 890. Из россыпи добыто 1200 кг золота. Добыча в последние годы проводилась дражным способом. В верхней части россыпи в шлихе присутствуют зерна платиноидов, включая осмистый иридий.

Россыпь р. Малый Каурчак содержит золотоносные долинные и террасовые отложения. Первые имеют протяженность 3,4 км, ширину 25–125 м. Цоколь террасовой россыпи поднят на 30 м выше долины. Третья надпойменная терраса сложена красноцветным верхнетретичным аллювием. Средняя пробность золота 890 ‰.

Из россыпи по р. Андоба, отработанной на протяжении 7,8 км, добыто 2,4 т золота. Ширина разреза находится в пределах 20–150 м. Золото представлено полуокатанными частицами с включениями молочно-белого и дымчатого кварца, лимонита, актинолита. Пробность равна 905 ‰.

Россыпи по р. Маныk и ее притокам (кл. Спорному и Широкому) содержат мелкое золото с пробностью 900 ‰.

VII. Синюхинский золото-россыпной район. В Ушпинском рудном поле (северо-восточная часть Бийского блока) за счет перемыва кор выветривания мощностью 0,8–1,8 м сформированы многочисленные элювиально-делювиальные россыпи. Максимальная продуктивность (до 80 г/т) зафиксирована по кл. Михеевскому и в вершинах р. Ушпа и кл. Сегилек. Золото здесь имеет повышенную крупность (1–3 мм) и высокую пробность (900–950 ‰).

Россыпь кл. Косоворотского, левого притока р. Ушпы, аллювиально-делювиальная протяженностью 660 м при ширине 20–110 м. «Золотоносными являются неогеновые отложения, залегающие на размытой поверхности кор выветривания мощностью 20–40 м. Золото в делювиальных россыпях неокатанное или полуокатанное, представлено комковидными, проволочно-крючковатыми, пластинчатыми, реже пленочными образованиями. Пробность золота 906–918» [Гусев, 2011б, с. 109].

Долинная россыпь кл. Копыловского располагается в левом притоке р. Сегилек и имеет длину 500 м. Зерна золота представлены комковидными, проволочно-крючковатыми, пластинчатыми формами с пробностью 906–921 ‰.

VIII. Солонешенский россыпной район содержит несколько мелких россыпей. Россыпь по р. Ануй занимает пойму и первую надпойменную

террасу и имеет длину 7,3 км при ширине 10–60 м. Проба золота 836 ‰. Россыпь по р. Карама имеет протяженность 5,2 км при ширине 10–160 м, проба золота 874 ‰. В россыпи по р. Клык, имеющей длину 3 км, встречены самородки серебра весом до 1,5 кг. В россыпи по р. Чуйка пробность золота 900 ‰.

IX. Кумирский россыпной узел связан с мелким Красноярским золото-кварцевым месторождением. Одноименная россыпь разрабатывалась на протяжении 4,5 км. Установлено, что «просадка золота в трещины плотика достигала 0,6 м. Золото хорошо окатанное, в основной массе мелкое, пластинчатое с самородками до 80 г. Пробность — 937» [Гусев, 2011б, с. 226]. Россыпь по р. Большой Мунгай имеет протяженность 6,6 км при ширине 18–213 м. Средняя пробность золота 940 при размахе значений от 876 до 959 ‰.

X. Амыльский золото-россыпной район располагается на восточном фланге Задано-Саянского разлома. Пробность золота находится в пределах 800–965 ‰ при среднем 920 ‰ (рис. 2.12).

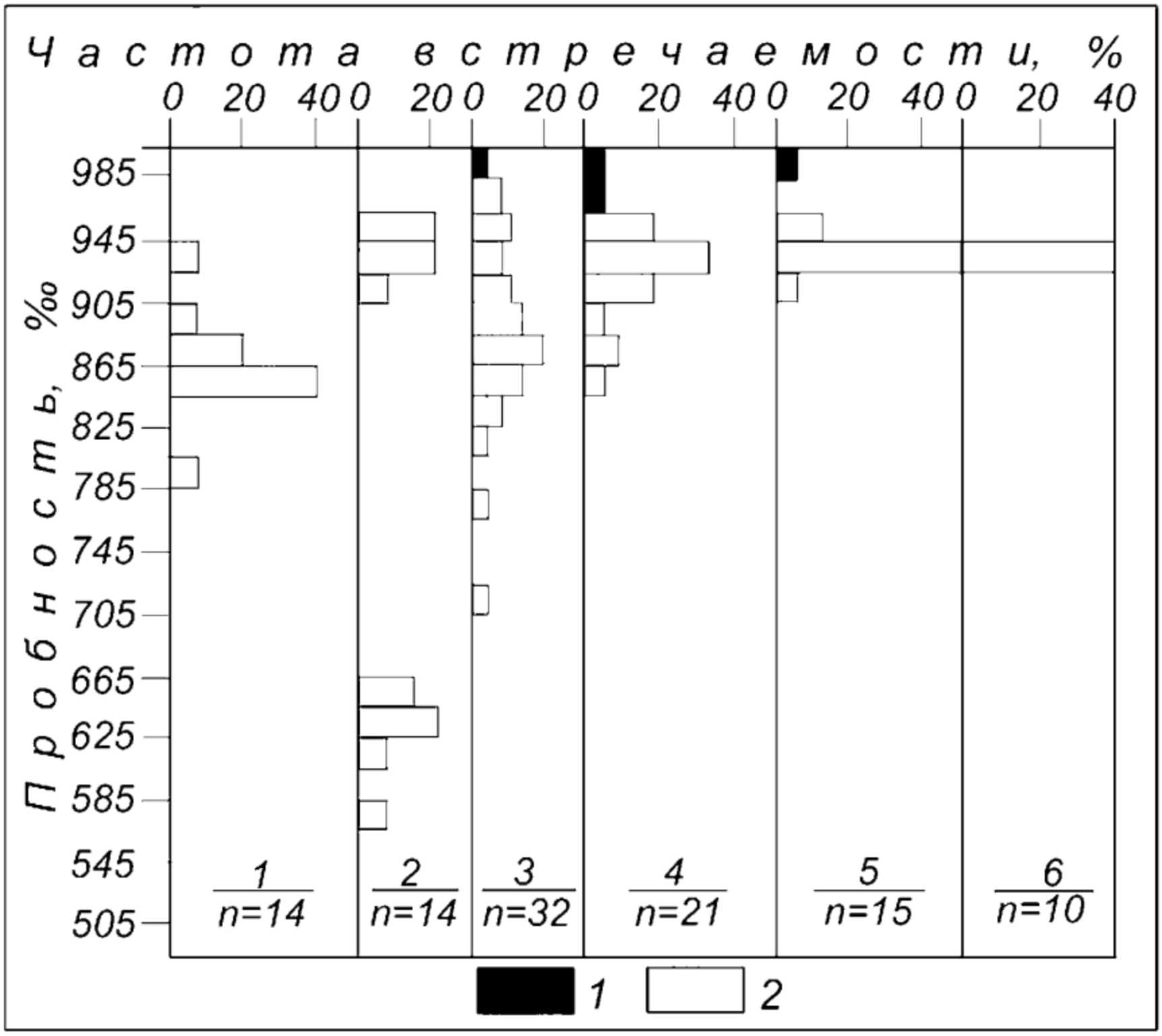


Рис. 2.12. Гистограммы пробности самородного золота из кварцевой жилы (выборки 1, 2) и россыпей Амыльской площади (выборки 3–6) (Западный Саян), по [Нестеренко, 1991]: *1* — высокопробные фазы и каймы; *2* — эндогенные реликтовые золотины

XI. Систигхемский золото-россыпной район. Золотоносными являются р. Систиг-Хем и ее притоки. Пробность эндогенного золота находится в пределах 780–965, а кайм — 970–1000 ‰.

XII. Золото-россыпной район реки Золотой — Эйлигхема охватывает оба склона Куртушибинского хребта. Пробность золота 770–940 ‰.

XIII. Байсютский золото-россыпной район включает россыпи по рекам Бай-Сют, Соруглуг-Хем. 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. По генезису выделяются элювиальные, элювиально-делювиальные, аллювиальные отрезки. По долине Бай-Сют отмечаются три пика крупности золота, что связывается С. Г. Прудниковым [Калинин и др., 2006] 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. Состав большинства проб укладывается в интервал 760–940 ‰ при трех модах: 760–780, 820–860, 900–920 ‰ (табл. 2.3).

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 ‰. Отмечено медьсодержащее золото, в котором оно находится в сростках с магнетитом.

XIV. Ойна-Харальский золото-россыпной район. На его территории известна система россыпей золота по рекам О-Хем, Демиржи, Хадын, Харал и их притокам (см. рис. 2.7). Добыча золота в районе велась с начала XX века, а в последние годы россыпи разрабатывались артелью «Ойна». По оценке «Тыванедра», всего в районе добыто около 9 т золота, в том числе за последние 25 лет около 3 т.

Россыпи золота относятся к аллювиальному типу и сосредоточены в надпойменных террасах рек. По составу золота россыпи разделены на три группы по повышенным количествам золота: высокопробного, среднепробного и низкопробного (включая электрум). Основанием послужили результаты анализа золотин, предоставленные С. Г. Прудниковым. По этим данным составлена таблица, показывающая процентное количество золота определенной пробности во всех отрезках россыпей I–XII (табл. 2.4).

Таблица 2.3

Состав центральных частей зерен золота из Байсютской россыпи

Тип, возраст	№ п/п	№ зерна	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба	Группа Au
Элювиальная, неогеновая	1	56	83,24	16,46	—	–	99,70	835	III
	2	57	82,72	16,23	—	0,16	99,11	835	III
	3	58	82,31	17,01	—	0,05	99,37	828	III
	4	60	86,98	12,66	—	0,02	99,66	873	III
	5	61	79,48	18,71	—	0,23	98,42	808	III
		Среднее	82,95	16,21	—	0,09	99,25	836	III
II надпойменная терраса	6	17	76,48	23,13	—	0,04	99,65	767	IV
	7	18	74,68	22,42	—	0,43	97,53	766	IV
	8	19	76,53	21,46	—	1,44	99,43	770	IV
	9	20	89,35	9,86	0,40	—	99,61	897	III
	10	21	84,29	14,42	0,47	—	99,18	850	III
	11	22	86,33	12,55	0,02	0,02	98,92	873	III
	12	23	93,85	4,58	0,08	0,03	98,54	952	II
	13	24	83,78	15,55	—	0,07	99,4	843	III
	14	25	91,96	6,59	0,78	0,01	99,34	926	II
	15	198	75,51	22,42	—	0,79	98,72	765	IV
		Среднее	83,28	15,30	0,18	0,28	99,03	841	III
I надпойменная терраса	16	26	88,31	7,45	0,01	0,04	95,81	922	II
	17	27	83,06	15,26	—	1,03	99,35	836	III
	18	28	77,69	21,14	—	0,01	98,84	786	IV
	19	29	83,98	14,23	—	—	98,21	855	III
	20	30	89,57	9,16	—	0,16	98,89	906	II
	21	31	90,59	7,42	0,02	—	98,03	924	II
	22	32	84,91	14,68	—	—	99,59	853	III
	23	33	75,88	23,17	—	0,39	99,44	763	IV
	24	34	94,31	2,96	0,13	0,09	97,49	967	II
		Среднее	85,37	12,83	0,02	0,19	98,41	868	III
Пойма	25	5	90,43	8,56	—	0,01	99	913	II
	26	5V	70,73	28,50	—	0,05	99,28	712	IV
	27	6G	88,81	9,82	—	0,01	98,64	900	II
	28	7	82,18	17,02	0,23	0,01	99,44	826	III
	29	6	52,29	39,09	—	1,31	92,69	564	V
	30	19	84,06	16,32	—	—	100,38	837	III
	31	19-1	89,39	9,12	0,02	0,92	99,45	899	III
	32	19-2	88,17	10,80	0,51	—	99,48	886	III
	33	19-3	81,91	18,48	—	—	100,39	816	III
	34	19-4	89,83	9,94	0,07	—	99,84	900	II
	35	19-5	91,25	7,91	0,02	0,16	99,34	919	II
		Среднее	82,64	15,96	0,08	0,22	98,90	834	III

Примечание: 1) таблица основана на данных С. Г. Прудникова [Калинин и др., 2006]; 2) группы золота по пробности (‰): II — 969–900, III— 899–800, IV — 799–650, V — 649–400.

Таблица 2.4

Распределение золота по составу в россыпях Ойнинско-Харальского золотоносного района

№ п/п	Россыпь	Самородное золото, %			Электрум, %
		100–90	89–80	79–69	68–45
1	О–Хем	31/20	42/27	21/13	6/4
2	Ойна	20/4	70/14	5/1	5/1
3	Шорлуг	—	38/3	62/5	—
4	Шенелик	68/15	23/5	9/2	—
5	Демиржи	—	44/8	56/10	—
6	Хадын	—	25/7	64/18	11/3
7	Степановка	14/7	25/12	49/24	12/6
8	Ивановка	7/2	38/11	38/11	17/5
9	Хина	18/11	63/39	19/12	—
10	Конопка	19/4	—	62/13	19/4
11	Харал	17/9	49/26	34/18	—
12	Сумасшедший	9/1	55/6	36/4	—

Примечание: в числителе — % значений в выборках, в знаменателе — число значений по россыпям. Таблица составлена по материалам С. Г. Прудникова.

Россыпь р. О-Хем состоит из главного отрезка длиной 8 км, двух истоков по рекам Ойна (10 км) и Шорлуг (5 км). В отрезках I+II преобладающая пробность золота 750–950 ‰ из 60 проб и лишь в четырех — равна 490–670 ‰. В россыпи по р. Шорлуг (IV, семь проб) пробность 690–840 ‰, а в россыпи рч. Шенелик (VI, 21 проба) — 830–930 ‰. Первым возможным источником золота являлись сульфидно-кварцевые жилы, отмеченные на правобережье р. Ойна (проявление № 1). Содержание золота в них 81–97 %. К этому же источнику на северном склоне горного массива тяготеет россыпь по рч. Золотому (V). Второй возможный источник отмечен в правом притоке реки Шорлуг вблизи разлома, по которому ойнинский комплекс контактирует с отложениями венда (проявление № 2). Здесь выявлен шлиховой поток золота, связанный с метасоматическими кварцитами и лиственитами, которые содержат вкрапленность сульфидов.

Россыпь р. Демиржи имеет протяженность около 15 км и питается из кварцитов междуречья Ойна — Демиржи. Пробность золота 750–850 ‰ (18 проб). Северо-Восточнее Демиржи находится р. Малая Демиржи, которая также дренирует ойнинский комплекс в условиях чрезвычайно плохой обнаженности. Разведочных и добычных работ на этой территории практически не проводилось, хотя она имеет перспективы в отношении россыпной и коренной золотоносности.

Россыпь р. Хадын протягивается с перерывами на 5 км и целиком располагается в поле ойнинского комплекса. В россыпи присутствует золото двух составов: в восьми пробах пробность 510–760, а в 20 пробах — 760–880 ‰. На отдельных участках проявлена графитизация метабазальтов, что

является одним из признаков золотоносности. В вершине россыпи установлена гидрогеохимическая аномалия цветных металлов и вынос источниками обильных гидроксидов железа, что свидетельствует о сульфидной минерализации в перекрытых отложениях.

Россыпь р. Харал по степени разветвленности близка О-Хемской, длина всех золотоносных отрезков, называвшихся старателями «увалами», около 20 км. Пробность в целом охватывает интервал 560–950 ‰ [Калинин и др., 2006]. В россыпи, залегающей на цокольной террасе основного водотока (XVII, XVIII, 43 пробы), золото имеет пробность 750–920 ‰. Источником могли служить пиритизированные и окварцованные графитистые сланцы, слагающие гребневидную антиклинальную складку меридионального простирания. Примером такого проявления может служить объект № 4, в котором выявлено золото пробностью 840–990 ‰. На рч. Хина (XIV, 45 проб) интервал пробности 780–940 ‰. В сульфидизированных кварцитах (проявление № 3) установлено золото с пробностью 900–960 ‰. Наиболее богатой является россыпь по рч. Сумасшедшему (XIX), получившему свое многозначительное название из-за высокого содержания золота. Пробность золота — 730–860 ‰ (11 проб). В плотике россыпи выявлены тонкие жилки кварца мощностью первые сантиметры с видимым золотом (проявление № 5, пробность 850–980 ‰). На увалах Степановка (X, XI) и Ивановка (XII, XIII) выделяется золото двух интервалов пробности: 710–990 ‰ (73 пробы) и 450–700 ‰ (12 проб). Близкая ситуация на увале Конопка (XV, XVI): часть золота имеет пробность 560–700 ‰ (12 проб), а часть — 910–920 ‰ (4 пробы). По этим данным ареал золота низкой пробности охватывает район Мозголевского рудопроявления, где возможно выявление золото-серебряного оруденения [Зайков, 1976].

XV. Коптинская россыпная зона приурочена к Каахемскому глубинному разлому и включает россыпи по рекам Хопто, Кара-Хем Кагжирба, Кундус и ручью Неожиданному [Ойдуп и др., 2012; Зайков и др., 2014]. Подробная характеристика их будет дана в главе 5.

Наряду с аллювиальным в Туве предполагается эоловый тип россыпей [Никифорова и др., 2007]. К ним могут быть отнесены золотины с признаками ветровой обработки, обнаруженные в бассейнах рек Бай-Сют, Черная, Нарын. Благоприятным климатом для их формирования являлся не только аридный, но и нивальный в эпоху оледенения.

2.3. Состав золотых изделий из археологических памятников

Данные о составе древних золотых изделий Алтае-Саянского региона получены по археологическим памятникам Алтая и Тувы. Исследованы изделия из курганов бронзового и раннего железного века. Положение памятников Алтая показано на рис. 2.13.

Золотые изделия эпохи бронзы

Чекановские могильники относятся к андроновсому времени — XIV–XIII в. до н. э. Они располагаются на берегу Гилевского водохранилища. Анализ золота проведен С. В. Хавриным и Д. В. Папиным [2006] на прибо-

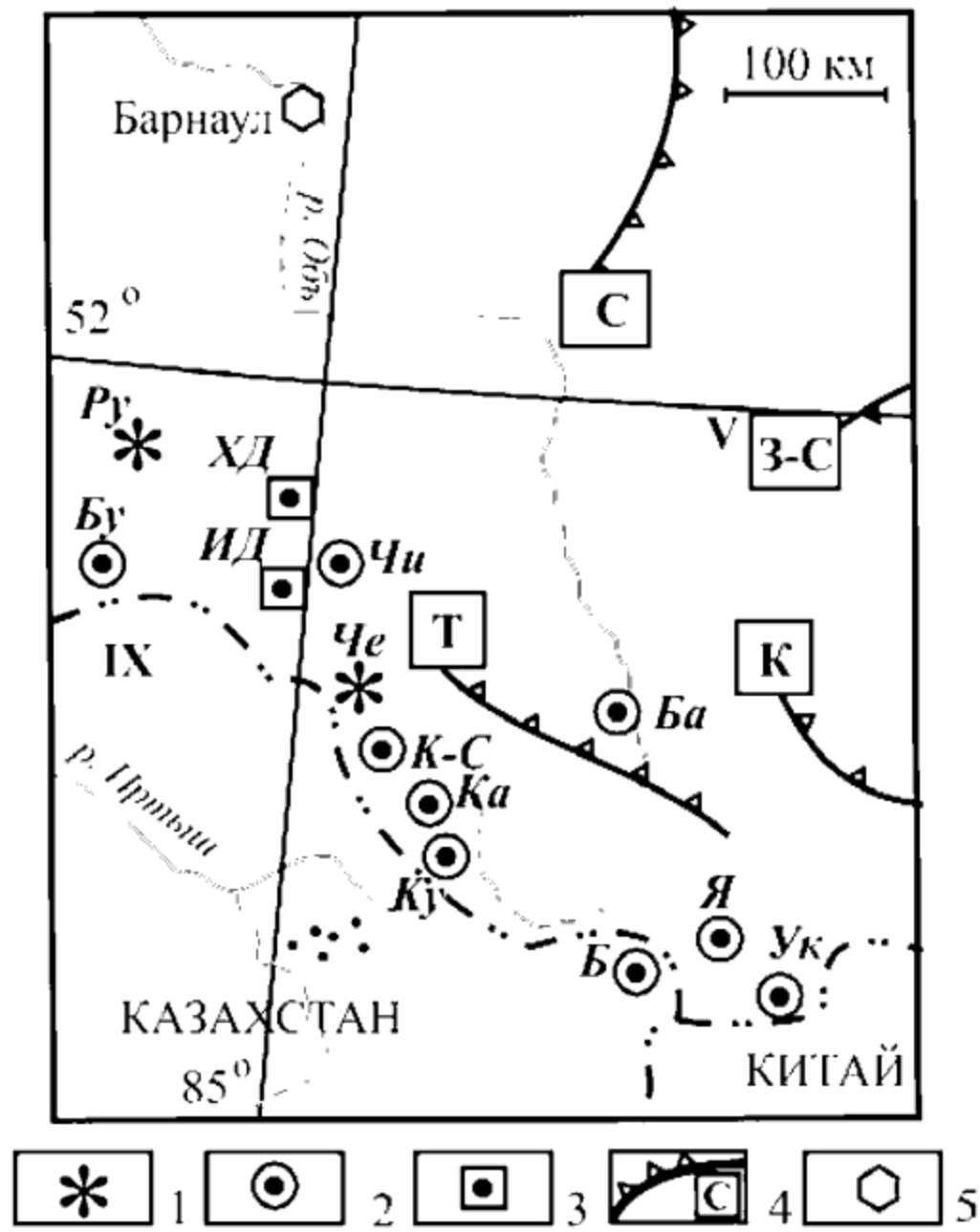


Рис. 2.13. Схема расположения золотоносных курганов, по которым опубликованы сведения о составе золота (западная часть Алтае-Саянского региона): *1–3* — археологические памятники, по которым опубликованы сведения о составе золота (*1* — бронзового века, *2* — раннего железного века, *3* — раннего железного 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, *ХД* — Ханкаринский Дол, *ИД* — Инской 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

ре рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) ArtTAX в лаборатории научно-технической экспертизы Государственного Эрмитажа (табл. 2.5). Из могильника Чекановский Лог-2 (раскопки М. А. Демина) проанализировано 12 золотых изделий. Содержания золота достаточно равномерны (мас. %): Au 61–67; Ag 30–34; Cu 1,2–3,5. В могильнике Чекановский Лог-10 (раскопки С. М. Ситникова) золото более разнообразно. В проанализированных 15 образцах выделяется две группы составов (мас. %): 1) Au 66–80; 2) Au 91–96; Ag 3–8; Cu 0,1–1,5.

Могильник Фирсово XIV. С. В. Хавриным выполнен анализ 14 образцов, который показал две группы составов (масс. %): 1) Au 60–70; Cu 0,1–1,0; 2) Au 73–78; Cu 0,4–1,5. Украшения одной из могил имеют различный состав: обойма и лапчатая подвеска содержат 61–62 % золота, конус лишь немногим больше — 67–68 %, а пронизка сделана из высокопробного золота.

Могильник Рублево VIII находится в южной части Кулундинской степи. Исследованы находки из раскопок Д. В. Папина [Хаврин, Папин, 2014]. Из проанализированных 13 образцов большинство имеют содержание золота 65–83 %. Одна группа анализов занимает компактное поле (мас. %): Au 78–80; Ag 19,5–20,5; Cu 0,7–1,2. Эта группа соответствует украшениям из могилы 85 — пронизке, лапчатой подвеске и подвеске от пекторали. Вторая — при подобных концентрациях золота отличается повышенными содержаниями меди (2,3–3,3 %). Третья группа имеет состав (мас. %): Au 64–73; Cu 0,1–2,8.

Таблица 2.5

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа золотых украшений из могильников Алтае-Саянского региона (эпоха бронзы)

№ п/п	Погребение	Предмет	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Чекановский Лог-2								
1	Могила 41	Подвеска в 1,5 оборота	65,5	31,70	2,75	99,95	655	IV – Л
2		Подвеска в 1,5 оборота	66,15	31,25	3,00	100.40	659	IV – Л
3		Обойма	66,55	31.70	1,80	100,05	665	IV – С
4		Пронизка	66,05	32,15	1,90	100,10	660	IV –С
5		Подвеска в виде конуса	64,5	32,60	2,95	100.05	645	V – Л
6		Привеска «лапчатая»	66,25	31,45	2,55	100.25	661	IV – Л
7		Сложно-составное изделие	66,25	31.70	2,25	100,20	661	IV – Л
			64,60	32,30	3,2	100,10	645	V – Л
			62,10	34,00	2,95	99,05	627	V – Л
			65,0	32,15	3,10	100,25	648	V – Л
			66,10	33,00	1,65	100,75	656	IV –С
			64,75	32,25	2,75	99,75	649	V – Л
		Среднее из 6	64,80	32,57	2,65	100,02	648	IV – Л
Чекановский Лог-10								
8	Могила 2	Подвеска в 1,5 оборота	91,05	7,70	1,20	99,95	911	II – С
9		Обойма	95,70	4,20	0,15	100,05	957	II – С
10		Привеска «лапчатая»	95,90	3,95	0,20	100,05	959	II – С
11		Обойма	91,65	7,65	0,60	99,90	917	II – С
12		Подвеска в 1,5 оборота	91,25	7,60	1,25	100.10	912	II – С
13	Могила 4	Фольга	66,55	32,65	0,90	100,10	665	IV – С
14	Могила 5	Серьга трубчатая	70,00	27,50	2,30	99,80	701	IV – С
15			71,55	27,10	1,40	100,05	715	IV – С
16	Могила 10	Серьга с раструбом	79,90	19,40	0,85	100,15	798	IV – С
17	Могила 28	Подвеска в 1,5 оборота	96,75	2,95	0,30	100,00	968	II – С
18	Могила 34	Обойма	80,00	19,70	0.35	100,05	800	III – С
19	Могила 54	Серьга трубчатая	74,25	23,60	2,10	99,95	743	IV – С
20	Могила 106	Серьга с раструбом	73,40	24,75	1,80	99,95	734	IV – С
21			72,55	25,75	1,60	99,90	726	IV – С
22	ПМ	Привеска «лапчатая»	75,25	24,10	0,25	99,60	756	IV – С
Березовка I								
23	ПМ	Серьга раструбом	58,0	41,0	1,0	100,0	580	V – С
Фирсово-XIV								
24	Могила 74	Обойма	60,75	38,75	0,45	99,95	608	V – С
25	Могила 213	Обойма	61,50	38,10	0,50	100,10	614	V – С
26		Привеска «лапчатая»	61,75	37,90	0,32	99,975	618	V – С
27		Пронизка	98,25	1.75	0,25	100,25	980	I – С
28		Подвеска в виде конуса	67,50	31,90	0,55	99,95	675	IV – С

Окончание табл. 2.5

№ п/п	Погребение	Предмет	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
29	Могила 222	Обойма	61,50	37,70	0,80	100,00	615	V – С
30		Обойма	69,10	30,15	0,65	99,90	692	IV – С
31		Обойма	68,50	30,90	4,30	103,70	661	IV – Л
32		Подвеска в виде конуса	68,55	30,75	0,75	100,15	684	IV – С
33	Могила 229	Подвеска в 1,5 оборота	77,20	22,25	0,52	99,82	687	IV – С
34	Могила 292	Подвеска в 1,5 оборота	76,25	23,25	0,75	100,20	770	IV – С
35	Могила 297	Подвеска в 1,5 оборота	73,95	25,25	0,80	100,30	760	IV – С
36		Привеска «лапчатая»	60,25	39,10	0,65	99,85	741	IV – С
37		Серьга трубчатая	72,00	26,15	2,00	101,35	594	V – Л
Рублево-VIII								
38	Могила 71	Серьга с раструбом	69,75	29,60	2,00	98,90	728	IV – С
39	Могила 75	Серьга трубчатая	83,00	14,60	0,75	101,85	685	IV – С
40	Могила 79	Серьга трубчатая	70,50	27,00	2,50	100,30	828	III – Л
41	Могила 81	Серьга с раструбом	66,25	32,75	2,70	98,40	716	IV – Л
42	Могила 82	Серьга с раструбом	70,00	29,80	0,90	99,25	668	IV – С
43	Могила 85	Пронизка	79,00	20,25	0,25	100,65	695	IV – С
44		Привеска «лапчатая»	79,50	19,80	0,85	100,00	790	IV – С
45		Серьга трубчатая	81,10	15,40	0,75	102,55	775	IV – С
46		Пронизка	68,85	30,00	3,25	97,65	831	III – Л
47		Подвеска в 1,5 оборота	68,85	29,50	1,15	100,80	683	IV – С
48		Пронизка	69,15	30,15	1,95	99,05	695	IV – С
49		Привеска «лапчатая»	79,05	20,00	0,70	100,30	689	IV – С
50		Серьга трубчатая	71,35	28,25	1,00	99,50	794	IV – С

Примечание: 1) использованы средние значения состава предметов по данным С. В. Хаврина, приведенные в работе [Грушин и др., 2009]; 2) группы золота по пробности (‰): II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–500.

Таким образом, выделяются три группы анализов: низкопробные (Au 60–73 %), средней пробности (Au 73–83 %) и высокопробные (Au 92–96 %).

Золотые изделия эпохи раннего железа

Археологический памятник Бугры располагается в северо-западных предгорьях Алтая (Рубцовский район Алтайского края). Курган № 4 имеет диаметр почти 60 м и высоту около 3 м. Раскопки проведены в 2008–2011 гг. экспедицией Алтайского государственного университета под руководством А. А. Тишкина [Тишкин, Чугунов, 2008; Тишкин 2012; Тишкин и др., 2014]. Курган был предварительно датирован концом IV–II в. до н. э.

Размеры могильной ямы следующие: длина 6,85 м, ширина 6 м, глубина более 4,5 м. Все зафиксированные находки выявлены в ходе выборки

перемешанного заполнения могильной ямы. Среди них многочисленные бляхи-нашивки и рифленые пронизи из золотой фольги, украшавшие одежду погребенной женщины (?), мумифицированная часть тела которой была обнаружена в дромосе.

Расположение могил под курганной насыпью, погребальный обряд и конструктивные особенности зафиксированных внутримогильных сооружений демонстрируют особенности памятников, которые исследователи относят к каменской археологической культуре.

По золотым изделиям могильника Бугры получено 72 анализа состава блях-нашивок и фольги методом РФА (табл. 2.6). По составу около половины проб относится к самородному металлу, в котором содержание меди менее 2 %. Вторая половина относится к легированному металлу с содержанием меди 2–4 %. По результатам анализов построена гистограмма составов шагом 2 %. На гистограмме, помещенной на рис. 2.17 (см. ниже), по золотым изделиям выделяются три группы составов. Наиболее отчетлива группа 740–780 ‰, охватывающая 39 анализов (частота встречаемости 14–20 %). По технологическим свойствам выделены группы: С — самородное, Л — легированное. Место взятия этих изделий — курган № 4, могила 6. Вторая по значимости группа 840–880 ‰, в которую входят 18 анализов. Меньшее количество анализов соответствует группе 660–720 ‰. Изделия второй и первой группы золота взяты преимущественно из центральной могилы.

Таблица 2.6

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа ювелирных предметов из памятника Бугры

№ п/п	№ обр.	Изделие	Au	Ag	Cu	Sn	Pb	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
1	Б-1	Бляха-нашивка — 1	84,9	13,8	0,6	0,5	—	0,2	100,0	849	III-С
2	Б-2	Бляха-нашивка — 2	71,5	23,9	3,4	0,9	0,1	0,2	100,0	715	IV-Л
3	Б-3	Бляха-нашивка — 3	70,5	27,5	1,6	—	—	0,4	100,0	705	IV-С
4	Б-4	Бляха-нашивка — 4	70,6	27,6	1,4	—	—	0,4	100,0	706	IV-С
5	Б-5	Бляха-нашивка — 5	86,3	13,0	0,2	—	—	0,3	99,8	865	III-С
6	Б-6	Бляха-нашивка — 6	86,5	12,8	0,5	—	—	0,3	100,1	864	III-С
7	Б-7	Бляха-нашивка — 7	86,0	13,0	0,6	—	—	0,4	100,0	860	III-С
8	Ф-8	Фольга	76,6	21,9	1,4	—	—	–	99,9	767	IV-С
9	Б-9	Бляха-нашивка	74,3	23,7	1,8	—	—	0,2	100,0	743	IV-С
10	Б-10	Бляха-нашивка	86,8	11,9	0,5	—	—	0,8	100,0	868	III-С
11	Б-11	Бляха-нашивка	87,0	12,2	0,5	—	—	0,3	100,0	870	III-С
12	Б-12	Бляха-нашивка	77,0	21,0	1,6	—	—	0,4	100,0	770	IV-С
13	Б-13	Бляха-нашивка	60,0	36,00	3,5	—	—	0,5	100,0	600	V-Л
14	Б-14	Бляха-нашивка	68,0	30,2	1,8	—	—	–	100,0	680	IV-С
15	Ф-15	Фольга	85,3	13,8	0,6	—	—	0,3	100,0	853	III-С
16	Б-16	Бляха-нашивка	85,4	13,3	0,9	—	—	0,4	100,0	854	III-С

Продолжение табл. 2.6

№ п/п	№ обр.	Изделие	Au	Ag	Cu	Sn	Pb	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
17	Б-17	Бляха-нашивка	76,1	22,1	1,5	—	—	0,3	100,0	761	IV-С
18	Б-18	Бляха-нашивка	85,3	13,8	0,7	—	—	0,2	100,0	853	III-С
19	Б-19	Бляха-нашивка	66,9	30,8	1,7	—	—	0,6	100,0	669	IV-С
20	Б-20	Бляха-нашивка	85,8	12,8	0,4	—	—	0,4	99,4	863	III-С
21	Б-21	Бляха-нашивка	86,4	12,8	0,5	—	—	0,3	100,0	864	III-С
22	Ф-22	Фольга	87,6	10,56	1,0	—	—	0,9	100,1	875	III-С
23	Б-23	Бляха-нашивка	74,9	22,5	2,1	—	—	0,5	100,0	749	IV-Л
24	Б-24	Бляха-нашивка	66,2	28,7	3,4	—	—	1,7	100,0	662	IV-Л
25	Б-25	Бляха-нашивка	84,6	12,9	2,2	—	—	0,3	100,0	846	III-Л
26	Б-26	Бляха-нашивка	82,9	15,4	0,8	—	—	0,9	100,0	829	III-С
27	Б-27	Бляха-нашивка	79,4	17,3	1,7	—	—	1,7	100,1	793	IV-С
28	Б-28	Бляха-нашивка	86,7	12,6	0,4	—	—	0,3	100,0	867	III-С
29	Ф-29	Фольга	79,1	18,1	2,4	—	—	0,4	100,0	791	IV-Л
30	Б-30	Бляха-нашивка	86,4	12,5	0,8	—	—	0,3	100,0	864	III-С
31	Б-31	Бляха-нашивка	76,5	20,8	2,3	—	—	0,4	100,0	765	IV-Л
32	Б-32	Бляха-нашивка	66,5	28,8	2,9	1,4	—	0,4	100,0	665	IV-Л
33	П-33	Пронизка	61,9	35,6	2,2	—	—	0,4	100,1	618	V-Л
34	Б-34	Бляха-нашивка	86,0	13,5	0,5	—	—	—	100,0	860	III-С
35	Ф-35	Фрагмент изделия	—	99,0	0,3	—	0,2	0,5	100,0	Ag	
36	Р-36	Наконечник ремня	—	98,6	0,3	0,8	0,2	0,2	100,1	Ag	
37	Р-37	Наконечник ремня	—	96,4	2,1	—	0,4	1,1	100,0	Ag	
38	О-38	Бляшка 10–а	—	3,8	94,1	1,8	—	0,3	100,0	Cu	
39	О-39	Бляшка 33	—	1,23	95,6	2,4	—	0,7	99,9	Cu	
40	15	Фольга	77,3	20,5	2,2	—	—	—	100,0	773	IV-Л
41	16	нашивка	75,4	20,7	2,2	0,5	—	1,2	100,0	754	IV-Л
42	17	Фольга	77,2	20,1	2,4	—	—	0,4	100,1	771	IV-Л
43	18	Фольга	77,6	19,7	2,0	—	—	0,7	100,0	776	IV-Л
44	19	Фольга	76,8	20,5	2,3	—	—	0,4	100,0	768	IV-Л
45	20	Фольга	78,3	17,2	2,4	—	—	2,1	100,0	783	IV-Л
46	21	Бляха прямугольная	75,0	20,9	2,7	—	—	1,2	99,8	752	IV-Л
47	22	Круглая нашивка	77,2	20,2	2,1	—	—	0,5	100,0	772	IV-Л
48	23	Круглая нашивка малая	77,4	20,1	2,2	—	—	0,3	100,0	774	IV-Л
49	24	Круглая нашивка большая	77,6	19,7	2,2	—	—	0,5	100,0	776	IV-Л
50	25	Фольга	76,1	20,7	2,1	—	—	1,0	99,9	762	IV-Л
51	26		78,7	18,0	2,3	—	—	1,0	100,0	787	IV-Л
52	27		76,6	20,2	2,2	—	—	0,9	99,9	767	IV-Л
53	28		75,6	19,8	2,8	0,8	—	1,0	100,0	756	IV-Л

Окончание табл. 2.6

№ п/п	№ обр.	Изделие	Au	Ag	Cu	Sn	Pb	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
54	29		76,4	20,5	2,4	—	—	0,7	100,0	764	IV-Л
55	30		76,4	20,2	2,2	—	—	1,2	100,0	764	IV-Л
56	31		76,5	20,7	2,3	—	—	0,5	100,0	765	IV-Л
57	32		75,8	20,5	3,2	—	—	0,7	100,2	756	IV-Л
58	33		76,9	20,4	2,1	—	—	0,6	100,0	769	IV-Л
59	34		77,8	19,8	1,9	—	—	0,5	100,0	778	IV-Л
60	35		77,1	19,7	2,3	—	—	0,6	99,7	773	IV-Л
61	36		76,7	20,6	2,2	—	—	0,5	100,0	767	IV-Л
62	37		76,7	20,3	2,3	—	—	0,7	100,0	767	IV-Л
63	38	Бляха-нашивка круглая	77,7	19,5	2,2	—	—	0,7	100,1	776	IV-Л
64	39	Фольга	74,1	21,5	2,3	—	—	2,1	100,0	741	IV-Л
65	40		73,2	21,7	2,5	—	—	2,6	100,0	732	IV-Л
66	Бу-М2-1		77,0	20,7	2,1	—	—	—	99,8	772	IV-Л
67	Бу-М2-2		76,8	21,3	1,6	—	—	—	99,7	770	IV-С
68	Бу-М1-1		68,7	27,5	3,3	—	—	—	99,5	690	IV-Л
69	Бу-М1-2		72,9	24,6	2,4	—	—	—	99,9	730	IV-Л
70	Бу-М1-3		68,6	27,9	3,3	—	—	—	99,8	687	IV-Л
71	Бу-М1-4		71,6	25,4	3,0	—	—	—	100,0	716	IV-Л
72	Бу-М1-5		68,3	28,1	3,4	—	—	—	99,8	684	IV-Л

Примечание: 1) позиция проб: № 1–39 — курган 4, центральная могила; № 40–65 — курган 4, могила 6; № 66–69 — курган 4 (без точного указания места); № 70–72 — курган 1; 2) использованы методы и приборы: № 1–65 — результаты РФА (прибор INNOV-X α-4000, аналитик П. В. Хворов); № 66–72 — результаты РСМА (прибор РЭММА 202М, аналитик В. А. Котляров); 3) выявлено присутствие марганца в № 20 (Б-20) — 0,56, в № 46 (21) — 0,20; 4) группы золота по пробности (‰): II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–500; 5) типы золота: С — самородное, Л — легированное; 6) раскопки: № 1–65 — по данным А. А. Тишкина, 2000–2011 гг.; № 66–72 — К. В. Чугунова.

В Чинетском районе выявлены памятники **Ханкаринский Дол, Инской Дол и Чинеты II**. Золотые изделия этих курганов близки по составу (табл. 2.7).

Таблица 2.7

Состав золота из археологических памятников Чинетского археологического района

№ п/п	№ проб	Кол-во анал.	Изделие	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Ханкаринский Дол									
1	Хп-11-2	3	Фольга с головного убора	62,97	33,87	3,16	100,00	630	V-Л
2	**Хп11-2-1**	1		51,82	45,59	2,38	99,79	519	V-Л
3	Хп-11-3	3	Фольга	50,06	46,93	3,01	100,00	501	V-Л
4	Хп-12	3		55,28	42,33	2,39	100,00	553	V-Л
5	Хп-14	3		61,53	35,73	2,74	100,00	615	V-Л
6	Хп-16	4		59,40	36,14	4,47	100,00	594	V-Л
7	Хп-17	3		77,10	18,70	4,20	100,00	771	IV-Л
8	Хп-18	3	Фольга с головного убора	69,13	27,55	2,99	99,67	694	IV-Л
9	**Хп-18-1**	1		68,02	28,96	2,60	99,58	683	IV-Л
10	**Хп-18-2**	2		68,67	28,11	2,73	99,51	690	IV-Л
11	Хп-19	1	Фольга	54,09	43,35	2,36	99,80	542	V-Л
12	Хп-20	4		60,07	37,58	2,36	100,00	601	V-Л
13	Хп-21	3	Частица золота	73,31	23,26	3,43	100,00	733	IV-Л
14	Хп-23	3	Фольга	58,27	38,85	2,88	100,00	583	V-Л
15	Хп-25	3		58,05	38,91	3,03	100,00	581	V-Л
16	**Хп-25-1**	1		53,54	44,06	2,26	99,86	536	V-Л
17	ХД-12-1	3	Частица золота	61,30	34,91	3,89	100,10	612	V-Л
18	ХД-12-2	3		59,74	36,83	3,43	100,00	597	V-Л
19	ХД-13	3		60,53	37,55	1,92	100,00	605	V-Л
20	ХД-13-1	3		65,08	31,46	3,46	100,00	651	IV-Л
21	ХД-13-2	3		65.02	31.53	3,45	100,00	650	IV-Л
22	ХД-15-6	3		68,30	28,05	3,66	100,00	683	IV-Л
23	ХД-15-7	3		68,07	28,87	3,05	100,00	681	IV-Л
24	ХД-15-8	3		67,48	29,42	3,10	100,00	675	IV-Л
25	Ха 12-1а	6	Обкладка псалий	62,74	33,10	3,85	99,69	629	V-Л
26	Ха 15-1	3	Фольга обкладки	70,27	25,83	3,43	99,53	706	IV-Л
27	Ха 15-2	2	Фольга	69.14	27,55	2,66	99,35	696	IV-Л
28	Ха 15-3	2		68,81	27,97	2,99	99,77	690	IV-Л
29	Ха 15-6	4	Фольга с окантовки головного убора	71,08	24,52	3,99	99,59	714	IV-Л
30	Ха 15-7	4		71,33	25,03	3,32	99,68	716	IV-Л
31	Ха 15-8	3	Золотая нашивка на воротник	71,51	24,73	3,55	99,79	717	IV-Л
32	Ха 18-1	3	Фольга	65,37	32,63	1,77	99,77	655	IV-С

Продолжение табл. 2.7

№ п/п	№ проб	Кол-во анал.	Изделие	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Инской Дол									
	ID-1	3	Фольга	62,32	34,49	3,19	100,00	623	V-Л
	ID-1-1	1		76,84	21,65	1,51	100,00	768	IV-С
	ID-4	4		64,89	31,79	3,17	99,84	650	IV-Л
	ID-5	1	Нашивка	64,18	32,02	3,07	99,27	647	V-Л
	ID-6	6	Фольга	59,76	36,40	3,29	99,45	601	V-Л
	ID-7	2	Серьга	—	96,26	2,95	99,21	Ag	
	ID-8	1	Нашивка	61,52	35.39	2,55	99,46	619	V-Л
	In-3	5	Фольга	57,32	39,32	3,10	99,73	575	V-Л
	In-4	4		60,50	36,29	3,17	99,96	605	V-Л
	In-7	3		64,02	33,39	2,58	100,00	640	V-Л
	In-8	3		62,97	33.87	3,16	100,00	630	V-Л
	In-9a	1		92,2	7,4	0,41	100,01	922	II-С
	In-9	3		64,69	32,07	3,00	99,76	648	V-Л
	1	1	Нашивка	70,07	26,76	2,64	99,47	704	IV-Л
	2	1		71,08	27,05	2,37	100,5	707	IV-Л
	23	1		69,62	27,19	2,79	99,6	699	IV-Л
	4	1		71,49	26,33	2,19	100,01	715	IV-Л
	5	1		72,15	25.37	2,03	99,55	725	IV-Л
	6	1	Фольга	59,79	36,07	3,12	98,98	604	V-Л
Чинета									
	Ch1	4	Нашивка на одежде	72,82	24,14	3,04	100,0	728	IV-Л
	Ch2	3	Фрагмент заколки	73,63	22,76	3,61	100,0	736	IV-Л
	Ch3	2	Фольга	73,63	23,33	3,05	100,0	736	IV-Л
	Ch4	3	Фрагмент аппликации головного убора	74,18	23,24	2,58	100,0	742	IV-Л
	Ch5	4		73,23	23,84	2,94	100,0	732	IV-Л
	Ch6	4		73,44	23,57	2,99	100,0	734	IV-Л
	Ch8	4	Фольга с головного убора	72,55	24,43	3,03	100,0	725	IV-Л
	Ch9	2		72,75	24,50	2,76	100,0	727	IV-Л
	Ch11	2	Фрагмент серьги	68,67	29,18	2,16	100,0	687	IV-Л
	Ch12	4	Фольга	64,35	32,25	3,40	100,0	644	V-Л
	Ch13	3	Фрагмент обкладки ножа	72,58	24,51	2,91	100,0	726	IV-Л
	Ch13-9	1		69,56	28,36	2,07	99,99	696	IV-Л
	Ch13-10	3		63,22	33,14	3,63	100,0	632	V-Л
	Ch13-11	6		63,50	32,63	3,88	100,0	635	V-Л
	Ch14	4	Фольга	62,41	34,94	2,645	100,0	624	V-Л
	Ch15	1		61,75	36,2	2,05	100,0	618	V-Л

Окончание табл. 2.7

№ п/п	№ проб	Кол-во анал.	Изделие	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
	Ch16	3		62,17	35,04	2,79	100,0	622	V-Л
	Ch17	4		62,14	35,22	2,64	100,0	621	V-Л
	Ch18	6		63,32	34,03	2,66	100,0	633	V-Л
	Ch19	3		60,20	37,13	2,68	100,0	602	V-Л
	Ch20	5		61,10	36,46	2,44	100,0	611	V-Л
	8	1	Обкладка гривны	68,27	29,03	2,19	99,49	686	IV-Л
	9	1	Фрагмент аппликации головного убора	73,44	23,90	2,28	99,62	737	IV-Л
	10	1		65,94	30,08	3,29	99,31	664	IV-Л
	11a	1		72,48	25,11	1,97	99,56	728	IV-С
	11b	1		65,80	30,01	3,81	99,62	661	IV-Л

Примечание: 1) жирным шрифтом обозначены номера проб, вмещающих частицы платиноидов; 2) первая цифра в номере образца по Ханкаринскому Долу соответствует номеру кургана; 3) анализы 1–24 выполнены на приборе Tescan Vega 3 (аналитик И. А. Блинов); 25–77 — на приборе РЭММА 202 М (аналитик В. А. Котляров); 4) коллекция П. К. Дашковского; 5) группы золота по пробности (‰): II — 969–900, IV — 799–650, V — 649–400. Типы золота: С — самородное, Л — легированное.

Могильник Ханкаринский Дол, курган № 15. При раскопках найдены предметы из золота: золотая обкладка гривны, зооморфные аппликации, нашивка и окантовка из фольги женского головного убора, восьмеркообразная проволочная серьга [Дашковский, Юминов, 2012]. Курган относится к пазырыкской культуре и датирован по признакам погребального обряда и инвентаря, а также данным радиоуглеродного анализа IV — началом III вв. до н. э. [Тишкин, Дашковский, 2007]. Золотые изделия имеют состав (мас. %): Au 50–74; Ag 43–23; Cu 3–4. При исследовании золотой фольги в пяти изделиях было выявлено семь включений платиноидов — осмия, рутения и иридия.

Особенностью золотых изделий Ханкаринского Дола в пробе № Xn 19 является присутствие включений кислородных медисто-железистых соединений. Они имеют размер 20–250 мкм, овальную, треугольную и дугообразную форму, подвержены растрескиванию. Величина мелких блоков находится в пределах 10–60 мкм. Судя по примеси Si, P, Ca, они могли возникнуть как технический продукт при воздействии расплава золота на сульфиды железа и меди, присутствовавшие в россыпи. Такие соединения могли образоваться и при воздействии медного расплава на оксиды железа в процессе выплавки меди — легирующей добавки к золоту.

Могильник Инской Дол по признакам погребального обряда и инвентаря датирован IV — началом III вв. до н. э.

В кургане № 1 зафиксирована деревянная конструкция в виде перекрытия из плах. Рядом с погребенным находились керамический сосуд, железный

нож, деревянная гривна, обложенная золотой фольгой, сильно корродированный железный предмет и многочисленные фрагменты золотой фольги от головного убора.

Золотая фольга имеет состав (мас. %): Au 57–77; Ag 36–29; Cu 3. В ней присутствуют овальные микровключения платиноидов размером от первых до 80×120 мкм. Среди них установлены минералы осмия и иридия.

Могильник Чинеты II находится на второй надпойменной террасе р. Иня, левого притока Чарыша, и включает около 30 курганов. С учетом особенностей погребального обряда и инвентаря курганы датируются V–III в. до н. э. [Дашковский, 2014]. Курганы расположены цепочками меридионального направления на расстоянии 100–120 м друг от друга. Диаметр каменных насыпей 10–30 м, высота до 1 м.

Исследовался материал из 7 курганов (см. табл. 2.7). На гистограмме (см. рис. 2.17) выделяются три моды по содержанию золота: 72–76, 68–70, 60–66 ‰. К первой относятся нашивки на одежде, фрагменты заколки и аппликаций головного убора. Остальные анализы сделаны по фольге.

Могильник Яломан II относится к булан-кобинской культуре и датируется II в. до н. э.— I в. н. э. [Тишкин и др., 2013]. Исследованный материал представлен разнообразными нашивными бляшками и пронизями.

Общий диапазон содержаний золота охватывает интервал 54–99 % (табл. 2.8). Выделяются три основных группы по пробности: 530–685, 685–890, 900–990 ‰. Подавляющее большинство относится к средней группе. В большинстве изделий содержание меди находится в количестве менее 2 %, что свидетельствует о природной примеси этого элемента. Исключение составляют редкие бляхи-нашивки с содержанием меди 3,3–3,9 % и одна нашивка содержит 6,58 % Cu. Всего анализов с содержанием Cu более 2 %, что является признаком лигатуры,— 20 (12 %). В ряде предметов отмечены примеси железа (обычно 0,1–09 %), никеля (редко до 0,1 %) и в одном случае — олова.

Таблица 2.8

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа золотых изделий из могильника Яломан II

№ п/п	№ образцов	Кол-во анал.	Изделие	Au	Ag	Cu	Ni	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Курган 43											
1	21–23	3	Бляха-нашивка круглая	78,8	18,0	3,0	—	0,3	100.1	787	IV-Л
2	24–34	11	Бляха-нашивка бесформенная	78,4	20,4	0,6	—	0,5	99,9	785	IV-С
3	35–37	3	Золотая обкладка пояса	76,5	22,7	0,6	—	0,2	100,0	765	IV-С
4	38–45	8	Золотая обкладка пояса	78,9	20,8	0,0	—	0,3	100,0	789	IV-С
5	753	2	Серьга	85,6	13,5	0,4	—	0,5	100,0	856	III-С
6	754, 755	5	Бляха-накладка «дракон»	74,0	23,2	2,3	—	0,1	99,6	743	IV-Л

№ п/п	№ образцов	Кол-во анал.	Изделие	Au	Ag	Cu	Ni	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
7	756, 757	2	Фольга	77,8	21,0	0,7	—	0,6	100,1	777	IV-С
Курган 46А											
8	463	1	Бляха-нашивка круглая	91,0	7,8	1,0	—	0,3	100,1	909	II-С
9	464	1	Бляха-нашивка круглая	66,5	31,0	1,8	0,1	0,6	100	665	IV-С
10	465, 467	2	Бляха-нашивка круглая	72,5	23,8	2,4	—	0,8	99,5	729	IV-Л
Курган 47											
11	740–741	9	Бляха-нашивка круглая	82,7	14.6	1,7	0,1	0,7	99,8	829	III-С
Курган 48											
12	485–488	4	Бляха-нашивка круглая	75,2	21,4	2,6	0,1	0,7	100,0	752	IV-Л
13	489–495	5	Бляха-нашивка круглая	81,5	16,1	1,6	0,1	0,6	99,9	816	III-С
14	492	1	Бляха-нашивка круглая	96,1	3,5	0,0	0,0	0,4	100,0	961	II-С
15	494	1		52,2	42,4	4,2	0,1	0,4	99,3	526	V-Л
16	496	1	Бляха-нашивка малая	76.0	23,6	0,0	—	0,4	100,0	760	IV-С
17	497	1	Серьга	60,2	36,6	2,9	—	0,3	100,0	602	V-Л
18	498	1	Нашивка семечковидная	67,8	24,4	6,6	—	0,4	99,2	683	IV-Л
19	499	1	Нашивка ромбовидная	91,0	7,7	0,8	—	0,4	100,0	910	II-С
Курган 51											
20	564	1	Бляха-нашивка круглая	53,7	42,4	2,6	0.1	0,3	99,1	542	V-Л
21	565–574	10		81,4	16,4	1,7	—	0,3	99,8	816	III-С
22	575	1	Нашивка ромбовидная	95,7	3,4	0,6	—	0,2	100,0	957	II-С
23	579	1	Цепь	90,8	8,3	0,7	—	0,2	100,0	908	II-С
24	581	1	Нашивка с ушками	96,3	2,7	0,8	—	0,2	100,0	963	II-С
25	582	1	Колпачок	82,5	13,1	3,2	—	1,2	100,0	825	III-Л
26	583	1	Серьга проволочная	74,8	20,9	4,0	—	0,2	100,0	748	IV-Л
27	584	1	Серьга с подвеской (серьга)	54,9	43,6	1,5	—	0,0	100,0	549	V-С
28	584	1	Серьга с подвеской (подвеска)	55,3	43,3	1,4	—	0,0	100,0	553	V-С
Курган 52											
29	682	1	Бляха-нашивка круглая	74,8	22,7	1,7	—	0,4	99,6	751	IV-С
30	683–685	3		81,5	16,7	1,4	—	0,4	100,0	815	III-С

Продолжение табл. 2.8

№ п/п	№ образцов	Кол-во анал.	Изделие	Au	Ag	Cu	Ni	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
31	686–687	2	Колпачки-подвески большие	87,6	9,2	2,6	—	0,6	100,0	876	III-Л
32	688–691	4	Прямоугольные нашивки малые	75,5	21,9	2,2	—	0,3	100,0	755	IV-Л
33	692, 693	2	Прямоугольные нашивки малые	82,2	15,9	1,5	—	0,3	100,0	822	III-С
34	694, 695	2	Малый колпачок	84,0	14,2	1,4	—	0,4	100,0	840	III-С
35	696	1	Малый колпачок	71,3	23,9	4,2	—	0,6	100,0	713	IV-Л
36	697(с)	1	Серьга с подвеской (серьга)	86,4	12,1	1,3	—	0,3	100,1	863	III-С
Курган 54											
37	828	1	Бляха-нашивка круглая	77,8	18,9	3,0	0,1	0,3	100,1	777	IV-Л
38	829	1		96,0	3,4	0,3	0,0	0,3	100,0	960	II-С
39	830–835	6		83,5	14,4	1,6	—	0,4	99,9	835	III-С
40	728	1	Серьга	69,9	26,9	2,9	—	0,3	100,0	699	IV-Л
Курган 56											
41	841–843	3	Бляха-нашивка круглая	76,8	19,2	2,5	—	1,2	99,7	770	IV-Л
42	844, 845	2		86,6	11,5	1,3	—	0,7	100,1	865	III-С
43	846, 847	2		79,0	17,2	2.0	—	1,5	99,7	792	IV-Л
44	851	1	Фрагмент на микрозонд	75,2	21,8	2,6	—	0,4	100,0	752	IV-Л
Курган 57											
45	925, 927	3	Бляха-нашивка круглая	73,3	23,3	3,2	—	0,2	100,0	733	IV-Л
46	928	1		80,0	17,4	2,5	—	0,1	100,0	800	III-Л
47	930	2	Рельефная пластина с головного убора	64,7	31,1	3,5	—	0,3	99,7	649	V-Л
Курган 58											
48	1012	2	Бляха с вихревым орнаментом	63,9	33,1	2,6	—	0,4	100,0	639	V-Л
Курган 60											
49	1075–1081	7	Круглая бляха-нашивка целая	77,8	19,1	2.3	0.1	0.6	99.9	779	IV-Л

Окончание табл. 2.8

№ п/п	№ образцов	Кол-во анал.	Изделие	Au	Ag	Cu	Ni	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
50	1082, 1085	2	Круглая бляха-нашивка малая	94,1	4,7	1,0	—	0,4	100,2	939	II-С
51	1083, 1084	2		82,5	15,1	1,9	—	0,2	99,8	826	III-С
52	1086	1		61,6	34,6	2,8	—	0,3	100,0	616	V-Л
53	1087–1088	2	Круглые бляхи-нашивки с отверстиями	67,7	28,5	3,0	—	0,2	99,7	680	IV-Л
54	1089	1	Бляха-нашивка бесформенная	79,2	16,7	3,9	—	0,3	100,1	791	IV-Л
Курган 61											
55	1107	1	Бляха-нашивка круглая	73,0	23,4	3,3	—	0,4	100,1	729	IV-Л
56	1108–1112	5		81,5	16,3	1,5	—	0,6	99,9	815	III-С
57	1113–1121	9	Рифленые нашивки с изображениями	79,0	16,8	3,5	—	0,7	100,0	791	IV-Л
58	1122, 1123	2	Пронизки рифленые	99,1	0,0	0,3	—	0,6	100,0	990	I-С
59	1124–1126	3	Бляхи-нашивки смятые	81,8	14,7	2.6	0,1	1,0	100,2	816	III-Л
Курган 62											
60	1325–1327	3	Бляха-нашивка круглая	78,1	18,3	2,7	—	0,3	99,4	786	IV-Л
61	1328	1	Серьга	83,2	14,7	1,9	—	0,3	100,1	831	III-С
62	1329	1	Бесформенное изделие	66,6	31,2	1,7	—	0,5	100,0	666	IV-С

Примечание: 1) анализы методом РФА выполнены прибором INNOV-X α-4000 (аналитик П. В. Хворов); 2) в пробе 1086 (курган 60) установлено содержание олова 0,6 %; 3) группы золота по пробности (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400; типы золота: С — самородное, Л — легированное; 4) раскопки А. А. Тишкина, коллекция 181.

Могильники плато Укок. Получены данные о составе золотых и серебряных изделий в курганах, расположенных на плато Укок: Ак-Алаха, Кальджин, Кутургунтас, Ак-Кол [Феномен…, 2000; Щербаков, Рослякова, 2000]. Памятники датируются VI–II вв. до н. э. На большинстве проанализированных предметов преобладают изображения, выполненные в зверином стиле. Они вырезаны из фольги, полученной при отжиге амальгамы. Второй способ получения изделий связан с протяжкой золотой проволоки через тонкое отверстие.

Состав отдельных типовых изделий отражен в табл. 2.9. Серьга с округлым сечением (Ак-Алаха 1, курган 1, мас. %): Au 63,6–63,7; Ag 34,9–30,9; Cu 1,9–6,0 (20 анализов). Фольга с головных уборов и одежды, конской упряжи (Ак-Алаха 1, курган 1; Ак-Алаха 3, курган 1, Кальджин-6, В. Кальджин-2, Ак-Кол, мас. %): Au 53,8–60,3; Ag 43,5–37.3; Cu 1,9–2,7 (69 анализов). Фольга с одежды и деревянных украшений коней (Кутургунтас, Кальджин-6, мас. %): Au 60,0–65,0; Ag 31.0–36,4; Cu 1,9–4,6. Серьги с субквадратным сечением (Ак-Алаха 1, курган 1, Кальджин 6, мас. %): Au 77,6–84,3: Ag 12,0–19,0; Cu 2,5–4,7 (25 анализов). Фольга с конской бляхи (Кургунтас, мас. %): Au 73.5–74,0: Ag 24,5–24,0; Cu 1,9–2,2 (7 анализов). Конский нахвостник из захоронения (Ак-Алаха 2, мас. %): Au 96,6–96,9; Ag 3,5–4,1. Серьги имеют повышенное количество меди (до 4,6–6,0%) при разнообразном соотношении золота и серебра.

Таблица 2.9

Состав золотых изделий из археологических памятников плато Укок

[Щербаков, Рослякова, 2000]

№ п/п	Изделие (№ образца)	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Te	As	Сумма	Проба	Группа, тип, Au
Ак-Алаха-1, курган № 1										
1	Кольцо серьги с субквадратным сечением	11	81,79	15,45	2,76	—	—	100,0	818	III-Л
2	Кольцо серьги с округлым сечением	20	63,20	33,51	3.29	—	—	100.0	632	V-Л
3	Фольга с деревянных изделий (№ 7)	5	55,60	42,12	2,27	—	—	99,99	556	V-Л
4	Фольга с деревянных изделий головного убора (№ 7)	6	54,91	43,06	2,02	—	—	99,99	549	V-Л
Ак-Алаха-2										
5	Длинная пластина из конского нахвостника	37	96,24	3,77	—	—	—	100,0	962	II-С
6	Короткая пластина из конского нахвостника	14	96,29	3,71	—	—	—	100,0	963	II-С
Ак-Алаха-3, курган № 1										
7	Фольга с одежды (Ш)	8	74,50	24,42	1,23	—	—	100,2	744	IV-С
8	Фольга с конской упряжки (№ 2)	13	69,99	28,40	1,60	—	—	99,99	700	IV-С
9	Фольга с конской упряжки (№ 4)	7	69,74	28,55	1,70	—	—	99,99	697	IV-С
10	Фольга с головного убора (№ 3)	12	69,34	28,79	1,88	—	—	100,0	693	IV-С
11	Фольга с деревянных пантер (№ 5)	5	67,81	30,25	1,02	—	—	99,08	684	IV-С
12	Фольга с одежды (IV)	4	67,74	30,25	1,02	—	—	99,01	684	IV-С

Окончание табл. 2.9

№ п/п	Изделие (№ образца)	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Te	As	Сумма	Проба	Группа, тип, Au
13	Фольга с одежды	7	56,86	40,91	2,22	—	—	99,99	569	V-Л
14	Фольга с конской упряжки (№ 1)	6	53,18	44,47	2,24	0,09	Сл.	100,2	530	V-Л
Кутургунтас										
15	Фольга с конской бляхи (IX)	7	73,69	24,30	2,01	—	—	100,0	737	IV-Л
16	Фольга с одежды (II)	3	63.62	34,24	2,14	—	—	100.0	636	V-Л
17	Фольга с одежды (VIII)	6	61,87	34,55	3.59	—	—	100,0	619	V-Л
18	Фольга с костюма мужчины (X)	13	60.69	35,66	3,65	—	—	100.0	607	V-Л
19	Фольга с деревянных украшений коней (№ 6)	6	60,30	36,07	3,59	—	—	99,96	603	V-Л
Кальджин IV										
20	Серьга (№ 9), курган 24, погребение 2	2	78,95	17,50	3,49	0,02	—	99,96	790	IV-Л
21	Серьга (№ 10), курган 35, погребение 1	6	—	99,20	0,60	0,11	0,05	99,96	Ag	
22	Фольга с украшений (№ 13), курган 23, погребение 1	6	64,24	31,50	4,21	0,05	—	100,0	642	V-Л
23	Фольга с деревянных украшений (№ 4), курган 24, погребение 2	7	55,34	42,30	2,25	0,07	—	99,96	554	V-Л
Верх-Кальджин II										
24	Фольга с гривны (№ 15), курган 1	11	60,19	38,02	1,74	0,05	—	100,0	602	V-С
25	Фольга с изделий (№ 12), курган 3	9	43,42	54,19	2,23	0,09	—	99,93	435	V-Л
Ак-Кол, курган № 1										
26	Фольга с головных украшений (№ 11)	10	59,54	37,91	—	—	—	97,45	611	V-С

Примечание: 1) по [Щербаков, Рослякова, 2000] с изменениями; 2) группы золота по пробности (‰): IV — 799–650, V — 649–400; 3) типы золота: С — самородное, Л — легированное.

По пробности проанализированные предметы разделены на четыре группы.

1. Золото состава электрума (430–640 ‰) преобладает в изделиях из могильников Ак-Алаха 1, курган № 1; Кутургунтас; Кальджин IV; Верхний Кальджин II; Ак-Кол.

2. Золото низкопробное (650–790 ‰) свойственно разнообразной фольге в могильниках Ак-Алаха 3, курган № 1; Кальджин IV (серьга № 9); Кутургунтас (фольга с конской бляхи).

3. Золото средней пробы (810–820 ‰) характерно для серьги с субквадратным сечением из могильника Ак-Алаха 1, курган № 1.

4. Золото высокой пробы (950–990 ‰) установлено в золотых пластинах из могильника Ак-Алаха 2 и серьге № 10 из могильника Кальджин IV.

На территории Тувы из огромного количества могильников сведения о составе золота получены только по курганным комплексам Аржан и Догээ-Баары (рис. 2.14).

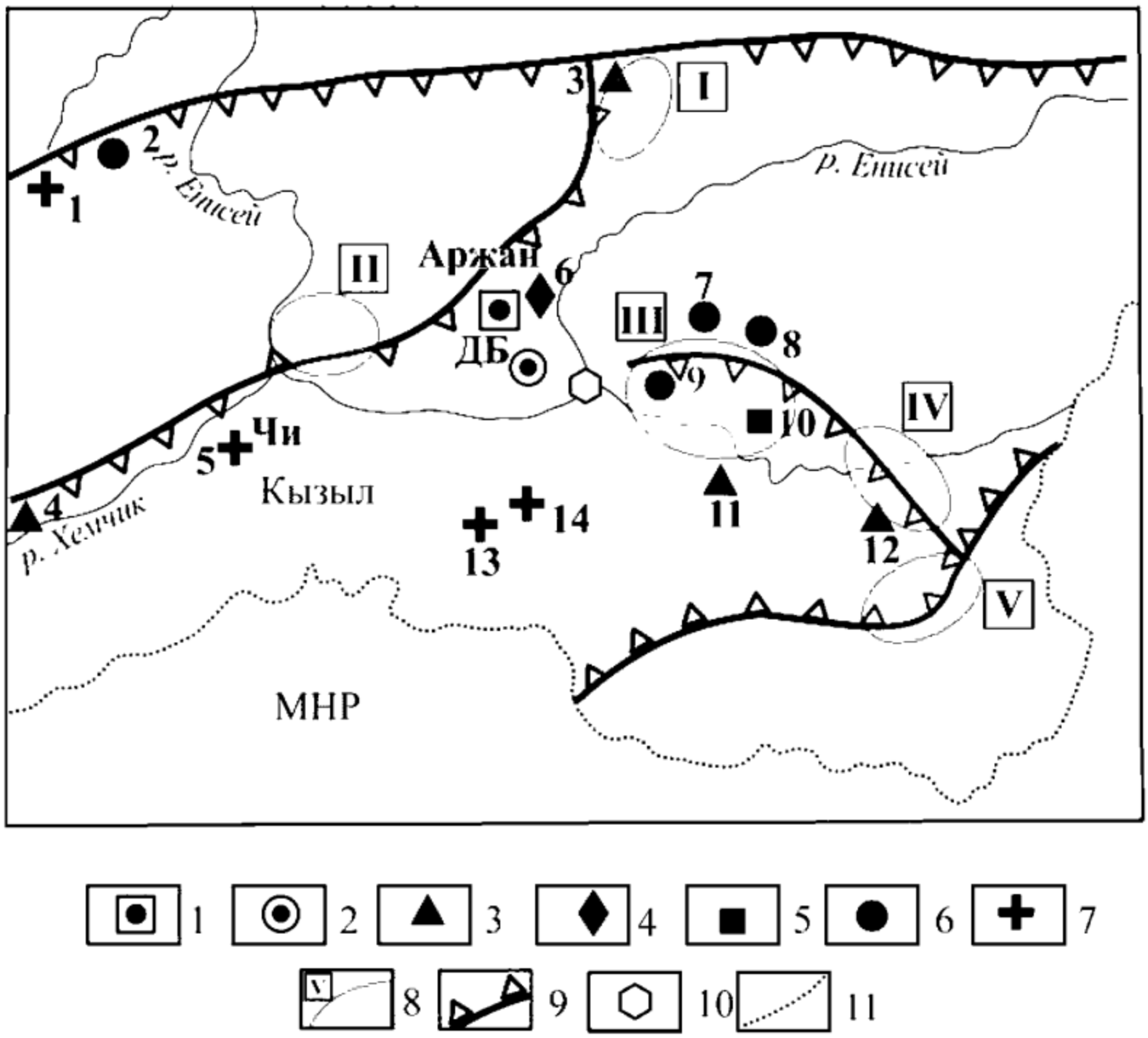


Рис. 2.14. Схема расположения исследованных курганов, месторождений благородных металлов и древних рудников на территории Тувы:

1–2 — археологические памятники (*1* — Аржан, *2* — Догээ-Баары); *3–6* — рудные месторождения, содержащие золото и серебро (*3* — золото-кварцевые и золото-лиственитовые, *4* — золото-медно-порфировые, *5* — золото-скарновые, *6* — колчеданные и колчеданно-полиметаллические); *7* — древние серебросодержащие медные рудники с сопутствующими шлаками; *8* — золото-россыпные зоны и узлы (*I* — Алгиякская, *II* — Золотая — Эйлигхем, *III* — Байсютская, *IV* — Кундусская, *V* — Эмийская); *9* — зоны глубинных разломов с массивами гипербазитов; *10* — города; *11* — государственная граница

Номера месторождений благородных металлов и рудников: *1* — Бутрахты, *2* — Маинское, *3* — Октябрьское, *4* — Алдан-Маадырская группа, *5* — Чиргакская группа, *6* — Кызык-Чадр, *7* — Кызыл-Таш, *8* — Кызыл-Таштыг, *9* — Кызыл-Торг, *10* — Тардан, *11* — Теректиг, *12* — Карабельдир, *13* — Хову-Аксы, *14* — Узун-Ой

Курганы Аржан-1, Аржан-2 и **Аржан IV** являются уникальными сооружениями, сопровождавшимися богатейшим золотым инвентарем. Аржан-1 был исследован в 1971–1974 гг. экспедицией М. П. Грязнова [1980]. Через 30 лет сотрудник Государственного Эрмитажа К. В. Чугунов начал исследование кургана Аржан-2, которое продолжила Российско-Германская Центрально-Азиатская экспедиция под руководством К. В. Чугунова и Г. Парцингера [Чугунов и др., 2004]. В поле кургана, покрытого каменной крепью, вскрыто захоронение двух человек с золотыми украшениями. Наиболее многочисленны тиражированные бляшки в виде профильных изображений кошачьих хищников и кабанов, портупейные обоймы и пряжки кинжала и акинака, ворворки поясного набора. Вторая группа включает бляшки головных уборов в виде лошадей, баранов и оленей. Фигуры вырезаны из плоских листов металла [Чугунов, 2009; 2011]. По результатам рентгеноспектрального анализа пробность золотой фольги находится в пределах 740–940 ‰ при трех модах: 780–820 ‰; 840–880 ‰; 900–920 ‰ (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Результаты рентгеноспектрального и рентгенофлуоресцентного анализа золотых изделий из царского могильника Аржан

№ п/п	Изделие	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
1	Аппликация	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	86,5	12,5	1,0	100,0	866	III-С
12	Бляшка из фольги	2830/25	2	89,6	9,3	1,1	100,0	896	III-С
13	Бусина из фольги	А2830/27	1	87,4	12,0	0,6	100,1	874	III-С
14	Фрагменты пекторали	2830/37	1	74,4	24,4	1,7	100,6	740	IV-С

Примечание: 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) [Зайков и др., 2015]; 11–14 — рентгенофлуоресцентный анализ [Марсадолов и др. 2013]; 3) группы золота по пробности (‰): II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650; 4) типы золота: С — самородное, Л — легированное.

Могильник Догээ-Баары II находится в Центральной Туве. Материал для исследований предоставлен К. В. Чугуновым. Исследованы фрагменты изделий из курганов № 8, 12, 21, 22 (табл. 2.11). Наибольшим разнообразием характеризуются 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 %.

Таблица 2.11

Результаты микрозондового анализа золотых изделий из могильника Догээ-Баары II (Тува)

№ п/п	№ образца, изделие	№ зерна	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Курган 21									
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
Курган 22									
5	ДБ II К22 М-1, фрагмент золотой обкладки	1	4	89,56	8,07	0,53	98,15	912	II-С
6		2	4	89,95	8,46	0,51	98,92	909	II-С
Курган-8									
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
Курган 12									
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

Примечание: 1) анализы выполнены на микрозонде JEOL-733 (коллекция К. В. Чугунова, аналитик Е. И. Чурин); 2) группы золота по пробности (‰): II — 900–969, III — 800–899, IV — 650–799; 3) типы золота С — самородное, Л — легированное.

2.4. Состав серебряных изделий из археологических памятников

Исследованные серебряные предметы относятся к погребениям в Салаире, Горном Алтае, Хакасии и Туве [Бородовский и др., 2005]. Серебро в них представлено отделкой поясной гарнитуры, вооружения, сосудами и украшениями, в том числе в так называемом полихромном стиле (со вставками из драгоценных камней). Часть предметов представлена штифтами.

Салаирские изделия датируются второй половиной I тыс. н. э. Среди них выделяются серебряные с примесью меди: Ag 87–98; Cu 0,7–13; Au 0,2–2,3 мас. %. Вторая группа представлена свинецсодержащими сплавами серебра и меди: Ag 75–78; Cu 20–25; Pb 0,7–1,7; Au 0,3–0,7 мас. %. Третья группа — оловосодержащие сплавы серебра, меди, цинка, золота и свинца с составом (мас. %): Ag 44–66; Cu 24–51; Zn 0,4–2,9; Pb 1–1,2; Sn 1,5–4,6; Au 0,3–0,7. Свинец- и цинксодержащие изделия наследуют состав колчеданно-полиметаллических руд Салаирских месторождений.

В **Горном Алтае** во второй половине I тысячелетия до н. э. преобладали серебряные изделия — серьги с примесью меди (2–6 %) и золота (0,3–0,6 %). Во второй половине I тыс. н. э. состав изделий стал более разнообразен: сосуды практически чисто серебряные с примесью меди 0,5–1%; бляхи сделаны из медно-серебряного сплава состава (мас. %): Ag 87–90; Cu 6–7; Au 0,1–0,4; 0,2–1,4; а разного рода штифты — из медно-серебряно-мышьяковых сплавов (мас. %): Ag 56–87; Cu 9–38; Sn 1–5; Au 0,4–0,7; Zn 0,1–0,7; Pb 0,3–1,0. В серьге из кургана Калджин на плато Укок [Феномен…, 2002] наряду с серебром содержится (мас. %): медь (0,38–0,81), теллур (0–0,19) и мышьяк (0–0,10).

Изделия из Хакасии представлены двумя группами: 1) серебряными, иногда с примесью золота (1–1,2 %) и меди (1–6 %); 2) медно-серебряными сплавами состава (мас. %): Cu 26–43; Ag 51–67; Zn 4–6; Pb 0,1–1,8; в одиночных изделиях присутствует олово в количестве 2,5 %. Возраст изделий соответствует второй половине I тыс. н. э.

Тувинские изделия из могильника Аймырлыг относятся к I тыс. н. э. Фольга имеет состав (мас. %): Ag 72; Au 26; Cu 3. Остальные изделия — серьга и обкладки — имеют состав (мас. %): Ag 93–97; Cu 2–5; Pb 0,1–0,5. Можно высказать предположение, что первая группа изготовлена из руд золото-халькопирит-кварцевых жил месторождения Кызык-Чадр. Для второй выборки, возможно, источником являлись медные руды Хову-Аксынского месторождения.

2.5. Сопоставление состава золота месторождений и изделий из археологических памятников

Сопоставление составов проведено путем сравнения гистограмм, подготовленных по золоту коренных месторождений, россыпей и археологических памятников.

Состав золота коренных месторождений иллюстрируется тремя гистограммами (рис. 2.15). Зоны окисления барит-полиметаллических руд Салаира

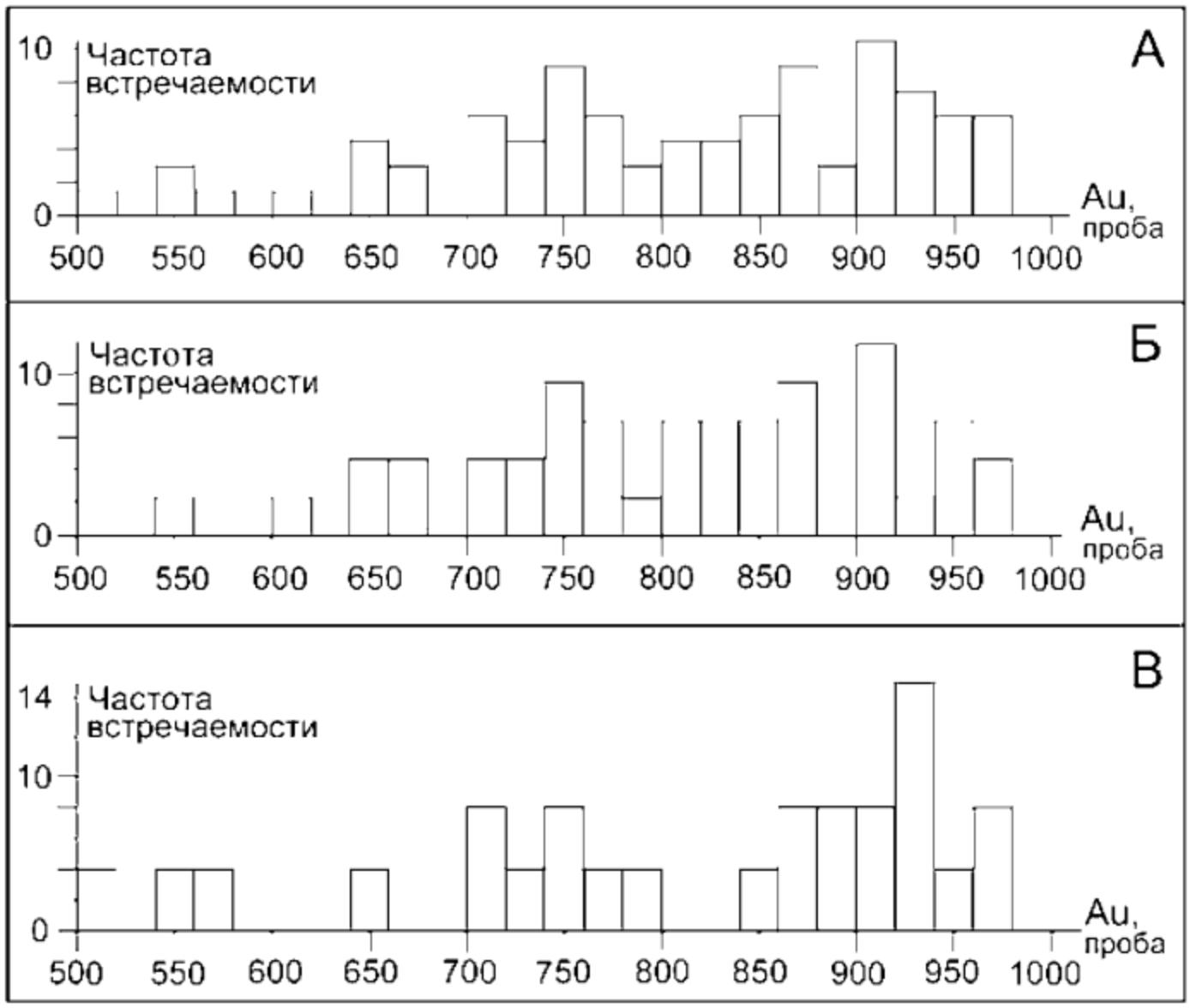


Рис. 2.15. Гистограммы пробности золота из руд коренных месторождений Алтае-Саянского региона

и Рудного Алтая (А) фиксируются модой 700–780 ‰. Менее выражена мода 840–880 ‰. Особняком выделяется мода 900–920 ‰. Для месторождений золото-сульфидно-кварцевых, золото-скарновых, кор выветривания в Горном Алтае (Б) отмечены моды 740–780, 800–880, 900–980 ‰. В восточной части региона (В) в золоте коренных месторождений выделяются две моды: 700–760 и 840–980 ‰.

Состав золота в россыпях формируется из многих коренных источников различной формационной принадлежности. При этом состав металла отражает исходный состав золота и серебра коренных месторождений, но в различной степени перемешанный и преобразованный процессами окисления в процессе россыпеобразования в течение мезозоя-кайнозоя. Часто наблюдается зональность зерен золота, что вызвано следующими причинами. Во-первых, происходит электрохимическая коррозия поверхности золотин с выносом серебра и меди и, соответственно, обогащением золотом вплоть до высокопробного (970–990 ‰) [Бакулин, 1983; Николаева и др., 2003]. Во-вторых, на частицы золота и других минералов нарастает кайма нового золота с высокой пробностью, в том числе наночастицы [Баранников, Осовецкий, 2013]. В срезах золотин иногда можно наблюдать высокопробные прожилки по границам зерен, возникшие еще в коренных источниках при их выветривании [Петровская, 1973; Мурзин, Малюгин, 1987]. В итоге возникает интеграционная картина, краски которой определяются разрушающимися минерализованными зонами и историей россыпей. На состав влияют как объекты, вскрытые на современном уровне среза, так и уже уничтожен-

ные эрозией. Но память об исчезнувших минерализованных зонах запечатлена в россыпях. Состав россыпного золота имеет существенные отличия в пространстве регионов (рис. 2.16). В западной части региона на рисунке, составленном по сводной таблице 2.2, модальное значение пробности золота находится в интервале 900–960 ‰ (рис. 2.16, А). Локальный максимум соответствует интервалу 800–840 ‰. Более детальные рисунки, касающиеся

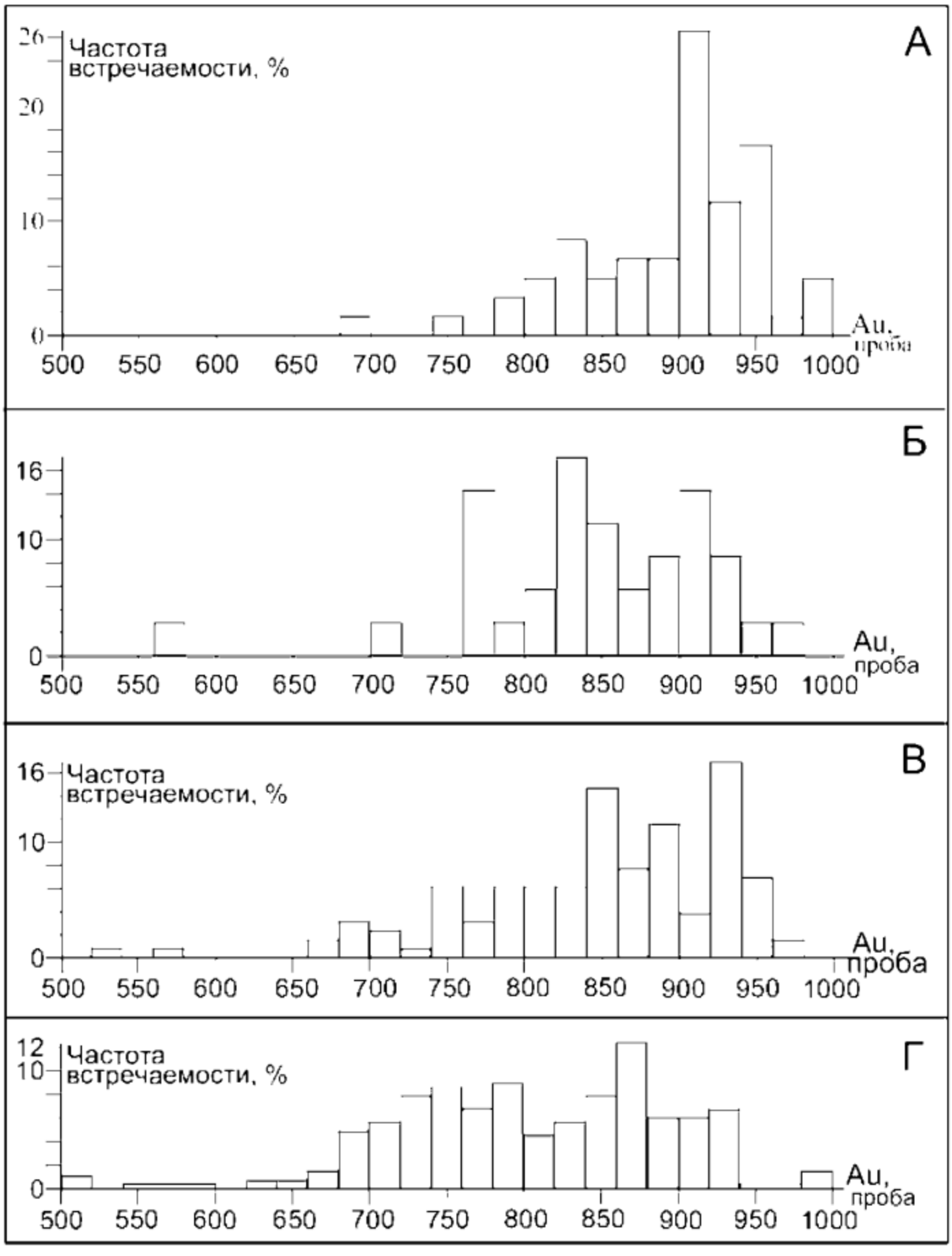


Рис. 2.16. Гистограммы пробности россыпного золота Алтае-Саянского региона:
А — россыпи западной части региона (Салаирская, Золото-Китатская, Сийская, Каурчакская, Мрасская, Чугунинская, Синюхинская, Солонешенская, Кумирская зоны), 60 значений;
Б–Г — россыпи восточной части региона (Б — р. Байсют, 35 значений; В — Ойнинского района, бассейнов рек Ойна и Демиржи (Ойна, Шенелик, Шорлуг, Демиржи), всего 130 значений; Г — Харальского района, бассейнов рек Харал и Хадын (Хина, Степановка, Ивановка, Конопка, Сумасшедший, Харал, Хадын), всего 265 значений)

конкретных россыпей, подтверждают эту картину (см. рис. 2.10–2.12). На Кинтерепской (см. рис. 2.10) максимумы значений находятся в пределах 980–960 ‰. В Кундустуюльской — в интервале 970–940 при втором максимуме 880–810 ‰ (см. рис. 2.11). Аналогичная картина в Амыльской россыпи (см. рис. 2.12), где один максимум соответствует 965–925 ‰, а второй — 885–845 ‰.

Изделия из курганов западной части региона образуют две группы (рис. 2.17). Первая — золото из курганов Чинетского археологического микрорайона (600–740 ‰) и курганов плато Укок (600–700 ‰). За пределами

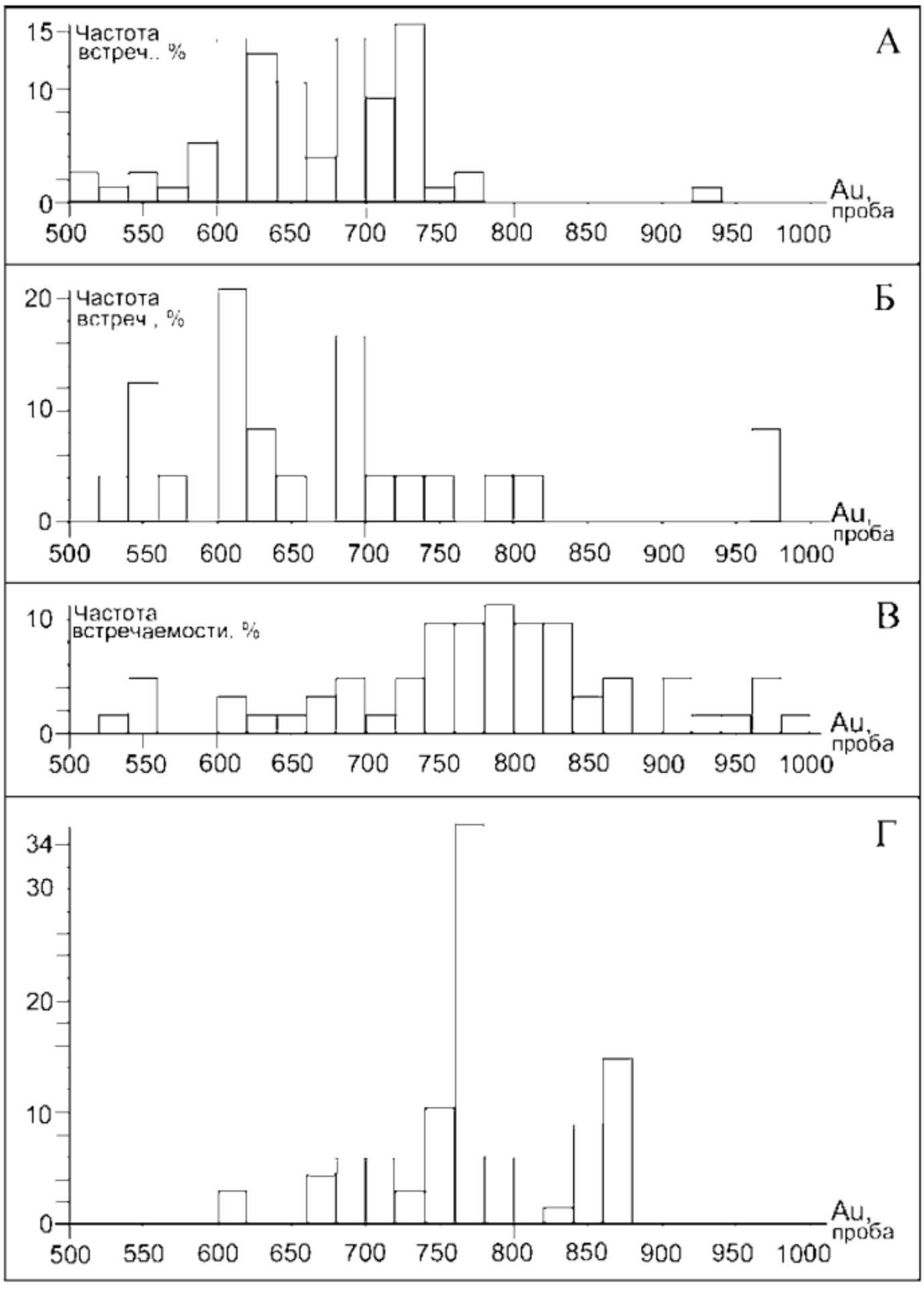


Рис. 2.17. Гистограммы пробности золотых изделий археологических памятников Алтая: А — Чинетского археологического района (Ханкаринский Дол, Инской Дол, Чинета II), 76 значений; Б — плато Укок, 24 значения; В — Яломан, 62 значения, Г — Бугры, 67 значений

этих значений фиксируются локальные пробности 550 и 960 ‰ (рис. 2.17, А, Б). Источником золота являются зоны окисления колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая. Вторая группа — золото из могильников Яломан и Бугры, в которых преобладающие значения пробности 740–880 ‰ (рис. 2.15, С, Д). Источником золота могли быть россыпи с модой 800–840. Изделия из кургана Аржан-2 в восточной части региона (рис. 2.18) имеют наиболее четкий максимум 840–880 ‰, что указывает на возможный источник металла из россыпи р. Байсют (пробность780–920 ‰).

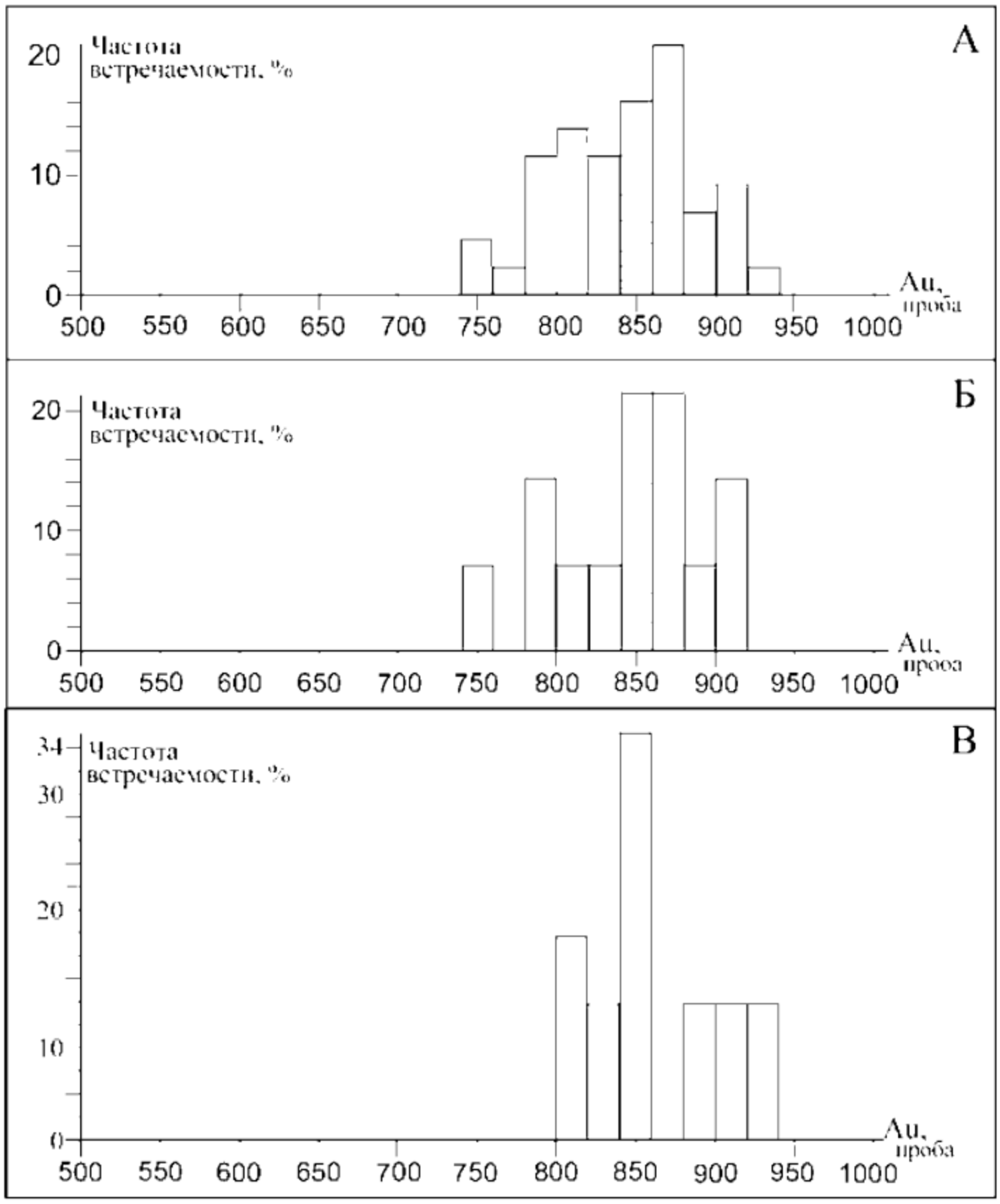


Рис. 2.18. Гистограммы пробности золотых изделий Тувы — А, Б из кургана Аржан-2:
А — по частным анализам (43 значения); *Б* — по средним (14 значений);
В — из курганов Догээ-Баары II (17 средних значений)

Такая же картина фиксируется для восточной части региона, по которому рисунок составлен по составу россыпей Тувы (рис. 2.16, Б). При детализации этой картины обнаруживается следующая закономерность. В направлении с запада на восток увеличивается количество значений средне- и

низкопробного золота, что вызвано влиянием золота колчеданно-полиметаллических и золото-серебряных месторождений (см. рис. 2.16, Б–Г). В россыпях р. Байсют и Ойна максимум такой же 900–960, но при этом более четко обозначен второй максимум 860–820 ‰. В россыпях Харальского района первый максимум практически не выражен, взамен фиксируются 840–880 и 800–700 ‰.

Состав золотых изделий из археологических памятников разного возраста отличается (рис. 2.19). Для золотых изделий бронзового века характерно преобладание 600–700 ‰ при общем диапазоне анализов 580–800 ‰. Близ-

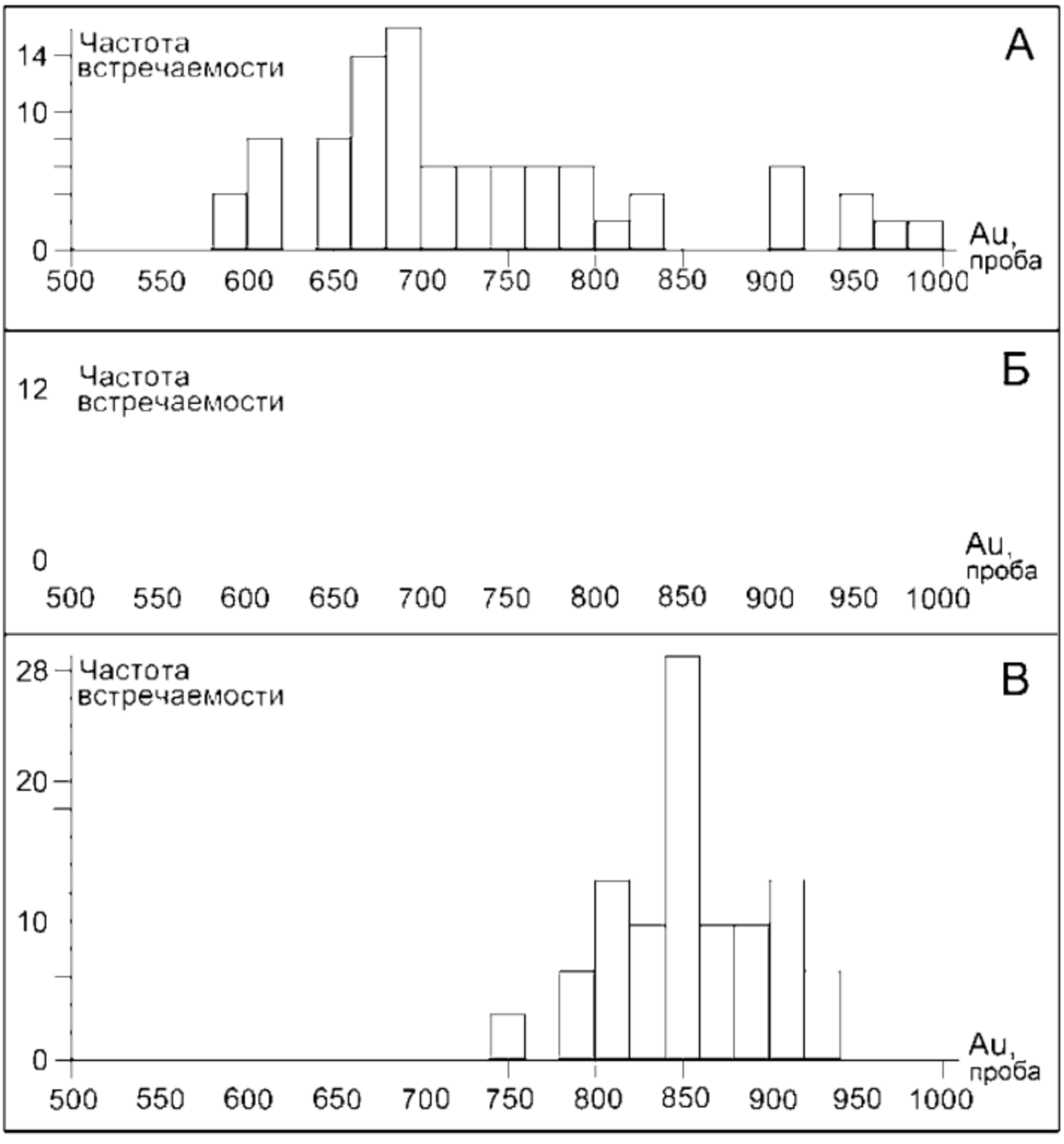


Рис. 2.19. Гистограммы пробности золотых изделий археологических памятников Алтае-Саянского региона различного возраста:
А — бронзового века, *Б–В* — раннего железного века (*Б* — Алтай, *В* — Тува)

ко к этому распределение составов для памятников раннего железного века в западной части региона: основной массив анализов укладывается в диапазон 600–880 ‰ при моде 760–780 ‰. В восточной части региона ситуация иная: здесь резко преобладают изделия состава 700–940 ‰. Такая разница вызвана иным источником золота для древних ювелиров, в частности, продолжением использования в раннем железном веке зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений.

ГЛАВА 3. СОСТАВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ КАЗАХСТАНСКОГО РЕГИОНА

3.1. Состав самородного золота рудных месторождений

На территории Казахстана выявлено около 120 коренных месторождений золота и 30 — россыпных. Данные о составе золота опубликованы для 15 коренных месторождений (рис. 3.1). Россыпи принадлежат аллювиальному и аллювиально-пролювиальному типам и расположены преимущественно в горных системах Восточного и Южного Казахстана. Они характеризуются небольшими размерами и незначительными содержаниями. На ряде золоторудных полей установлены погребенные россыпи палеоген-неогенового возраста и золотоносные коры выветривания.

Сведения о составе самородного золота казахстанских месторождений опубликованы в монографиях «Минералы Казахстана» [1989], «Месторождения золота Казахстана» [1996], статьях И. В. Гаськова с соавторами [2001; 2006], работе В. А. Нарсеева [1973].

Видимое золото особенно характерно для месторождений золото-сульфидно-кварцевой и золото-скарновой формаций. Размеры золотин составляют сотые и десятые доли миллиметра; золото с размером выделений более 1 мм развито ограниченно. Так же, как и в других золоторудных районах, наблюдается укрупнение золота от ранних к поздним минеральным ассоциациям [Спиридонов и др., 1974]. Это сопровождается признаками метаморфических преобразований руд, влекущих за собой перегруппировку минерального вещества. При этом замечено, что сравнительно крупное золото наблюдалось на участках развития хрупких деформаций.

Кокчетав-Северо-Тяньшанская металлогеническая зона

1. Васильковское золото-сульфидно-кварцевое месторождение в Кокчетавской глыбе имеет запасы золота порядка 380 т и относится к крупным золоторудным объектам. На рудном поле выделяется несколько золотоносных участков. По структуре и геологической позиции месторождение сходно с подобными объектами Джеруй и Ункурташ в Киргизии, Зармитан в Узбекистане, Джилао в Таджикистане, Форт Нокс на Аляске [Константинов и др., 2000].

Месторождение относится к золото-порфировому типу и представлено субвертикальным штокверком с жилами и прожилково-вкрапленными

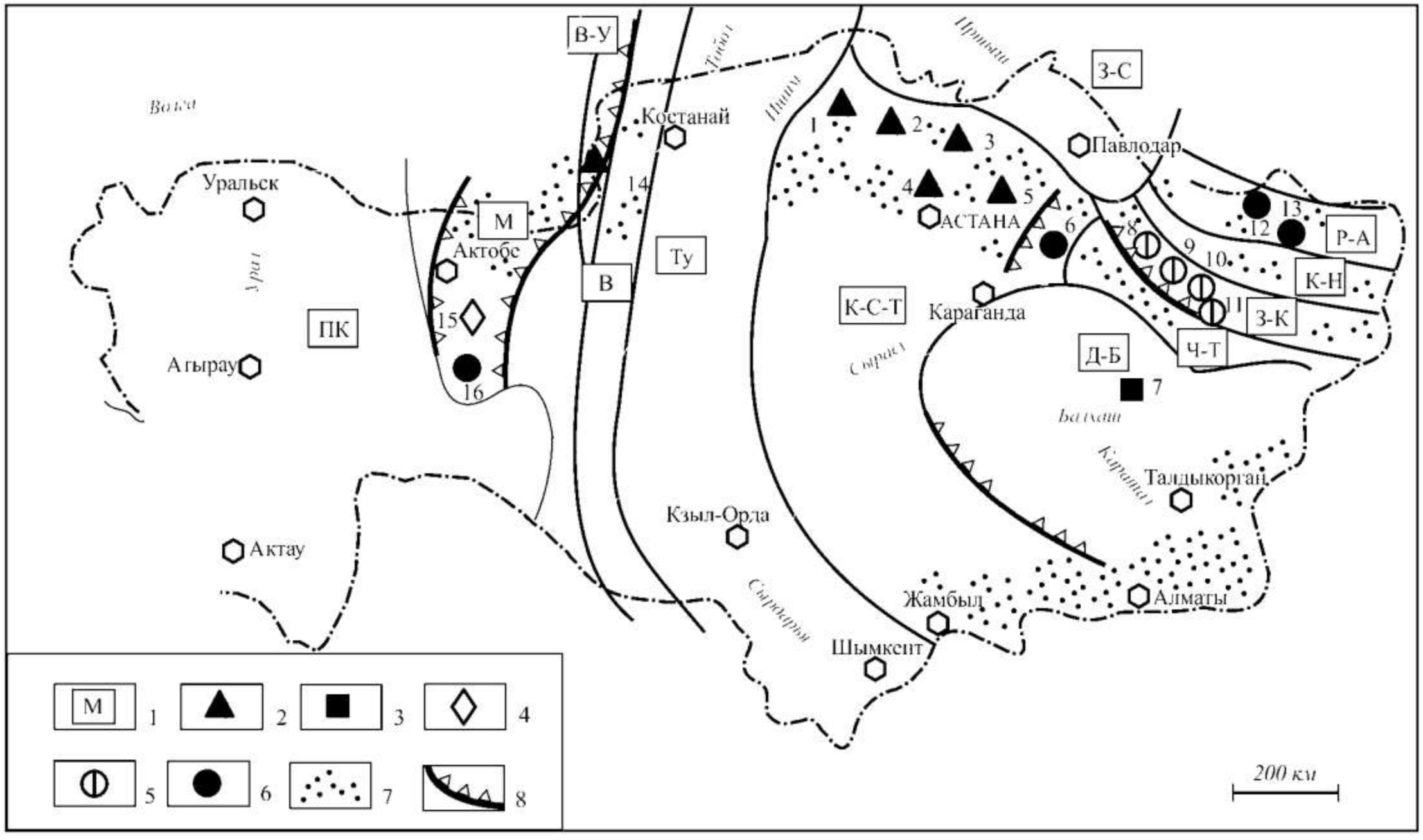


Рис. 3.1. Схема расположения золоторудных месторождений в Казахстанском регионе; составлена с использованием материалов [Абдулин и др., 1987; Атлас…, 2002; Серавкин, 2010]:

1 — обозначения металлогенических зон (*ПК* — Прикаспийская, *М* — Мугоджарская, *В* — Валерьяновская, *В-У* — Восточно-Уральская, *Ту* — Тургайская, *К-С-Т* — Кокчетав-Северо-Тяньшаньская, *Ч-Т* — Чингиз-Тарбагатайская, *Д-Б* — Джунгаро-Балхашская, *З-К* — Западно-Калбинская. *К-Н* — Калба-Нарымская, *Р-А* — Рудно-Алтайская; *З-С* — Западно-Сибирская); *2–6* — золоторудные и золотосодержащие месторождения, по которым опубликованы данные о составе золота (*2* — золото-кварцевые и золото-сульфидно-кварцевые, *3* — золото-скарновые, *4* — золото-порфировые. *5* — золото-мышьяково-углеродистые); *6* — золото-колчеданно-полиметаллические; *7* — участки распространения золотоносных россыпей; *8* — фрагменты зон глубинных разломов с массивами гипербазитов

Пронумерованные месторождения, по которым опубликованы сведения о составе золота: *1* — Васильковское, *2* — Степняк, *3* — Бестобе, *4* — Акбеит. *5* — Жалымбет. *6* — Майкаин. *7* — Саяк, *8* — Бакырчик, *9* — Суздальское, *10* — Эспе, *11* — Казан-Чункур, *12* — Риддер-Сокольное, *13* — Зыряновское, *14* — Джетыгаринская группа, *15* — Юбилейное, *16* – Джиландинское

золото-сульфидно-кварцевыми рудами. Сечение штокверка на поверхности — первые сотни метров, вертикальная протяженность 1,5 км; он состоит из серии золотоносных струй [Рафаилович, Лось, 2007].. Средние содержания золота в рудных телах, представленных березитами, 3,5 г/т. Оруденение приурочено к тектонически деформированному штоку порфиробластовых гранодиоритов и диоритов возрастом 575–468 млн лет. Интрузив являлся более хрупким деформированным телом внутри пластичных кристаллических сланцев.

Руды сложены серым метасоматическим кварцем с прожилково-вкрапленной пирит-арсенопиритовой минерализацией. Наряду с этими основными рудными минералами, среднее содержание которых составляет 4–6%, присутствует примесь минералов висмута (висмутин, самородный висмут, тетрадимит). В рудную стадию сформировались следующие минеральные ассоциации: пирит-пирротин-марказит-кварцевая; золото-висмут-пирит-арсенопирит-кварцевая; пробность находится в пределах 840–950 [Рафаилович, Лось, 2007]. Среднее содержание золота в балансовых рудах составляет 2–2,5 г/т [Константинов и др., 2000]. Форма золотин различна: ромбододекаэдры, друзовые сростки кристаллов, изометричные, округлые и каплевидные зерна [Абишев и др., 1986]. Выделения золота высокопробные (840–950), имеют размер от 4 до 120 мкм. Более высокая пробность отмечена на глубоких горизонтах месторождения. Золото ассоциирует с порфиробластовой тонкоагрегатной разновидностью арсенопирита и минералами висмута.

2–5. Месторождения Степняк, Бестобе, Акбеит, Жалымбет связаны с гранодиоритовыми массивами, которые прорывают терригенные отложения нижнего палеозоя [Серавкин, 2010]. Среди них присутствуют следующие типы месторождений: золото-сульфидные с теллуридами кварцево-жильные (Степняк, Бестобе), сурьму- и мышьяксодержащие штокверковые (Жалымбет), золото-малосульфидные кварцево-жильные (Акбеит). Масштаб месторождений от крупных до средних, причем во многих случаях известно, что они разрабатывались в древности. Особенно это относится к месторождению Степняк [Черников, 1948]. На месторождении Бестобе состав золота (мас. %): Au 83,30–95,30; Ag 8,60–9,40; Cu 0,15–0,30 [Минералы…, 1989].

Чингиз-Тарбагатайская металлогеническая зона

6. Майкаинское золото-колчеданно-полиметаллическое месторождение. Рудные тела имеют халькопиритовый и барито-полиметаллический состав. Золото и серебро приурочены к борнит-халькопирит-теннантитовой и барит-сфалерит-халькопирит-галенитовой ассоциациям [Парилов и др., 1975]. Золото концентрируется в зоне окисления мощностью 60 м [Нестеренко и др., 1985]. Самородное золото весьма неоднородно по составу. Это выражается в широком разбросе пробности в выборке (790–1000 ‰) и в многофазном строении отдельных золотин [Нестеренко и др., 1982]. Селениды встречены в основании зоны окисления в барито-кварцевой сыпучке с самородной серой и вторичными сульфатами меди и серебра. Реликты первичного золота имеют пробность 800–870 ‰.

Джунгаро-Балхашская металлогеническая зона

7. Саякская группа золото-сульфидно-скарновых месторождений располагается в Северном Прибалхашье и приурочена к нижне-среднекарбоновым осадочным отложениям, прорванным гранитоидами [Мирошниченко и др., 1970]. Особенностью магматизма является широкое развитие различных по составу веерообразных даек. Среди метасоматически измененных пород преобладают скарны, почти нацело замещающие карбонатные горизонты в контактовом ореоле гранодиоритовых интрузий. В скарнах и других метасоматитах локализован основной объем руд меди, золота, молибдена, висмута, серебра, теллура, селена, кобальта, никеля, мышьяка, сурьмы, свинца и цинка.

Месторождения Саяк I, II, III, IV, V и др. разнообразны по составу и представлены магнетитовыми и сульфидными рудами, в которых выделяется ряд золотосодержащих парагенетических ассоциаций. Наиболее ранней является золото-герсдорфит-арсенопирит-кобальтиновая, приуроченная к внешней кварц-кальцит-хлоритовой зоне метасоматитов. Она является наиболее продуктивной в отношении золотого оруденения. Самородное золото представлено зернами изометричной или прожилковой формы размером до 0,15 мм высокой пробности (Au 99 %, Ag 1 %). Оно ассоциирует с глаукодотом, герсдорфитом, леллингитом и саффлоритом. Золото-висмутово-халькопирит-пирротиновая зона располагается среди эпидот-актинолитовых метасоматитов. В них присутствуют хорошо ограненные пластинки, округлые и вытянутые зерна размером до 0,2 мм, рассеянные в халькопирите. Содержание серебра в нем колеблется от 18 до 25 %. Золото-виттехинит-молибденит-борнит-халькопиритовые руды находятся во внутренней гранатовой зоне. Самородное золото представлено прерывистыми скоплениями вытянутой или овальной формы величиной до 1 мм, а также каемками и каплевидными обособлениями вокруг выделений виттехинита, гессита, эмплектита. Более распространены в этой зоне теллуриды золота и серебра.

В золото-скарновых месторождениях Саякской группы состав золота изменчив (мас. %): в ранней ассоциации Au 96–99; Ag 1–4; в средней — Au 82–75; Ag 18–25; в поздней — Au 80–55; Ag 20–45 [Мирошниченко и др., 1970].

В медно-порфировых рудах месторождения Бозщеколь установлено уменьшение пробности золота от ранней молибденит-халькопиритовой стадии к поздней сфалерит-халькопиритовой фации, с которой связано появление электрума.

Западно-Калбинская металлогеническая зона

8. Золото-углеродистое месторождение Бакырчик является известным объектом с запасами около 100 тонн золота [Дьячков, 1996; Константинов, и др., 2000]. Рудное поле представлено серией линзовидных лентообразных залежей вкрапленных сульфидных руд в углисто-глинистых породах карбона [Нарсеев, 1973]. Месторождению свойственна сложная минералого-геохимическая зональность. Соотношение в рудах главных золотоносных сульфидов — пирита и арсенопирита — изменяется с востока на запад от 1:2,5 до обратного. Сульфиды (галенит, сфалерит, блеклые руды) более развиты на западном фланге рудного поля, где ассоциируют с пиритом поздних гене-

раций. Вертикальная зональность проявлена фрагментарно. В нижних частях рудных жил по сравнению с верхними заметно меняется соотношение количеств пирита и арсенопирита от 1:3 до 3,5:5. Преобладающее значение пробности золота 880–890 ‰, хотя намечается волнообразный характер его распределения [Ананьев и др., 2010]. В рудном теле на 700 м по падению пробность уменьшается от 989 до 581 ‰.

9. Суздальская группа месторождений. *Месторождение Суздальское* принадлежит золото-сульфидно-кварцевому апокарбонатному типу и имеет возраст поздний девон-карбон. Месторождение представлено первичными рудами и золотоносными корами выветривания [Рафаилович, 2009; Рафаилович и др., 2011]. Наиболее продуктивной на видимое золото является золото-полисульфидная ассоциация, в которой золото присутствует в связи с таблитчатым арсенопиритом. Пробность первичных руд варьирует в интервале 930–980 ‰ (табл. 3.1). В коре выветривания широко развиты идиоморфные виды гипергенного золота: кристалломорфные индивиды и друзовидные агрегаты. Основная масса золота здесь представлена высокопробной разностью при вариациях от 918 до 1000. Его формирование происходило в коре выветривания в условиях значительного растворения невидимого золота сульфидов, его локального перераспределения и отложения в окислительных условиях. В пользу этого свидетельствует тенденция увеличения размерности выделений золота к верхним частям коры выветривания.

Таблица 3.1

Состав золотин из коры выветривания Суздальского месторождения

№ п/п	№ обр.	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба	Группа золота
1	СЗ-11	1	99,58	0,0	0,0	0,19	99,77	998	I
2	СЗ-17	21	94,90	4,32	0,04	0,05	99,30	956	I
3	СЗ-18	10	94,87	4,34	0,03	0,03	99,28	956	I
4	С-23	5	84,36	15,18	0,06	0,06	99,66	846	II
5	С-29	12	93,56	5,94	0,02	0,04	99,49	940	I
6	С-29?	6	93,39	5,99	0,07	0,05	99,44	939	I
7	С-38-1	3	84,58	14,90	0,07	0,12	99,67	849	II
8	С-38-2	5	96.36	3,26	0,35	0.06	100,02	963	I
9	СЗД-1-1	1	91,90	7,50	0,04	0,01	99,45	924	I
10	СЗД-1-2	1	93,56	5,33	0,03	0,01	98,93	946	I
11	СЗД-1-3	1	98,33	0,0	0,0	0,06	98,39	999	I
12	СЗД-1-4	1	93,24	5,25	0,03	0,0	98,52	946	I
13	СЗД-1-5	1	92,52	5,84	0,02	0,0	98,38	940	I
14	СЗД-1-6	1	93,54	5,18	0,02	0,0	98,74	947	I
15	СЗД-1-7	1	94,06	5,27	0,03	0,0	99,36	947	I
16	СЗД-1-8	1	92,64	5,86	0,01	0,02	98,53	940	I
17	СЗД-1-9	1	93,46	6,76	0,0	0,0	100,22	933	I
18	СЗД-1-10	1	93,52	5,02	0,04	0,0	98,58	949	I

Окончание табл. 3.1

№ п/п	№ обр.	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба	Группа золота
19	СЗД-1-11	1	96,44	4,30	0,0	0,0	100,74	957	I
20	СЗД-1-12	1	95,52	4,87	0,03	0,05	100,47	951	I
21	СЗД-1-13	1	95,38	5,11	0,0	0,10	100,59	948	I
22	СЗД-1-14	1	95,18	4,19	0,04	0,0	99,41	957	I
23	СЗД-3-1	1	100,92	0,0	0,01	0,0	100,92	1000	I
24	СЗД-3-2	1	100,28	0,0	0,0	0,02	100,30	1000	I
25	СЗД-3-3	1	99,90	0,0	0,0	0,0	99,90	1000	I
26	СЗД-3-4	1	101,39	0,0	0,0	0,0	101,39	1000	I

Примечание: 1) образцы: СЗ-11 — сульфидизированный яшмовидный кварцит; СЗ-17 — углеродистая полимиктовая существенно известняковая оруденелая брекчия; СЗ-18, С-23, 29, 38 — осветленная полимиктовая существенно известняковая оруденелая брекчия; СЗД-1 — объемная проба осветленных углеродсодержащих полимиктовых существенно известняковых оруденелых брекчий; СЗД-3 — объемная проба сульфидизированных брекчированных кремнистых пород; 2) анализы выполнены в Аналитическом центре ИГиМ СО РАН на рентгено-спектральном анализаторе Camebax (аналитик Л. Н. Поспелова); 3) коллекция К. Р. Ковалева; 4) группы месторождений по пробности золота: I — 970–1000, II — 900–969.

Наиболее полный материал по составу золота Суздальского месторождения получен от К. Р. Ковалева [Калинин и др., 2010]. Для первичного золота характерен идиоморфный характер выделений, широко проявлены кристаллы и их сростки. Приведены содержания для отдельных зерен в двух позициях: в центре и на периферии зерна. Имелось в виду, что в гипергенном золоте краевая кайма будет обеднена серебром и, соответственно, обогащена золотом. Эти явления в большинстве случаев не подтвердились, и общий размах колебаний следующий (мас. %): золото 81–96; серебро 4–19; меди 0,1–1,5. Выделяются зерна, в которых определена обратная тенденция и в центре содержания золота ниже, а серебра — выше (мас. %): Au 94,8–67,8; Ag 4,5–32,3. Видимо, причина заключается в том, что в этих зернах распределение основных компонентов мозаичное, подобное самородным выделениям в золото-колчеданно-полиметаллических месторождениях Урала [Зайков, 2006]. В гипергенном золоте проба очень высокая 960–1000 ‰.

На месторождении *Баладжал* основная масса видимого золота связана с кварцевыми жилами. Наблюдаются неправильные выделения в интерстициях зерен кварца, в микротрещинах, на стенках полостей выщелачивания сульфидов. Преобладающие размеры золотин до 1 мм, но встречаются и самородки величиной до 3 см. «Форма золотин разнообразная, чаще всего неправильных очертаний с неровной поверхностью, с причудливыми ответвлениями или изогнутыми проволочковидными образованиями, чешуйки, крючковатые индивиды с прихотливыми зазубренными краями. Нередко наблюдаются ноздреватые, амебовидные, дендритовидные, губчатые и другие

формы. Часто отмечаются раскристаллизованные образования с неясно выраженными гранями куба, покрытыми штриховками послойного роста. Очень редко встречаются кубические кристаллы со слабо развитой гранью октаэдра» [Ананьев и др., 2010, с. 32]. Микрозондовый анализ показывает значения пробности от 809 до 942 ‰; содержание серебра в золотинах колеблется от 4 до 19 %.

На *Боко-Васильевском* золото-кварцевом месторождении видимое золото достигает размера 1–2 мм [Ананьев и др., 2010]. Оно приурочено к тонким трещинам в кварце и ассоциирует с сульфидами. Золотины имеют форму пластин, проволочек, чешуек, дендритов, а также кристаллов с гранями куба и ромбододекаэдра. Проба золота 845–872 ‰, содержание серебра до 14 %.

10. Месторождение Эспе также относится к золото-кварцевому типу. Выделения золота в виде прерывистых цепочек приурочены к контакту крупно- и мелкозернистого кварца или включениям вмещающих пород. Редко наблюдаются отдельные золотины в ассоциации с арсенопиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом, блеклой рудой. Установлено увеличение пробности с глубиной (679–869 ‰), а также присутствие ртути до 1,2%. На сульфидно-золото-кварцевом месторождении *Казан-Чункур* выявлено пять кулисообразно сменяющихся жил, формирующих рудную зону длиной 2,5 км [Мизерный, Петров, 2010]. Самородное золото разделяется на гипогенное и гипергенное. Первое представлено пластинчатыми зернами размером 0,1–0,5 мм и ассоциирует с пиритом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом с пробностью 840–850 ‰. Менее развита ртутисто-золотая стадия с низкопробным (780 ‰) золотом, содержащим около 6 % ртути. Гипергенное золото имеет пробность 920–970 ‰ и приурочено к новообразованиям азурита, скородита, ярозита, гетита, лепидокрокита, гетита, пиролюзита.

Рудно-Алтайская металлогеническая зона

Данная структура вмещает большую группу колчеданно-полиметаллических и колчеданных месторождений, приуроченных к девонской палеоостровной дуге. Они сосредоточены в Змеиногорском, Иртышском, Лениногорском, Зыряновском рудных районах [Дьячков, 1996]. Золотые и серебряные руды связаны с зонами окисления ряда месторождений.

Во многих месторождениях характерным минералом колчеданных залежей является электрум, при этом намечаются некоторые различия в его составе. В электруме барит-полиметаллических и полиметаллических руд содержания основных компонентов меняются в пределах (мас. %): Au 44–80; Ag 21–56; в медно-цинково-колчеданных и медноколчеданных: Au 58–81; Ag 20–42 (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Состав золота из месторождений Рудного Алтая

[Минералы..., 1989, Геохимия..., 1975 с изменениями]

№ п/п	Месторождение	Тип руды	№ обр.	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба	Группа Au
1	Зареченское	Прожилковая барит-полиметаллическая из корневых зон	РЗП-13	77,23	17,07	—	0,06	94,36	818	II
2		Баритовая	РЗО-16	61,29	35,53	—	1,61	98,43	623	IV
3		Борнит-халькозин-халькопиритовая	РЗО-27-1	78,03	22,27	—	—	100,30	778	III
4			РЗО-27-2	76,23	23,28	—	—	99,51	766	III
5	Ново-Золотушинское	Полиметаллическая	РНЗ-35-1	74,75	25,58	—	0,02	100,35	745	III
6			РНЗ-35-2	77,64	22,77	—	0,12	100,53	772	III
7		Медно-колчеданная	РНЗ-2	89,61	8,32	—	0,27	98,20	913	I
8	Риддерское	Барит-полиметалчческая	РС-1	66,00	34,00	—	—	100,00	660	III
9	Змеиногорское	Ассоциация кераргирит-карбонаты	Зм-1	77,50	22,46	0,11	—	100,18	774	III
10			Зм-2	71,02	28,86	—	—	99,88	711	III
11	Зыряновское	Ассоциация акантит-ярозит	Зы-1	61,64	38,20	—	—	99,84	617	IV

12. Риддерское колчеданно-полиметаллическое месторождение открыто в 1776 г. горным офицером Ф. Риддером по чудским копям. До революции было добыто 1,36 млн т руды с содержанием до 1–5 кг/т Ag и 25–30 % Pb. Золото-барит-полиметаллические руды были широко развиты в кварц-баритовых куполах, в основании которых находятся баритизированные кварциты и массивные полиметаллические руды с заметным количеством серебросодержащей блеклой руды [Дьячков. 1996]. Вкрапленное барит-полиметаллическое оруденение в основании куполов обогащено золотом и развито в виде весьма неравномерной интерстициальной вкрапленности в сфалерите, галените, реже халькопирите, блеклой руде и доломите. Большая часть жильной массы содержит значительное количество золота и может быть отнесена к золотосодержащим кварц-баритовым рудам. Ближе к вершине куполов кварц-баритовые сменяются гематит-барит-кварцевыми. Все купольные образования рассекаются жилами крупнозернистого кварца, кальцита, барита с переотложенными сульфидами, прожилками натечного пирита (кварц-барит-пиритовая ассоциация).

13. Зыряновское полиметаллическое месторождение открыто в 1791 году Г. Г. Зыряновым по следам древних «чудских» горных выработок. С это-

го же года и началась разработка месторождения. В зонах окисления колчеданно-полиметаллических руд преобладает золото состава (мас. %): Au 61–77; Ag 28–34 при полном отсутствии меди (см. табл. 3.2) [Дьячков, 1996].

Восточно-Уральская металлогеническая зона

14. Джетыгаринская группа месторождений расположена в Костанайской области. Она объединяет золотоносные жилы, приуроченные к контактовой полосе гранитоидов с серпентинитами. Кроме одноименного месторождения в группу входят жилы Комаровского, Максимовского, Поповского, Сабитовского и Забеловского участков [Кутюхин, 1948]. Рудоносные зоны приурочены к местам сопряжения пологих и круто падающих разломов. Рудные минералы кварцевых жил, кроме золота, представлены пиритом, арсенопиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом. Золото образует включения в сульфидах; встречены и самородки весом 300–400 г. Пробность установлена в сопровождающих оруденение россыпях (823–917 ‰).

Мугоджарская металлогеническая зона

15. Месторождение Юбилейное золото-порфирового типа приурочено к штоку биотит-рогово-обманковых плагиогранит-порфиров, прорывающих базальты и окаймленных интенсивно окварцованными породами [Металлогения…, 1980]. Выявлено оно было по древним выработкам. Золотое оруденение залегает в гидротермально-измененных породах и размещается как по периферийной зоне интрузии, так и в пределах самой интрузии. Главными минералами первичных руд являются: халькопирит, пирит, магнетит, золото самородное, антимонит; второстепенными: сфалерит, галенит, пирротин, марказит, рутил. Текстуры руд: однородные массивные, полосовидные, пятнистые, прожилковые, реже брекчиевидные. Нерудные минералы: кварц, кальцит, доломит, эпидот, альбит, хлорит, актинолит. серицит. Содержания золота в руде 6–8 г/т, пробность золота 800–950. На месторождении добыто по 2005 г. около 22 т золота.

16. Месторождение Джиландинское медно-цинково-колчеданного типа приурочено к риолит-базальтовому комплексу. Отрабатывалось полвека назад карьером, главным образом, золотоносная зона окисления.

3.2. Состав золотых изделий в археологических памятниках Казахстана

Для характеристики древнего золота Казахстана был изучен состав изделий из коллекций Центрального государственного музея Республики Казахстан, Музея археологии и этнографии Карагандинского государственного университета им Е. А. Букетова, Костанайского областного историко-краеведческого музея, ООО «Тургайская археологическая экспедиция», Западно-Казахстанского областного центра истории и археологии, экспедиции Института археологии им. А. Х. Маргулана [Таиров и др., 2015].

Все археологические памятники, материалы которых вошли в наше исследование (рис. 3.2), разделены на четыре территориальные группы: цент-

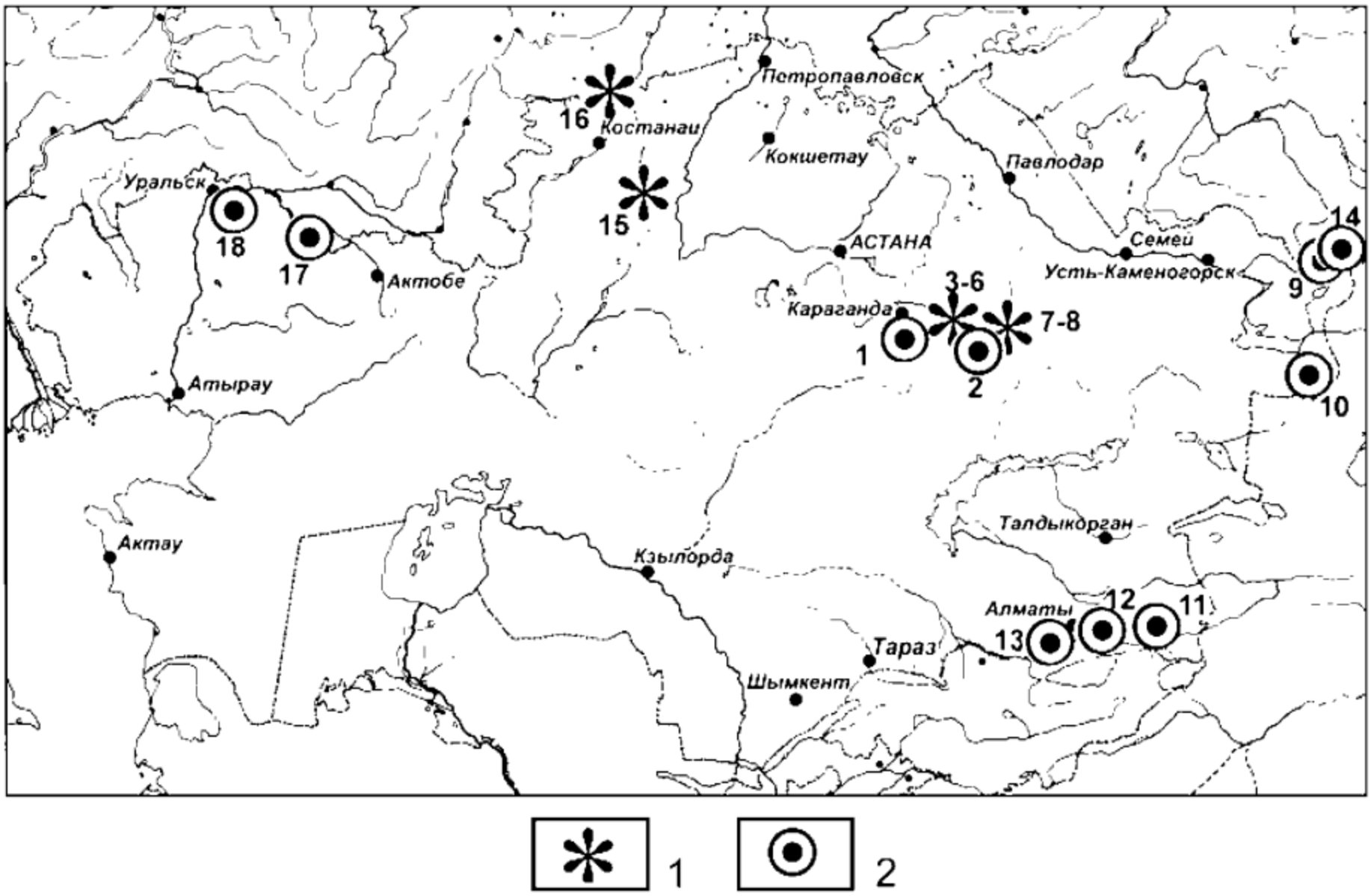


Рис. 3.2. Схема размещения исследованных археологических памятников в Казахстанском регионе:

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)

рально-казахстанскую, восточно-казахстанскую, западно-казахстанскую и северо-западную (костанайско-тургайскую). Центрально-казахстанская группа включает памятники, находящиеся на территории современной Карагандинской области,— могильники эпохи бронзы Сатан, Копа, Бозинген, Нуркен, Ташик, Акимбек, курганы раннего железного века — могильники Талды-2, Шерубай. Восточно-казахстанская включает комплексы раннего железа могильников Шиликтинского, Тарасу, Берел, Жалаулинский клад, Каргалинский клад (Каргалинское погребение) и курган Иссык. В западно-казахстанскую группу выделены находящиеся в Южном Приуралье могильник Таксай I и курган 2 Покровского могильника. Северо-Западная группа включает памятники бронзы Джангильды 5 и Бестамак. Состав золотых изделий иллюстрируется табл. 3.3, 3.4, 3.5.

Таблица 3.3

Результаты рентгенофлуоресцентного анализ золотых изделий из могильников Северо-Западного и Центрального Казахстана

№ п/п	Изделие	№ обр.	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Pb	Ni	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Изделия эпохи бронзы													
Джангильды 5													
1	Фольга с бронзовой подвески	Дж-5-89/1942-1944	1	67,1	29,2	3,1	0,3				99,7	673	IV-Л
2		Дж-5-86/2831	1	61,1	31,2	7,20	0,1	—	—	—	99,6	613	V-Л
3		Дж-5-86/1259	1	65,70	29,80	4,50	—	—	—	—	100	657	IV-Л
4		Дж-5-86/1239	1	74,3	21,7	3,30	0,2	0,6	0,5	—	100,6	739	IV-Л
5	Фольга с височного кольца	б/н	1	62,1	32,4	5,6	—	0,6	—	—	100,7	617	V-Л
6		Дж-5-86/1413	1	64,2	33,8	2,0	—	—	—	—	100	642	V-С
7		Дж-5-86/1413-1	3	64,5	34,1	1,4	—	—	—	—	100	645	V-С
8		Дж-5-84-85	9	64,6	23.6	1,7	—	—		—	89,9	719	IV-С
Бестамак													
9	Фольга с бронзовой подвески	Бе-91-8013	3	88,0	11,9	0,4	—	—	—		100,3	877	III-С
10		Бе-03-110-414	3	82,1	15,5	1,9	—	—	—	—	99,5	825	III-С
11		Бе-1-91/4867	1	64,5	23,5	11,4	—	0,5	—	—	99,9	646	V-Л
12		Бе-1-92/8065	1	73,4	19,9	5,6	0,3	0,7	—	—	99,9	735	IV-Л
13		Бе-1-91/4164	1	88,6	10,0	1,2	0,2	—	—	—	100	886	III-С
14		Бе-1-91/4535	1	86,3	11,3	2,2	0,1	—	—	—	99,9	864	III-Л
15		КП 12339/4 А881 А876	1	69,9	29,1	0,7	0,3	—	—		100	699	IV-С
16		Бе/412	1	82,5	15,2	2,3	—	—	—	—	100	825	III-Л
17		Бе/413	1	73,4	13,5	12,2	0,4	0,5	—	—	100	734	IV-Л
Сатан													
18	Кольцо височное	С-КДМ к-4, м-3-1	2	57,8	39,4	2,8	—	—	—	—	100,0	578	V-Л
19		С-КДМ к-4, м-3-2	2	57,0	39,80	2,6	—	0,6	—	—	100.0	570	V-Л
20	Фрагмент височного кольца гофрированный	С-КДМ к-3	2	73,6	25,5	0,8	—	—	—	—	99,9	737	IV-С
21	Подвески в 1,5 оборота	С-КДМ к-4, м-3-3	2	51,0	47,1	1,6	—	—	—	—	99,7	512	V-С
22		С-КДМ м-4-1	2	50,8	45.8	3,5	—	—	—	—	100,1	507	V-Л
23		С-КДМ к-4, м-1	2	74,00	23,35	2,70	—	—	—	—	100,1	740	III-Л
24		С-КДМ м-4-2	3	49,6	45,5	4,4	—	0,5	—	—	100,0	496	V-Л
25		С-КДМ м-4-3	2	51,4	45,4	3,2	—	—	—	—	100,0	514	V-Л

Продолжение табл. 3.3

№ п/п	Изделие	№ обр.	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Pb	Ni	Сумма	Проба	Группа, тип Au
	Копа												
26	Фрагменты височного кольца	КДМ 25 (КМВ-11)	2	62,8	36,7	—	—	0,5	—	—	100,0	628	V-С
27	Фрагмент подвески в 1,5 оборота	К-КДМ м-6	1	72,2	25.5	2,3	—	—	—	—	100,0	722	III-Л
28	Подвески в 1,5 оборота	К-КДМ м-1-1 (11К/126)	2	50,9	46,7	1,6	—	0,8	—	—	100,0	509	V-С
29	Обойма	К-КДМ м-1-2 (11К/130)	1	62,9	31.2	5,9	—	—	—	—	100,0	629	V-Л
	Бозинген												
30	Подвески в 1,5 оборота	Б-КДМ к-23-1	1	71,7	28,3	—	—	—	—	—	100,0	717	IV-С
31		Б-КДМ к-23-2	1	70,8	26.5	—	—	—	—	—	97.3	728	IV-С
32		Б-КДМ к-24	1	67,2	29,7	2,5	—	0,6	—	—	100,0	672	IV-Л
33		Б-КДМ к-6	2	69,7	26,9	3,0	—	0,4	—	—	100,0	697	IV-Л
34	Бусина биконическая	Б-КДМ 23	1	79,1	18,2	2,1	—	0,6	—	—	100,0	791	IV-Л
35	Пронизь рифленая	Б-КДМ 24	2	60,4	37,2	2,4	—	—	—	—	100,0	604	V-Л
	Акимбек												
36	Обойма № 1	А-КДМ к-6, м-3-1 (253А/106)	2	68,5	31,0	—	—	—	—	—	99,5	688	IV-С
37	Обойма № 2	А-КДМ к-6, м-3-2 (253А/107)	1	66,7	28,8	4,5	—	—	—	—	100,0	667	IV-Л
	Нуркен												
38	Подвески в 1,5 оборота	Н-КДМ м-11 (14Н/12)	2	81,1	15,1	3,6	—	—	—	—	99,8	813	III-Л
	Ташик												
39	Подвески в 1,5 оборота	Т-КДМ м-2 (46Т/903)	2	76.8	21.8	1.4	—	—	—	—	100,0	768	IV-С
	Изделия эпохи раннего железного века												
	Шерубай												
40	Стилизованная фигура птицы (пластина № 1)	Ш-Пт1	6	87,8	10,5	0,4	—	0.1	—	—	98,8	889	III-С

Продолжение табл. 3.3

№ п/п	Изделие	№ обр.	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Pb	Ni	Сумма	Проба	Группа, тип Au
41	Стилизованная фигура птицы (пластина № 2)	Ш-Пт2	6	88,5	10,1	0,1	—	0,1	—	—	98,8	896	III-С
42	Стилизованная фигура птицы с треугольным вырезом	Ш-Пт3	6	88,7	10,0	—	—	0,3	—	—	99,0	896	III-С
				Талды-2, к-2									
43	Пронизь — рифленая трубочка	Т2-П1	3	92,3	6,9	0,4	—	0,1	—	—	99,7	926	II-С
44		Т2-П2	4	84,0	14,6	1,2	—	—	—	—	99,8	842	III-С
45		Т2-П3	2	81,3	17,5	0,7	—	0,5	—	—	100,0	813	III-С
46		Т2-П4	4	91,7	6,5	0,9	—	0,2	—	0,1	99,4	923	II-С
47		Т2-П5	4	92,5	5,9	0,4	—	0,5	—	0,2	99,5	930	II-С
48		Т2-П6	4	89,1	9,5	0,6	—	0,4	—		99,6	895	III-С
49		Т2-П7	4	90,3	7,8	1,5	—	0,1	—	—	99,7	906	II-С
50		Т2-П8	2	90,7	7,9	1,3	—	—	—	—	99,9	908	II-С
51		Т2-П9	5	90,2	8,1	0,8	—	0,2	—	—	99,3	908	II-С
52	Украшение в форме противопоставленных голов архаров	Т2-А-1	1	92,1	7,6	—	—	—	—	—	99,7	924	II-С
53		Т2-А-2	4	86,7	12,0	0,9	—	—	—	—	99,6	870	III-С
54		Т2-А-3	5	87,1	12,1	0,2	—	0,1	—	—	99,5	875	III-С
55	Украшение в виде фигур орлов	Т2-Ор	1	87,9	10,3	0,8	—	0,6	—	—	99,6	883	III-С
				Талды 2, к-5									
56	Обойма поясная № 1 с петлей	Т2-Об1	4	88,3	11,0	0,6	—	0,1	—		100,0	883	III-С
57	Обойма поясная № 2 с петлей	Т2-Об2	2	87,4	11,7	0,7	—	0,2	—	—	100,0	874	III-С
58	Обойма поясная № 3 без петли	Т2-Об3	4	85,1	14,0	0,8	—	0,1	—	—	100,0	851	III-С
59	Обойма поясная № 4 без петли	Т2-Об4	4	88,3	11,1	0,6	—	—	—	—	100,0	883	III-С

Продолжение табл. 3.3

№ п/п	Изделие	№ обр.	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Pb	Ni	Сумма	Проба	Группа, тип Au
60	Обойма поясная № 5 без петли	Т2-Об5	4	85,2	13,9	0,8	—	0,1	—	—	100,0	852	III-С
61	Обойма поясная № 6 без петли	Т2-Об6	4	86,5	12,5	0,7	—	0,4	—	—	100,1	864	III-С
62	Обойма поясная № 7 без петли	Т2-Об7	4	88,2	11,2	0,6	—	—	—	—	100,0	882	III-С
63	Обойма поясная № 8 без петли	Т2-Об8	3	78,9	20,2	0,9	—	—	—	—	100,0	789	IV-С
64	Пряжка поясная	Т2-Пр	4	83,7	15,3	0,7	—	0,3	—	—	100.0	837	III-С
65	Ворворка большая с головами сайгаков	Т2-ВБ	3	89,1	10,3	0,4	—	—	—	—	99,8	893	III-С
66	Ворворка малая с тиграми № 1	Т2-ВМ1	1	85,0	13,3	1,6	—	—	—	—	99,9	851	III-С
67	Ворворка малая с тиграми № 2	Т2-ВМ2	1	84,8	13,5	0,8	—	0,5	—	—	99,6	851	III-С
68	Ворворка малая с тиграми № 3	Т2-ВМ3	3	84,9	14,0	1,0	—		—	—	99,9	850	III-С
69	Ворворка малая с тиграми № 4	Т2-ВМ4	3	85,5	13.4	0,90	—	—	—	—	99,8	857	III-С
70	Бляха фигурная	Т2-Б	4	79,5	19,2	1,0	—	0,2	—	—	99,9	796	IV-С
71	Серьга с конусовидной подвеской	Т2-С	4	92,8	6,0	1,0	—	—	—	—	99,8	930	II-С
72	Накладки с изображением идущего хищника № 1 (идущего влево)	Т2-Н1	3	74,3	24.8	0,3	—	0,9	—	0,9	101,2	734	IV-С

Окончание табл. 3.3

№ п/п	Изделие	№ обр.	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Pb	Ni	Сумма	Проба	Группа, тип Au
73	Накладки с изображением идущего хищника № 2 (идущего вправо)	Т2-Н2	3	71,8	27,0	0,8	—	0,6	—	0,6	100,8	712	IV-С
74	Обойма портупейного ремня с изображением фигур 4 хищников № 1	Т2-П1	3	92,1	7,4	—	—	0,2	—	—	99,7	924	II-С
75	Обойма портупеи с изображением фигур кошачьих хищников № 2	Т2-П2	3	92,6	7,2	—	—	—	—	—	99,8	928	II-С

Примечание: 1) анализы выполнены на портативном приборе INNOV-X α-4000 (аналитик И. А. Блинов); 2) группы месторождений по пробности золота: II — 900–969, III — 800–899, IV — 650–799, V — 400–649); 3) типы золота: С — самородное, Л — легированное.

Таблица 3.4

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа золотых изделий из памятников Западного Казахстана

[Блинов и др., 2014]

№ п/п	Изделие	№ образца	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба Au	Группа, тип Au
Памятник Таксай I									
1	Бляшки массивные в виде двух голов барана № 1	БКОМ 9241/13	3	85,5	10,9	2,8	99,2	862	III-Л
2	То же 2		2	85,3	11,1	2,8	99,2	860	III-Л
3	То же 3		2	85,5	11,3	2,8	99,6	858	III-Л
4	То же 4		2	86,0	10,9	2,8	99,7	863	III-Л
5	То же 5		2	85,4	11,1	2,8	99,3	860	III-Л
6	То же 6		2	85,5	10,9	2,8	99,2	862	III-Л
7	То же 7		2	85,6	10,8	2,7	99,1	864	III-Л
8	То же 8		2	85,4	11,2	2,8	99,4	859	III-Л

Продолжение табл. 3.4

№ п/п	Изделие	№ образца	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба Au	Группа, тип Au
9	То же 9		2	85,4	11,1	2,8	99,3	860	III-Л
10	То же 10		2	85,6	10,9	2,7	99,2	863	III-Л
11	То же 11		2	85,3	11,2	2,8	99,3	859	III-Л
12	То же 12		2	85,6	11,1	2,8	99,5	860	III-Л
13	То же 13		2	83,3	13,2	2,8	99,3	839	III-Л
14	То же 14		2	85,4	11,2	2,8	99,4	859	III-Л
15	То же 15		2	85,1	11,1	2,8	99	860	III-Л
16	То же 16		2	85,0	11,1	2,8	98,9	859	III-Л
17	То же 17		2	85,3	11,1	2,8	99,2	860	III-Л
18	То же 18		2	85,5	11,3	2,7	99,5	859	III-Л
19	То же 19		2	85,3	11,3	2,8	99,4	858	III-Л
20	То же 20		1	85,5	11,1	2,8	99,4	860	III-Л
21	То же 21		1	85,0	11,2	2,8	99	859	III-Л
22	То же 22		1	85,4	10,9	2,8	99,1	862	III-Л
23	То же 23		1	85,6	10,9	2,6	99,1	864	III-Л
24	То же 24		1	86,1	10,7	2,7	99,5	865	III-Л
25	То же 25		1	85,2	11,2	2,7	99,1	860	III-Л
26	То же 26		1	85,6	10,9	2,7	99,2	863	III-Л
27	Бляшки свастичные № 1 (крупные)	БКОМ 9241/15	2	89,7	9.8	—	99,5	902	II-С
28	То же № 2		2	93,2	6.6	—	99,8	934	II-С
29	То же №3		2	88,1	10,1	2,5	100,7	875	III-Л
30	То же № 4		1	88,3	10,5	—	98,8	894	III-С
31	То же № 5		1	93,3	6,5	—	99,8	935	II-С
32	То же № 6		1	90,1	9,2	—	99,3	907	II-С
33	То же № 7		1	86,6	10,4	2,5	99,5	870	III-Л
34	То же № 8		1	89,5	10,2	—	99,7	898	III-С
35	То же № 9		1	86,2	10,3	2,5	99	871	III-Л
36	То же № 10		1	89,4	10,2	—	99,6	898	III-С
37	То же № 11		1	91,5	7,9	—	99,4	921	II-С
38	То же № 12		1	89,9	9,7	—	99,6	903	II-С
39	То же № 13		1	86,9	10,0	2,5	99,4	874	III-Л
40	То же № 14		1	85,9	10,3	2,5	98,7	870	III-Л
41	То же № 15		1	89,9	9,7	—	99,6	903	II-С
42	То же № 16		1	86,8	10,1	2,5	99,4	873	III-Л
43	Бляшки свастичные (малые) № 1	БКОМ 9241/16	1	96,5	1,3	—	97,8	987	I-С
44	То же № 2		1	91,4	5,2	2,5	99,1	922	II-Л
45	То же № 3		1	91,8	5.3	2,6	99,7	921	II-Л
46	То же № 4		1	96,6	2,9	—	99.5	971	I-С

Продолжение табл. 3.4

№ п/п	Изделие	№ образца	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба Au	Группа, тип Au
47	То же № 5		1	91,7	5,2	2,5	99,4	923	II-Л
48	То же № 6		1	96,8	2,9	—	99,7	971	I-С
49	То же № 7		1	91,9	5,1	2,5	99,5	924	II-Л
50	То же № 8		1	97,5	2,2	—	99,7	978	I-С
51	То же № 9		1	92,0	5,0	2,5	99,5	925	II-Л
52	То же № 10		1	96,2	2,9	—	99,1	971	I-С
53	То же № 11		1	91,6	5,3	2,5	99,4	922	II-Л
54	То же № 12		1	92,0	5,0	2,5	99,5	925	II-Л
55	То же № 13		1	91,9	5,2	2,5	99,6	923	II-Л
56	То же № 14		1	97,5	1,3	—	98,8	987	I-С
57	То же № 15		1	91,8	5,1	2,5	99,4	924	II-Л
58	То же № 16		1	96,3	2,9	—	99,2	971	I-С
59	То же № 17		1	98,1	1,5	—	99,6	985	I-С
60	То же № 18		1	91,6	5,3	2,6	99,5	921	II-Л
61	То же № 19		1	97,5	1,4	—	98,9	986	I-С
62	То же № 20		1	96,6	3,0	—	99,6	970	I-С
63	То же № 21		1	96,5	2,9	—	99,4	971	I-С
64	То же № 22		1	91,4	5,3	2,5	99,2	921	II-Л
65	То же № 23		1	91,9	5,1	2,6	99,6	923	II-Л
66	То же № 24		1	97,3	2,1	—	99,4	979	I-С
67	То же № 25		1	91,4	5,2	2,5	99,1	922	II-Л
68	То же № 26		1	91,5	5,3	2,5	99,3	921	II-Л
69	То же № 27		1	91,6	5,3	2,5	99,4	922	II-Л
70	То же № 28		1	97,7	2,1	—	99,8	979	I-С
71	То же № 29		1	96,4	2,9	—	99,3	971	I-С
72	То же № 30		1	97.5	2,2	—	99,7	978	I-С
73	Бляшка нашивная 1	БКОМ 9241/14	3	88,2	10,2	2,5	100,9	874	III-Л
74	Нашивные бляшки 2		3	86,9	10,0	2,5	99,4	874	III-Л
75	Нашивные бляшки 3		3	88,7	9,6	2,5	100,8	880	III-Л
76	Нашивные бляшки 4		3	88,3	10,0	2,5	100.8	876	III-Л
77	Нашивные бляшки 5		3	87,3	10,0	2,5	99,8	875	III-Л
78	Нашивные бляшки 6		3	87,1	9,8	2,5	99,4	876	III-Л
79	Нашивные бляшки 7		3	88.5	10,1	2,5	101,1	875	III-Л
80	Бляшка нашивная целая 1	БКОМ 9241/7	3	96,6	2,2	0,9	99,7	969	II-С
81	Бляшка нашивная целая 2		3	96,1	2,9	—	99	971	I-С
82	Бляшка нашивная 3		2	96,2	2,9	—	99,1	971	I-С
83	Бляшка нашивная 4		3	96,0	2,9	—	98,9	971	I-С
84	Бусина 1		3	91,2	5,7	2,7	99,6	916	II-Л
85	Бусина 2		3	93,4	6,2	—	99,6	938	II-С

Продолжение табл. 3.4

№ п/п	Изделие	№ образца	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба Au	Группа, тип Au
86	Бусина 3		3	90,5	5,8	2,6	98,9	915	II-Л
87	Шарик (бусина) 1	БКОМ 9241/4	2	93,5	6,2	—	99,7	938	II-С
88	Шарик (бусина) 2		2	91,1	5,7	2,8	99,6	915	II-Л
89	Шарик (бусина) 3		2	91,5	5,7	2,7	99,9	916	II-Л
90	Шарик (бусина) 4		2	91,3	5,8	2,5	99,6	917	II-Л
91	Шарик (бусина) 5		2	90,9	6,0	2,7	99,6	913	II-Л
92	Шарик (бусина) 6		2	91,5	5,5	2,8	99,8	917	II-Л
93	Шарик (бусина) 7		2	91,2	5,7	2,7	99,6	916	II-Л
94	Шарик (бусина) 8		2	91,3	5,8	2,6	99,7	916	II-Л
95	Накладка 1 (большая)	БКОМ 9241/3	2	75,2	21,2	3,0	99,4	757	IV-Л
96	Накладка 2 (волнистая, цельная)		2	89,4	8,0	2,6	100	894	III-Л
97	Накладка 6		2	76,0	20,4	2,9	99,3	765	IV-Л
98	Накладка 3		2	85.7	11,2	2,8	99,7	860	III-Л
99	Накладка 5		2	86,0	10,7	2,7	99,4	865	III-Л
100	Подвеска «волчий клык» без зубов		3	92,7	3,9	2,8	99,4	933	II-Л
101	Подвеска «волчий клык» с зубом		3	94,7	1,1	2,5	98,3	963	II-Л
102	Подвеска с зубами		2	97,1	1,3	2,5	100.9	962	II-Л
103	Подвеска с зубами		1	96,2	1,0	2,5	99,7	965	II-Л
104	Подвеска с зубом (маленькая)		1	95.3	1,6	2,5	99,4	959	II-Л
105	Обкладка клыка хищника 1	БКОМ 9241/5	2	94.6	1,1	2,6	98,3	962	II-Л
106	Обкладка клыка хищника 2	БКОМ 9241/6	4	96,8	1,2	2,7	100,7	961	II-Л
107	Обкладка клыка с завитками	БКОМ 9241/9	1	97,7	1,3	—	99	987	I-С
108	Обкладка зубов 1	БКОМ 9241/12	2	98,7	1,0	—	99,7	990	I-С
109	Обкладка зубов 2		3	96,9	1,2	2,5	100,6	963	II-Л
110	Подвеска височная конусообразная с гирляндой подвесок — конус	БКОМ 9241/18	4	96,5	3.0	—	99,5	970	I-С
111	То же — кольцо		2	96.4	3,1	—	99,5	969	II-С
112	То же — подвеска		2	94.0	2,8	2,5	99,3	947	II-Л
113	То же — нижний ряд подвесок		2	94,1	2,9	2,5	99,5	946	II-Л
114	Элемент женского головного убора — голова барана с креплением и подвесками	9241/1	6	92,3	7,4	—	99,7	926	II-С
115	То же — левое ухо		1	96,9	—	2,8	99,7	972	I-Л
116	То же — правое ухо		1	94,2	2,8	2,7	99,7	945	II-Л
117	То же — переднее крепление		8	92,0	6,7	1,0	99,7	923	II-С
118	То же — заднее крепление		6	91,8	6,6	1,3	99,7	921	II-С
119	То же — кант, переднее крепление справа		1	91,2	6,0	2,6	99,8	914	II-Л

Окончание табл. 3.4

№ п/п	Изделие	№ образца	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба Au	Группа, тип Au
120	Гривна женская	БКОМ 9241/2	4	97,6	2,0	—	99,6	980	I-С
121	Браслет с изображением зверей		4	89,3	7,5	3,1	99,9	894	III-Л
122	Браслет в скифо-зверином стиле — середина	БКОМ 9241/19	4	88,7	7.8	3.3	99,8	889	III-Л
123	Ручка зеркала — у основания		2	86,2	13,4	—	99,6	865	III-С
124	Ручка зеркала — низ		2	85,2	14.4	—	99,6	855	III-С
125	Ручка зеркала — середина		2	81,9	12,5	5,0	99,4	824	III-Л
Покровский могильник, курган 2									
126	Бляшка в виде морды тигра	ЦМК КП 4024	1	90,4	7,5	2,0	100,0	904	II-С
127		ЦМК КП 4025	1	89,90	7,9	2,2	100,0	899	III-Л
128	Бляшка с растительным орнаментом	ЦМК КП 4019	1	87,00	11,7	0,7	99,9	870	III-С
129	Бляшка с изображением двух голов архаров № 1	ЦМК КП 4020	1	90,3	7,2	1,4	99,3	903	II-С
130	То же № 2	ЦМК КП 4021	1	91,20	7,4	1,0	100.0	912	II– С
131	То же № 3	ЦМК КП 4022	1	91,00	7,5	1,2	100,1	909	II-С
132	То же № 4	ЦМК КП 4023	1	90,60	7.8	1,2	100,0	906	II-С

Примечание: 1) измерения произведены на приборе INNON-X α 400 (аналитик И. А. Блинов); 2) в Покровском могильнике присутствуют Fe в № 126 — 0,1, 130–132 — 0,4 %; Sn в № 128 — 0,5, № 129 — 0,4 %; 3) группы месторождений по пробности золота: I — 970–1000, II — 900–969, III — 800–899, IV — 650–799; типы золота С — самородное, Л — легированное.

Таблица 3.5

Состав золотых изделий из археологических памятников Восточного Казахстана

№ п/п	Название предмета	Номер	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Жалаулинский клад											
1	Пектораль	ЦМК КП 22029/1.24	4	90,1	8,2	1,2	0,5	0,1	99,5	905	II-С
2	Скульптура оленя (обойма)	ЦМК КП 22030/9	6	92.4	7,6		—	—	100,0	919	II-С

Продолжение табл. 3.5

№ п/п	Название предмета	Номер	Кол-во а нал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Сумма	Проба	Группа, тип Au
3	Наконечник ремня	ЦМК КП 22031/1	2	89,4	8,4	1,2	1,0	—	100.0	894	III-С
4	Наконечник ремня	ЦМК КП 22031/2	1	82,9	7,4	8,8	0,9	—	99.1	837	III-Л
5	Бляха от наборного пояса	ЦМК КП 22030/2	2	88,2	9,6	1,6	0,6	—	99,4	882	III-С
6	Бляшка в виде парных фигур оленей	ЦМК КП 22030/11	2	84,3	14.3	—	0,6	—	99,0	852	III-С
7		ЦМК КП 22030/12	3	83,5	13,4	0,8	1,6	0,2	97,9	853	III-С
8	Бляшка округлая	?	1	86,6	5,6	1,6	5,4	—	93,8	923	II-С
9	Бляшка с рельефным изображением пантеры	ЦМК КП 22031/6а*	1	92,7	6,5	—	—	—	99,20	934	II-С
10		ЦМК КП 22031/6б	1	92,5	6,3	0,6	0,1	0,5	99,9	926	II-С
11		ЦМК КП 22031/6г*	1	91,7	6,1	0,8	0,2	0,6	99,4	923	II-С
12		ЦМК КП 22031/6д	1	92,8	6.4	0,8	0	—	100,0	928	II-С
13	Пластина с напаянными иглами	ЦМК КП 22038/51	7	90,8	8,1	0,7	0,3	0,2	100,1	907	II-С
Могильник Тарасу, курган 23											
14	Бляшка в виде кошачьего хищника	ЦМК КП 26432	1	89,2	9,2	1,1	0,1	0,4	100,0	892	III-С
Каргалинский клад											
15	Бляшки в виде крылатых козлов	ЦМК КП 4000	3	94,6	4,2	0,9	0,2	—	100,0	947	II-С
16	Бляшки в виде древесных листков	ЦМК КП 3989	2	93,4	5,4	1,1	0,1	—	100,0	934	II-С
Шиликтинский могильник 2, курган 1											
17	Бляшка в виде архара	ЦМК КП 26860*	2	94,4	5,5	—		—	100,0	944	II-С
Шиликтинский могильник, курган 7											
18	Бляшка в виде рыбы	ЦМК КП 13047/7*	1	93,2	5,1	—	0.3	0,5	100.0	932	II-С
19	Бляшка в виде горного козла	ЦМК КП 13047/3	1	95,1	4,0	—	0,3	0,6	100,0	951	II-С
20	Бляшка в виде грифона	ЦМК КП 13047/2	1	93,7	5,8	—	—	0,5	100,0	937	II-С
Шиликтинский могильник, курган 5											
21	Подвеска (основа)	2326/9	1	95,3	4,5	0,2	—	—	100,05	953	II-С

Продолжение табл. 3.5

№ п/п	Название предмета	Номер	Кол-во а нал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Сумма	Проба	Группа, тип Au
22	Петля этой же подвески		1	94,8	4,8	0,35	—	—	99,95	948	II-С
23	Бляшка в виде оленя	2326/1-3	1	95,3	4,3	0,3	—	—	100,0	954	II-С
24	Бляшка в виде оленя	2326/1-1	1	93,0	6,7	0,3	—	—	100,05	930	II-С
25	Бляшка в виде оленя	2326/1-2	1	92,8	6,9	0,25	—	—	100.0	929	II-С
26	Бляшка в виде оленя	2326/1-6	1	92,8	6,9	0,25	—	—	100,0	928	II-С
27	Пластина в виде рыбы	2326/6	1	93,8	5,8	0,3	—	—	100.0	939	II-С
28	Зернь на этой пластине		1	89,4	9,3	1,2	—	—	99,9	895	III-С
29	Бляшка орлиноголовая	2326/3	3	89,8	10,0	0,52	—	—	100,02	895	III-С
Курган Иссык											
30	Барс на горе. Бляха			72,5	22,1	3,8	—	—	98,72	736	IV-Л
31	Лошадь. Бляха			74.3	23.2	1,2	—	—	97,79	752	IV-С
32	Барс (одиночный)			73,0	23,7	1,1	—	—	99.25	746	IV-С
33	Фигурные пластины			73.6	22.8	2,8	—	—	99,99	742	IV-Л
34	Барс на горе (мелкий). Бляха			71,0	28,7	0,3	—	—	98,67	710	IV-С
35	Птица на дереве и на горе. Пластина			73,8	24,6	0,3	—	—	97.33	748	IV-С
36	Кони рогатые и крылатые. Пластина			70,4	24,6	2,3	—	—	97,65	724	IV-Л
37	Диадема. Пластина с растительным орнаментом			78,4	18,8	0,4	—	—	99.82	803	III-С
38	Украшение геометрической формы			74,4	25,2	0,2	—	—	99,90	745	IV-С
39	Архар. Скульптурка			66.7	27.4	5,8	—	—	97,91	668	IV-Л
40	Украшение в виде клюва птицы			66,9	30,5	0,5	—	—	98,70	683	IV-С
41	Стреловидные украшения. Пластина			68,8	29,1	0,8	—	—	98,70	697	IV-С
42	Козел. Бляха			82,4	16,1	0,1	—	—	99.06	835	III-С
43	Гривна. Концы-головы тигров			77,6	21,2	0,3	—	—	100,0	783	IV-С
44	Пантера			87,9	12,0	0,1	—	—	98,60	879	III-С
45	Голова лося. Поясная бляха			70,5	23,0	5,1	—	—	98,64	715	IV-Л

Окончание табл. 3.5

№ п/п	Название предмета	Номер	Кол-во нал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Сумма	Проба	Группа, тип Au
46	Олень. Поясная бляха			78,8	18,2	1.6	—	—	100,12	799	IV-С
47	Лось. Накладка на ножны кинжала			69.6	30,1	0,4	—	—	99,31	695	IV-С
48	Лошадь. Накладка на ножны кинжала			69,7	29,1	0,6	—	—	98,37	701	IV-С
49	Составные бляшки			80,0	18,2	0,2	—	—	98,78	813	III-С
50	Серьга с подвесками и бирюзой			82,3	15,4	0,6	—	—	98,11	833	III-С
51	Головы львов. Бляха			67,2	30,8	0,1	—	—	99,69	685	IV-С
52	Перстень			84,1	9.3	6,3	—	—	99.74	844	III-Л
53	Перстень с щитком			81,0	10,9	7,8	—	—	98,79	812	III-Л
54	Лунообразные бляшки			67,3	31,4	0,1	—	—	100,31	681	IV-С
55	Стреловидные бляшки			66,8	33.2	0,3	—	—	98,99	666	IV-С
56	Прямоугольные (узкие) бляшки			73,0	25,8	0,2	—	—	99,52	738	IV-С
57	Квадратные бляшки			77,1	22,3	0.1	—	—	98,87	774	IV-С
58	Ромбовидные бляшки			78,1	20,7	0.1	—	—	98,35	790	IV-С
59	Прямоугольные бляшки			72,3	25.8	0,2	—	—	99,98	735	IV-С
60	Трилистники.			71,4	28,5	0.1	—	—	97,17	714	IV-С
61	Головы тигров с горизонтальными планками			66,7	26,7	3,7	—	—	99,05	687	IV-Л
62	Головы тигров с вертикальными планками			69,6	26,6	2,8	—	—	98,72	703	IV-Л

Примечание: 1) 1–20 — анализы по экспозиции Центрального государственного музея Республики Казахстан выполнены на портативном приборе INNON-X α 4000 (аналитик И. А. Блинов), 21–29 — по данным [Марсадолов и др. 2013], 30–62 — по данным [Кузнецова, Мадина, 1990]; 2)* — пробы, в которых обнаружен Pb в количестве 0,1–0,9; группы по пробности золота: II (969–900), III (899–800), IV (799–650); типы золота: С — самородное, Л — легированное.

Золото эпохи бронзы

Коллекция золотых изделий эпохи бронзы Центрального Казахстана представлена рядом предметов, хранящихся в Музее археологии и этнографии Карагандинского государственного университета им Е. А. Букетова. Происходят они из могильников Сатан, Копа, Бозинген, Нуркен и др., находящихся в разных районах Карагандинской области [Евдокимов, Варфоломеев, 2002; Ткачев, 2002].

Для всех изделий характерно использование электрума и низкопробного золота, реже золота средней пробности (табл. 3.3). Содержания меди в золотых изделиях в ряде случаев превышают 2 %, что не свойственно природному золоту. Из примесей встречается олово, обычно не более 1 %.

Могильники Сатан, Копа, Бозинген. При характеристике отдельных изделий надо отметить, что подвески в 1,5 оборота (могильник Сатан, курган 4, могильная яма 3; ограда 1, могила 4; могильник Копа, ограда 4, могила 1) чаще всего сделаны из электрума — (КДМ 26, 1, 11, 12, 9) с содержанием (мас. %) Au 50–51; Cu 1,6–4,4. Только в подвеске из ящика 12 кургана 24 могильника Бозинген (КДМ 17) Au 67 %, что является переходом к низкопробному золоту.

Низкопробное золото обнаружено в подвесках в 1,5 оборота из могильной ямы 1 кургана 4 могильника Сатан, могилы 6 ограды 3 могильника Копа, ящика 1, кургана 6 и ящика 2 кургана 23 могильника Бозинген, могилы 2 ограды 3 могильника Ташик (КДМ 2, 8, 14, 16, 20, 19), содержащих (мас. %) Au 71–77; Ag 22–28; Cu 0–3. В одном случае (Бозинген, курган 6, ящик 1 — КДМ 20) присутствует Sn — 0,8 %.

Среднепробное золото обнаружено в подвеске в 1,5 оборота из могилы 11 могильника Нуркен (КДМ 18) — Au 81 %.

Височные кольца из могильной ямы 3 кургана 4 могильника Сатан (КДМ 3, 4) и фрагмент височного кольца из случайных находок (КДМ 25) сделаны из электрума с содержанием (мас. %): Au 57–63; Ag 37–40; Cu 0–2,8; Sn 0–0,55.

Материал всех обойм из могилы 1 ограды 4 могильника Копа и могилы 3 кургана 6 могильника Акимбек (КДМ 10, 21, 22) относится к электруму (мас. %) Au 63–69; Ag 29–31; Cu 0–5,9; Sn 0–0,9.

Пронизь рифленая из могильника Бозинген (КДМ 24) также относится к электруму (мас. %) Au 60; Ag 37; Cu 2. Бусина биконическая из этого же могильника (КДМ 23) сделана из низкопробного золота (мас. %) Au 79; Ag 18; Cu 2; Sn 0,6.

Могильники Джангильды 5 и Бестамак. Золотые изделия эпохи бронзы включают подвески в 1,5 оборота и височные кольца, хранящиеся в фондах Костанайского областного историко-краеведческого музея и ООО «Тургайская археологическая экспедиция». Драгоценный металл представляет собой фольгу, покрывающую бронзовую основу изделия. Рентгенофлуоресцентный анализ показал различие в составе изделий из могильников Бестамак и Джангильды 5. Из-за небольшой ширины изделий, сложности рельефа и наличия натеков окисленных минералов подложки на поверхность золота в анализах завышены содержания меди, олова, мышьяка, свинца.

Золотые изделия с Бестамака являются среднепробными (Au 82–89 %), изделия с Джангильды 5 по содержанию золота соответствуют электруму (Au 62–66 %), в редких случаях — низкопробному золоту (Дж–5–86/1239).

Для образцов, не подходящих для РФА из-за морфологии, были взяты частицы фольги размером 1–2 мм и изготовлены препараты для рентгеноспектрального анализа. Анализ подтвердил разницу в пробности золотых изделий этих памятников (см. табл. 3.3).

Из могильника Бестамак проанализированы частицы золотой фольги с подвески в 1,5 оборота. Она имеют состав (мас. %): Au 82–88; Ag 12–15,5; Cu 0,4–2. Полученные данные не противоречат результатам рентгенофлуоресцентного анализа.

С могильника Джангильды 5 рентгеноспектральному анализу подвергнута золотая фольга с украшений двух типов: подвески в 1,5 оборота и височные кольца. Состав золота этих типов украшений одинаков (мас. %): Au 63–66; Ag 32–34; Cu 0,6–2,9. Неоднородностей в составе металла не выявлено, фольга имеет равномерный состав в краевых и центральных частях.

Таким образом, в эпоху бронзы племена, населявшие современную территорию Казахстана, использовали главным образом электрум и низкопробное золото, реже золото средней пробности. Помимо природного золота использовался искусственный сплав с медью. Металл раскатывался в фольгу, которой покрывалась бронзовая основа изделий, представленных личными украшениями.

Пробность золота археологических памятников эпохи бронзы Казахстана была сравнена с составом золота из памятников раннего железного века Центрального Казахстана (Талды-2) и Южного Урала (Кичигино I, Магнитный).

Ранее был сделан вывод, что золотые предметы могильника Талды-2 выполнены из металла, добытого в Северной части Казахстана в рудном районе Бестобе-Степняк. Состав золота этих месторождений (мас. %): Au 95,3–83,30; Ag 9,4–8,6 [Бейсенов и др., 2011]. Такой же металл мог быть использован для изделий могильника Бестамак. Среднепробные предметы из Джангильды 5 более походят по составу на украшения из могильника Кичигино I на Южном Урале (Au 64–78%), для которых предполагается источник из руд Кочкарского месторождения [Зайков и др., 2012б].

Золото эпохи раннего железа

Курганный комплекс Таксай I расположен в Теректинском районе Западно-Казахстанской области и состоит из шести курганов. Исследовался состав золотых изделий кургана № 6 [Блинов и др., 2014], который датируется VI — началом V вв. до н. э. и относится к савроматскому периоду. В кургане обнаружены золотые предметы, принадлежавшие жрице [Лукпанова, 2014], среди которых бляшки и бусины, шарики, подвески, гривны, браслеты, височные кольца (табл. 3.3).

Большая часть предметов представлена тиснеными и нашивными бляшками различной морфологии и орнамента по 7–30 экземпляров. Бляшки массивные в виде двух бараньих голов (фото 1, 2) и бляшки крупные квадратные с четырьмя головами грифонов имеют состав (мас. %): Au 83–88; Ag 10–11; Cu 2,5–3,1. Часть крупных квадратных бляшек отличается по составу:

Au 89–91; Ag 6,5–10,5%. Бляшки малые квадратные с четырьмя головами грифонов, образующих свастику (фото I, 1), по составу разделяются две группы: Au 91–92; Ag 5,0–5,5; Cu около 2,5 % и Au 96–98; Ag 1,2–3,1 %. Выделяются и две группы бляшек нашивных, отличающихся по составу (мас. %): Au 86–88,5; Ag 9,5–10,2; Cu 2,5 и Au 95–96; Ag 2–3; Cu 0–2,7. Бусины золотые (фото I, 10) и шарики с насечками имеют идентичный состав (мас. %): Au 90–93; Ag 6; Cu 2–3. Одна бусина отличается: Au 93,4; Ag 6,2; Cu не выявлено.

Накладки на деревянный сосуд относятся к двум группам различного орнамента и состава (мас. %): 1) Au 86–89; Ag 8–11; Cu 3; 2) Au 75–76; Ag 20–21; Cu 3.

Подвески с клыками и зубами (фото I, 7) выполнены из более высокопробного металла (мас. %): Au 94–97; Ag 1–3; Cu 2. Подвеска височная конусообразная состоит из проволочного кольца, крупной подвески в виде конуса сверху и мелких продолговатых, конических и похожих на колокольчики подвесок снизу. Состав (мас. %): Au 94–96; Ag 3; Cu 0–2.

Гривна женская с многочисленными вмятинами, следами ковки — средние содержания Au 97 %; Ag 2 %. Два браслета с изображениями зверей (фото I, 8) имеют сходный состав (мас. %): Au 88–89; Ag 7–8; Cu 3–4. Золотая обкладка ручки зеркала состоит из сходного по составу металла (мас. %): Au 82–86; Ag 13–15.

Каркас головного убора с креплением и навершием состоит из металла близкого состава. Навершие в виде головы барана (фото I, 2) содержит Au 92,3; Ag 7,4 %. Два крепления состоят из неоднородного металла Au около 92–94; Ag 5–7; Cu 0–2 %.

Данные о составе золотых изделий проиллюстрированы гистограммой (рис. 3.3) и тройной диаграммой (рис. 3.4). На гистограмме выделяются три группы пробности изделий: 1000–960; 940–900; 880–840 ‰. На тройной диаграмме выделяется несколько полей с металлом близкого состава. В первое поле (Au 85–86; Ag 9,5–11,5; Cu 2,6–2,9 %) объединены 26 массивных бляшек в виде двух бараньих голов, 6 из 16 крупных квадратных бляшек с четырьмя головами грифонов и две накладки на деревянный сосуд. Второе поле (Au 90,5–91,5; Ag 5–6; Cu 2,5–3,0%) включает 15 малых квадратных свастичных бляшек и шарики с насечками. Третье поле (Au 94,5–97,0; Ag 1–1,5;

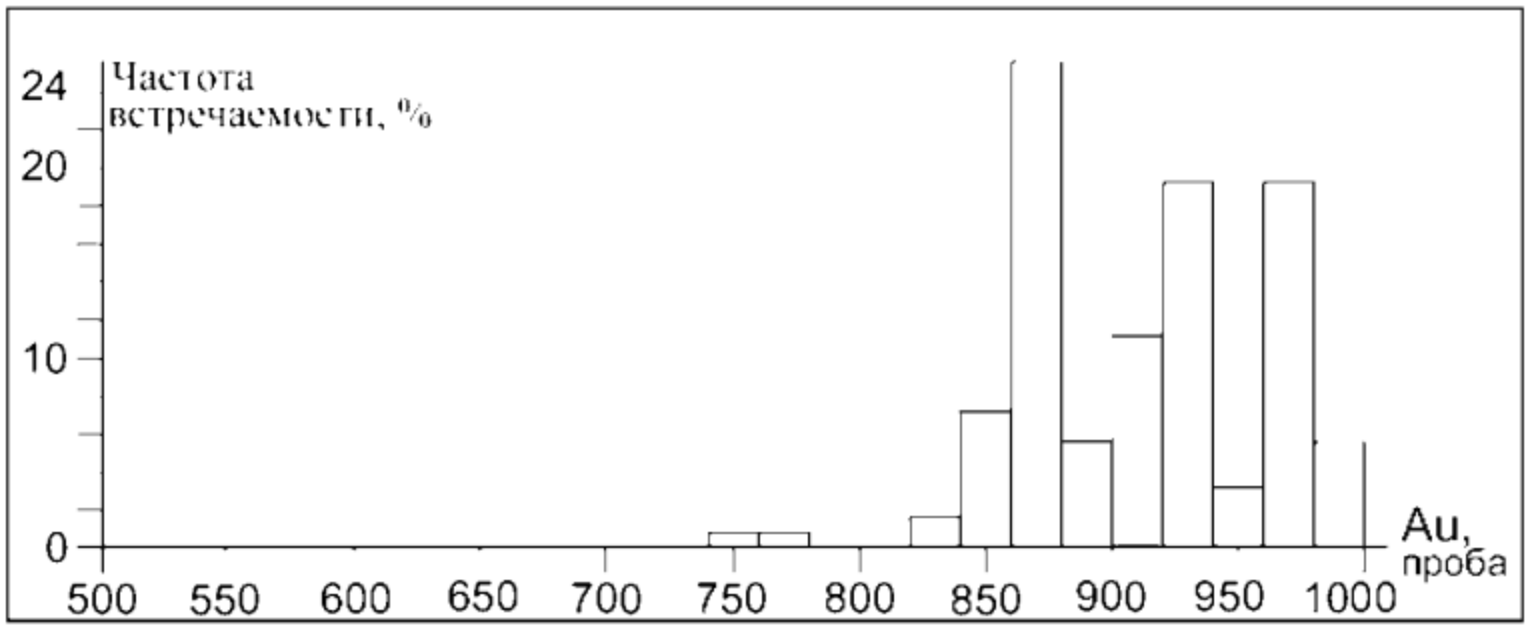


Рис. 3.3. Гистограмма пробности золотых изделий из археологического памятника Таксай. 125 значений

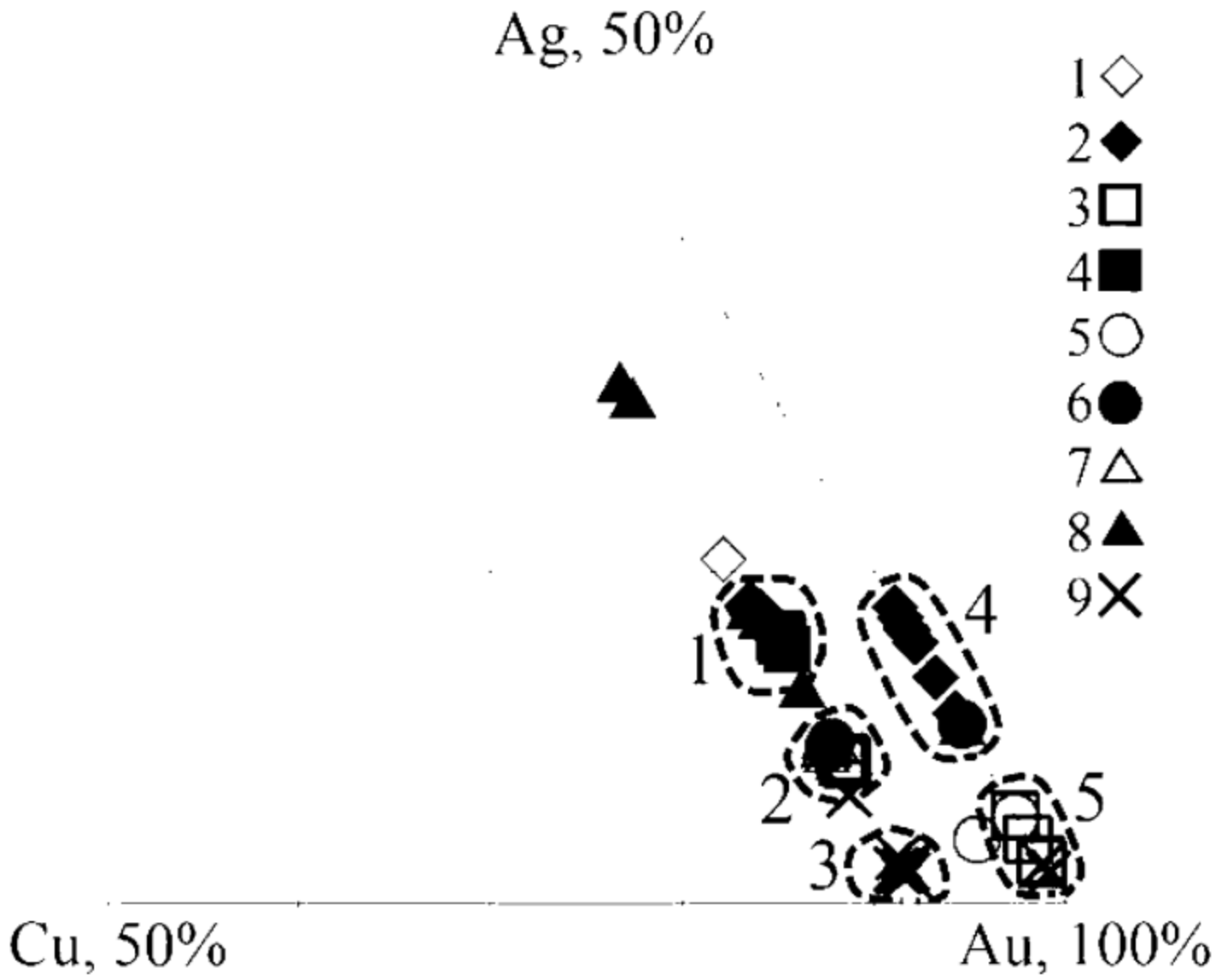


Рис. 3.4. Треугольная диаграмма Au-Ag-Cu составов золотых изделий памятника Таксай I [Блинов и др., 2014]:
1 — бляшки массивные в виде двух бараньих голов (БКОМ 9241/13); *2* — бляшки крупные квадратные с четырьмя головами грифонов. образующих свастику противосолонь (БКОМ 9241/15); *3* — бляшки малые квадратные с четырьмя головами грифонов, образующих свастику противосолонь (БКОМ 9241/16); *4* — бляшки нашивные (БКОМ № 9241/14); *5* — бляшки нашивные БКОМ 9241/7; *6* — бусины золотые: *7* — шарики с насечками (БКОМ 9241/4); *8* — накладки на деревянный сосуд (БКОМ 9241/3); *9* — подвески с клыками и зубами (номера БКОМ 9241/5 БКОМ 9241/6 БКОМ 9241/9 БКОМ 9241/12 и без номеров)
Штриховыми контурами даны поля составов. указанных в тексте.
Содержания компонентов даны в атомных процентах

Cu 2,5–3 %) содержит большинство обкладок зубов волка. Четвертое (Au 89–97; Ag 6–10,5 %) состоит из 10 крупных свастичных бляшек. Пятое (Au 96–97; Ag 1–3 %) включает половину малых квадратных свастичных бляшек, две обкладки зубов волка и три из четырех нашивных бляшек.

Таким образом, золотые изделия Таксая I относятся к довольно узкому интервалу составов (Au 85–97 %) и сделаны как из самородного металла, так и легированного медью. Сравнение с составом изделий из Филипповских могильников [Блинов и др., 2014] показывает, что они довольно близки и имели источником уральские месторождения.

Курган Покровский. В 1911 году крестьяне села Покровка Уральского уезда Актюбинской области (Южное Приуралье) раскопали курган у слияния рек Хобды с Илеком. Остатки этого кургана, названного Вторым Покровским и датируемого V в. до н. э., в том же году были исследованы И. А. Кастанье [Культура…, 2009, с. 341].

Золото всех изделий относится к высокой и средней пробности (табл. 3.4). Примером являются бляшки в виде морды тигра (фото I, 9), одна из которых

(ЦМК КП 4024) содержит 90,4 % Au (высокопробное золото), вторая (ЦМК КП 4025) — Au 89,9; Cu 2,0–2,2; Fe 0–0,1 %.

Бляшки с изображением двух голов архаров (фото I, 3) (ЦМК КП 4020–4023) содержат (мас. %): Au — 90,3–91,2; Ag — 7,2–7,8; Cu — 1,0–1,4; Sn — 0–0,4; Fe — 0,4–0,7.

Бляшка с растительным и геометрическим орнаментом (фото I, 12) (ЦМК КП 4019) содержит (мас. %): Au — 87,0; Ag —11,7; Cu — 0,7; Sn — 0,5; Fe — 0,1; Ni — 0,1.

Бляшки с изображением двух голов архаров из Покровского кургана по составу металла отличаются от аналогичных бляшек из кургана 6 комплекса Таксай. Изготовлены они из золота более высокой пробы. Бляшки из Покровского кургана содержат (мас. %): Au — 90,3–91,2; Ag —7,2–7,8; Cu — 1,0–1,2, а бляшки из Таксая — Au — 83,3–86,1; Ag — 10,7–11,3; Cu — 2,6–2,8. Остальные изделия из Покровского кургана по своему составу не отличаются от большинства изделий Таксая.

Могильник Талды-2 расположен в 44 км от г. Каркаралинска в Карагандинской области у подножия Кентских гор (Центральный Казахстан). Исследования могильника проводились экспедицией Института археологии им. А. Х. Маргулана под руководством А. З. Бейсенова, в 2009–2010 гг. Здесь, среди прочих погребальных сооружений, исследовано семь царских курганов, ориентированных в меридиональном направлении. В двух из них (курганы 2 и 5), несмотря на ограбление в древности, обнаружено значительное количество золотых изделий (фото II). Это различного рода подвески, воворки, бляшки, бусы, серьги, поясные обоймы, в том числе выполненные в «зверином стиле». Диаметр кургана 2 составлял 55 м при высоте 3,5 м, кургана 5 — 30 м при высоте 2,1 м. Оба кургана относятся к раннесакскому времени (VII — начало VI вв. до н. э.), причем курган 2 несколько старше кургана 5 [Бейсенов, 2010; 2011а; 2011б].

По полученным данным изделия имеют общий диапазон содержаний золота 72–94 % (см. табл. 3.3) [Бейсенов и др., 2011]. Золото Талды-2 характеризуется близким соотношением средне- и высокопробного золота с некоторым преобладанием высокопробного в кургане 2 и среднепробного в кургане 5. На этом фоне выделяются следующие группы пробности: 940–910, 910–870, 870–840, 820–780 ‰ (рис. 3.5). Практически все анализы показывают низкие значения меди (0,2–1,7 %), которые свойственны самородному

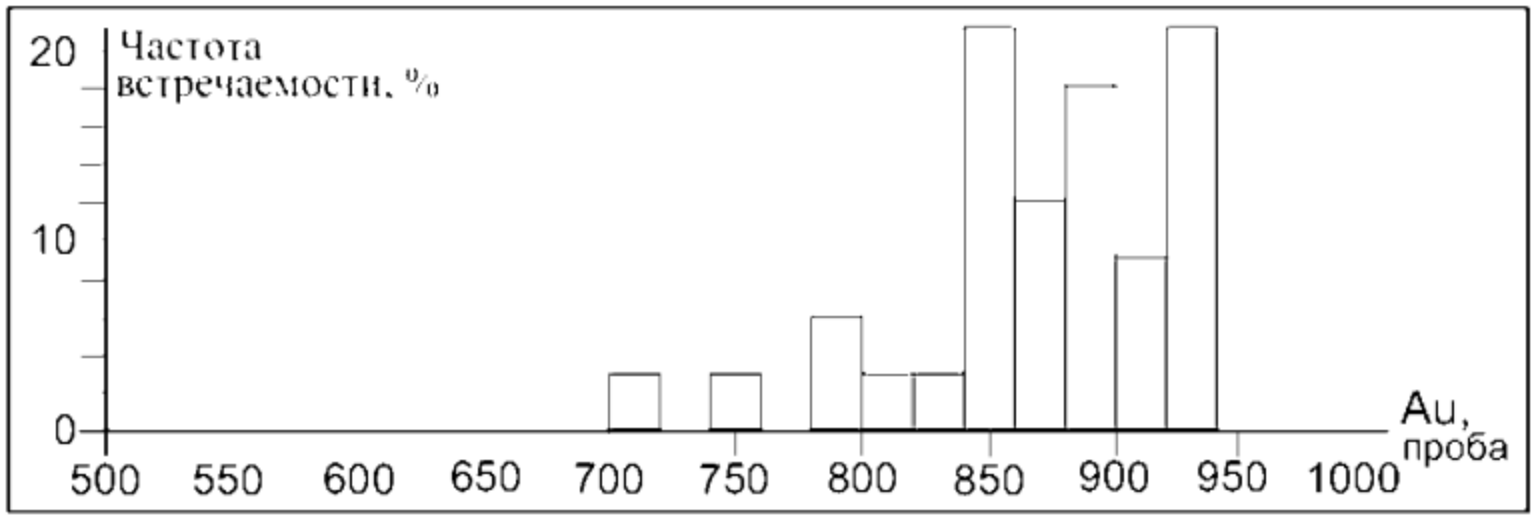


Рис. 3.5. Гистограмма пробности золотых изделий из археологического памятника Талды-2. 33 значения

золоту. Примерно в половине анализов установлена примесь олова (0,1–1,1 %), а в двух предметах — никеля (0,1–0,2 %). Эти примеси, по-видимому, являлись лигатурой для улучшения свойств изделий.

В кургане 2 могильника Талды-2 золото изделий имеет высокую и среднюю пробу, при небольшом преобладании высокой (см. табл. 3.3).

Пронизи в виде рифленых трубочек из кургана 2 характеризуются тремя группами составов. К первой группе относятся изделия из золота высокой пробы: Т2-П1, Т2-П4, Т2-П5, Т2-П7, Т2-П8 и Т2-П9, состав которых (мас. %): Au 90,2–97,0; Ag 5,9–8,1; Cu 0,4–1,8. Ко второй группе (из золота средней пробности) — изделие Т2-П6: Au 89,1; Ag 9.5; Cu 0.5. К третьей группе (золото средней пробы) — изделия Т2-П2 и Т2-П3: Au 82,1–84,0; Ag 14,6–16,5; Cu 0,8–1,2. В пронизи Т2-П3 зафиксировано самое высокое содержание олова — 0,7 %. В двух изделиях Т2-П4; Т2-П5 обнаружен никель в количестве 0,1–0,2 %.

Украшения в форме головы архаров (фото II. 8) в одном случае (Т2-А-1) сделаны из золота высокой пробы Au 92,1; Ag 7,6, в других (Т2-А-1, А-2, А-3) — из золота средней пробы (мас. %) Au 86,7–87,1; Ag 10,3–12,0; Cu 0,2–0,9; Sn 0–0,1.

Украшение в виде фигур орлов (фото II, 5) (Т2-Ор) сделано из золота средней пробы (мас. %): Au 87.9; Ag 10,3; Cu 0,8; Sn 0,6.

В кургане 5 могильника Талды-2 состав изделий близок, но среднепробное золото преобладает над высокопробным и в 2 изделиях отмечено низкопробное (см. табл. 3.3).

Золото высокой пробы установлено в серьге с конусовидной подвеской, покрытой зернью (Т2-С) (мас. %): Au 92,8; Ag 6,0; Cu 1,0.

Такое же золото установлено в двух обоймах портупеи с изображением фигур кошачьих хищников (фото II, 7, 11) (Т2-П-1, П-2) (мас. %): Au 92,1–92,6; Ag 7,2–7,4. Оба предмета относятся к первой группе анализов.

Различные виды поясных обойм (фото II, 13) (Т2-Об1, Об2, Об3, Об4, Об5, Об6, Об7) сделаны из золота средней пробы и имеют очень однородный состав (вторая и третья группа составов) (мас. %): Au 85,1–88,4; Ag 11,0–14,0; Cu 0,6–0,8; Sn 0–0,4. Однако, обойма «недолитая» Т2-Об8 отличается по составу (мас. %): Au 78,9; Ag 20,2; Cu 0,9 и принадлежит четвертой группе составов.

Пряжка поясная из кургана 5 (Т2-Пр) имеет состав, аналогичный обоймам поясным: Au 83,7; Ag 15,3; Cu 0,7 (третья группа составов).

Ворворка большая с головами сайгаков из кургана 5 (фото II, 6) (Т2-Вб) имеет состав (мас. %): Au 89,1; Ag 10,3; Cu 0,4 (вторая группа составов). Аналогичные изделия малого размера с изображениями кошачьих из этого же кургана (фото II, 11) (Т2-Вм1 — Т2-Вм4) несколько более серебристые (мас. %): Au 84,8–85,5; Ag 13,3–14,0; Cu 0,8–1,6 (третья группа составов).

Бляха фигурная (Т2-Б) из кургана 5 (фото II, 1) характеризуется составом (мас. %): Au 79,5; Ag 19,2; Cu 1,0; Sn 0,2. Относится к четвертой группе анализов.

Накладки с изображением идущего хищника (фото II, 2) (Т2-Н1, Т2-Н2) имеют наименьший состав золота среди исследованных предметов (мас. %): Au 73,0; Ag 25,9 Cu 0,5 и относятся к пятой группе предметов.

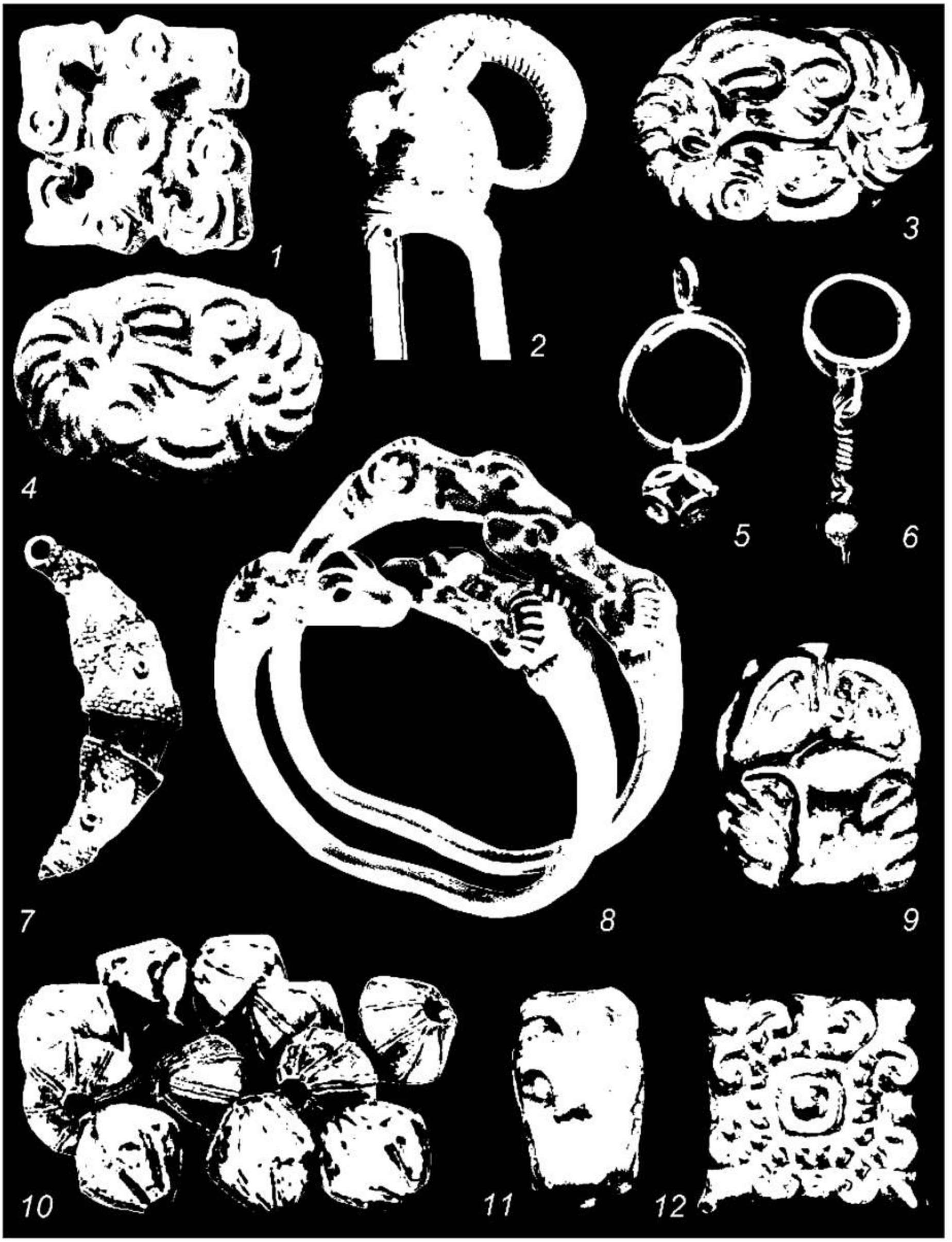


Фото 1. Древнее золото Западного Казахстана. *1*, *2*, *4*, *7*, *8*, *10* — курган 6 курганного комплекса Таксай I; *3*, *5*, *6*, *9*, *11*, *12* — курган 2 Покровского могильника. *1*, *2*, *4*, *7*, *8*, *10* — по [Сдыков, Лукпанова. 2013]: *3*, *5*, *6*, 9, *11*, *12* — по [Культура ранних кочевников…, 2009]

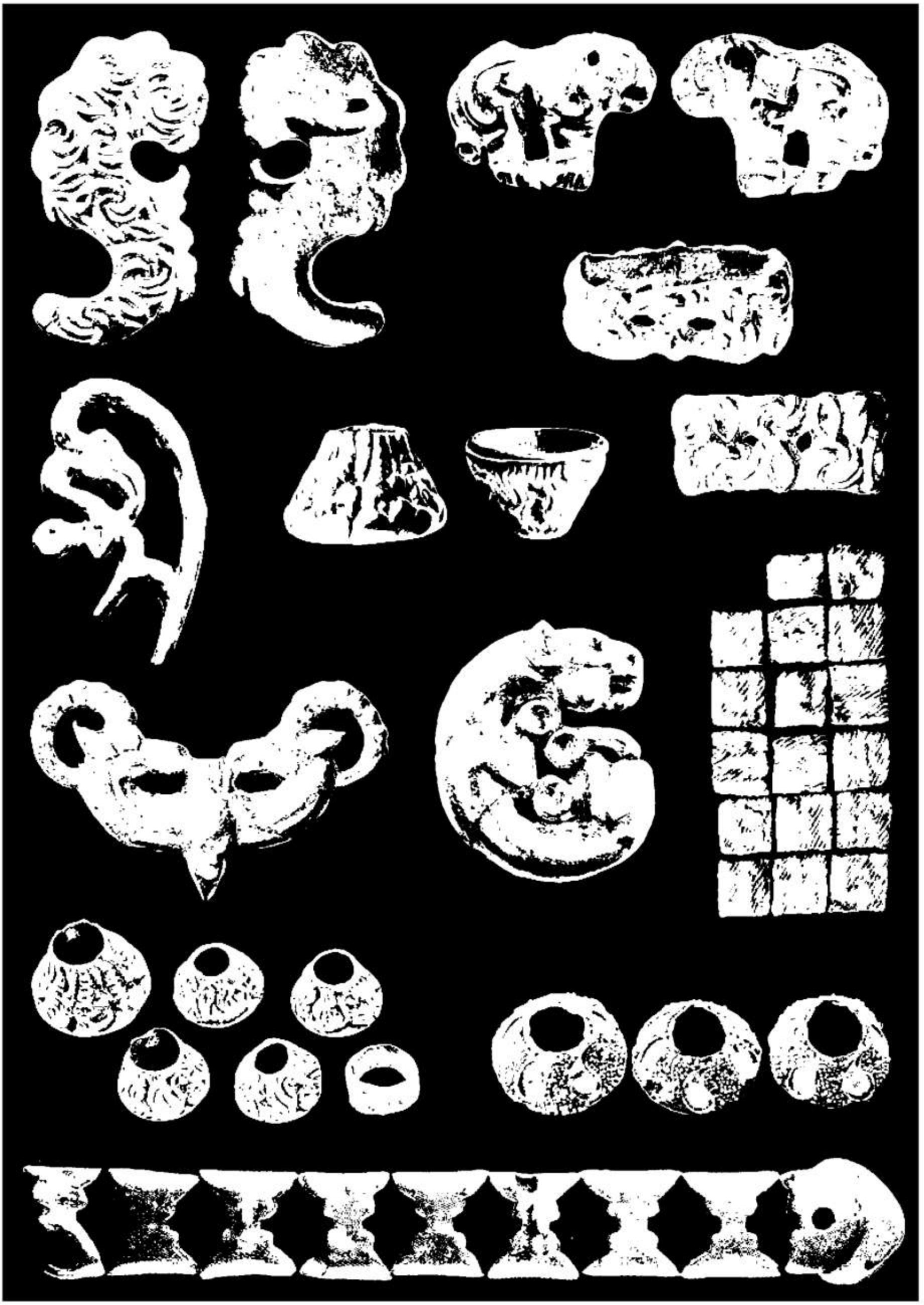


Фото II. Древнее золото Центрального Казахстана. Могильник Талды-2 [Бейсенов, 2011]

К тому же периоду, что и курганы 2 и 5 могильника Талды-2, относится и **курган Шерубай**, находящийся в окрестностях поселка Южный Абайского района Карагандинской области. Диаметр земляной, покрытой каменным панцирем, диаметр насыпи кургана 30 м, высота 2,5 м [Бейсенов, 2010]. Погребение, совершенное в большой грунтовой яме с дромосом, сильно ограблено. Из него происходят три украшения в виде птицы из золотой фольги и костяная шпилька с позолоченным навершием (см. табл. 3.3).

Все украшения в виде птицы изготовлены из золота средней пробности Au 87,8–88,7; Ag 10,0–10,5; Cu 0–0,4; Sn 0,1–0,3. Относятся они ко второй группе составов.

Шиликтинский могильник располагается в 100 км к югу от восточной окраины оз. Зайсан, в долине между хребтами Монрак и Тарбагатай. Работы здесь проводились в 1949, 1959–1962 гг. Восточно-Казахстанской экспедицией Ленинградского отделения Института археологии АН СССР [Черников, 1965]. Материалы кургана 7 (VI–V вв. до н. э.), исследованного в 1949 г., хранятся в Центральном государственном музее Республики Казахстан. В 2003–2004 гг. археологической экспедицией Каз НУ им. Аль-Фараби под руководством А. Т. Толеубаева в этом же районе исследован курган 1 могильника Шиликты 2 (VIII–VI вв. до н. э.), где найдены великолепные образцы раннего сакского ювелирного искусства (фото III, 3, 5) [Культура…, 2009].

Все изученные предметы сделаны из высокопробного золота (табл. 3.5). Это бляшки в виде рыбы (ЦМК КП 13047/7), горного козла (ЦМК КП 13047/3) и грифона (ЦМК КП 13047/2) из кургана 7 могильника Шиликты. Содержания (мас. %): Au — 93,2–95,1; Ag — 4,0–5,8; Sn — 0,5–0,6; Fe — 0–0,3. Бляшка в виде архара (фото III, 5) (ЦМК КП 26860) из кургана могильника Шиликты 2 (мас. %): Au — 94,5; Ag — 5,5.

Курган 23 могильника Тарасу исследован в 1998 г. Восточно-Казахстанской экспедицией Института археологии АН РК им. А. Х. Маргулана под руководством З. С. Самашева. Могильник находится в Катон-Карагайском районе Восточно-Казахстанской области. Датируется курган V–IV вв. до н. э. [Культура…, 2009]. Проанализирован один предмет — бляшка в виде кошачьего хищника (фото III, 4) (ЦМК КП 26432), содержащая (мас. %): Au — 89,2; Ag 9,2; Cu 1,1; Sn 0,4; Fe 0,1. Проба золота средняя, близкая к высокой.

Могильник Берел находится в 7 км юго-западнее села Берел Катон-Карагайского района Восточно-Казахстанской области. Занимает площадку третьей надпойменной террасы р. Бухтарма. Некрополь состоит из более чем 70 курганов и оградок эпохи ранних кочевников и древнетюркского времени. Раскопки памятника проводятся под руководством З. С. Самашева с 1997 года. Исследованные курганы раннего железного века датируются в рамках IV–III вв. до н. э. и входят в круг памятников пазырыкской культуры Алтая. Под насыпью нескольких курганов выявлены линзы мерзлоты, способствующие сохранности предметов из органических материалов. Среди них большую группу составляют изделия из дерева, выполненные в традициях скифо-сибирского звериного стиля, покрытые тонкой золотой фольгой (фото III, 1, 2) [Самашев и др., 1998; 2004; 2005а; 2005б; Базарбаева, 2001; 2002].

Рентгеноспектральному анализу подвергнут фрагмент фольги (табл. 3.6), для изготовления которой использовано золото средней пробности (858 ‰).

Таблица 3.6

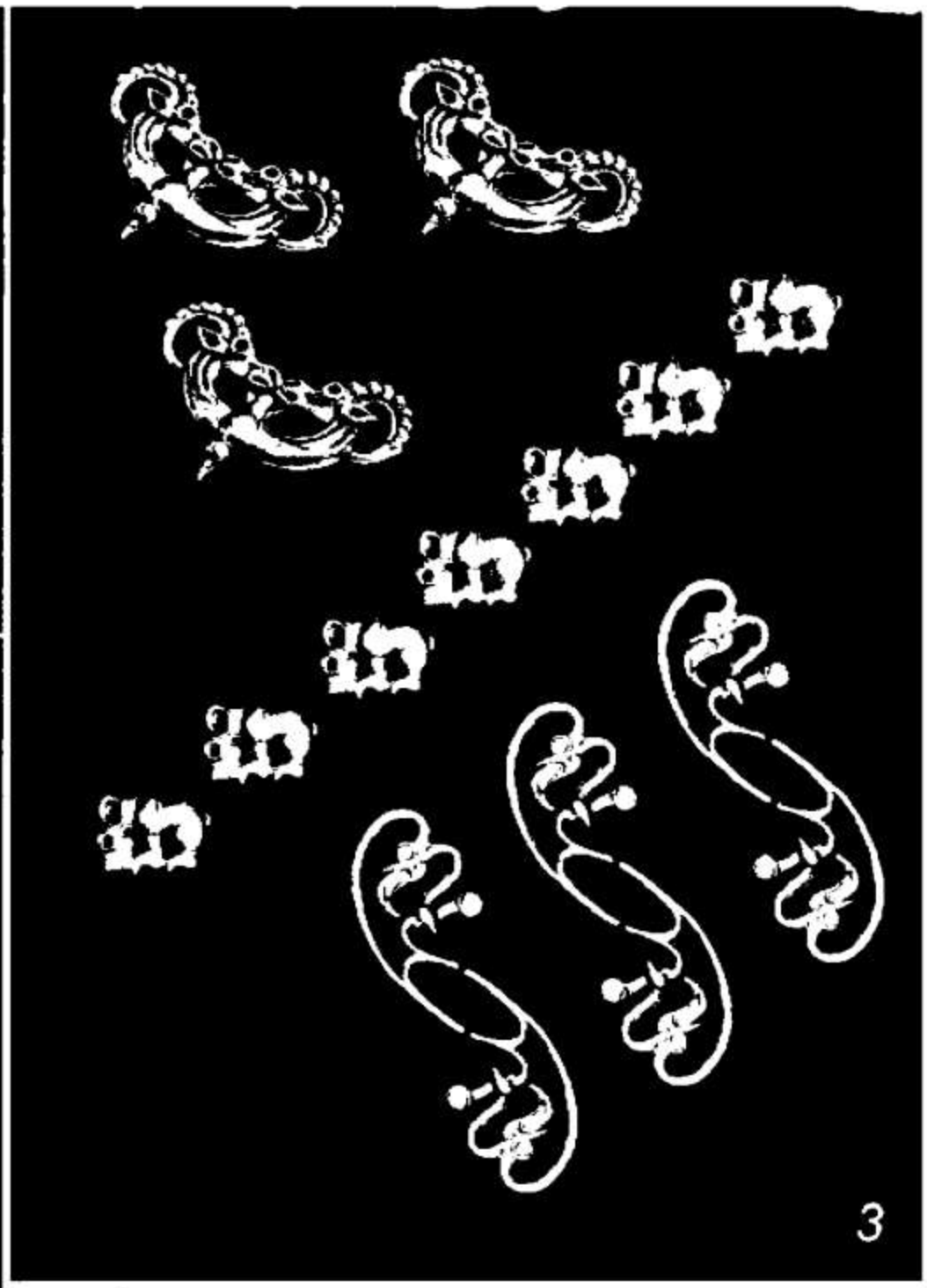
Результаты рентгеноспектрального анализа золотых изделий из могильников Казахстана

№ п/п	Изделие	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа тип Au
Бестамак									
1	Фольга с бронзовой подвески в 1,5 оборота	Бе-91-03-1	3	88,00	11,91	0,41	100,32	877	III-С
2		Бе-91-03-2	3	82,12	15,46	1,85	99,43	826	III-С
Джангильды 5									
3	Фольга с височного кольца	Дж-86-1413-1	3	64,56	34,04	1,68	100,28	644	V-С
4		Дж-86-1413-2	3	64,52	34,06	1,43	100,01	645	V-С
5	Фольга с бронзовой подвески в 1,5 оборота	Дж-5-84-85-1	3	63,46	33,42	2,88	99,76	636	V-Л
6		Дж-5-84-85-2	3	64,96	34,46	0,58	100,00	650	IV-С
7		Дж-5-84-85-3	3	65,77	32,49	1,74	100,00	658	IV-С
Берель									
8	Фольга	1	3	85,53	11,57	2,88	99,98	855	III-Л
9		2	3	85,49	11,57	2,86	99,92	856	III-Л
10		3	3	86,20	10,54	3,08	99,82	864	III-Л
Талды-2, курган 2									
11	Фольга	Т2-К2	5	90,68	9,17	0,05	99,00	908	II-С
Талды-2, курган 5									
12	Бусинка	Т2-К5а	6	91,63	7,56	0,69	99,88	917	II-С
13		Т2-К5б	6	80,73	18,96	0,28	99,97	808	III-С
Шерубай									
14	Фольга	ШК-1	6	87,22	11,63	1,08	99,93	873	III-С

Примечание: анализы выполнены на приборах: 1–7 — Tescan Vega 3 (аналитик И. А. Блинов); 8–14 — JEOL-733 (аналитик Е. И. Чурин). Группы по пробности золота: I (1000–970), II (969–900). III (899–800), IV (799–650); типы золота С — самородное, Л — легированное.

Жалаулинский клад обнаружен в 1988 г. школьниками села Жалаулы Кегенского района Алматинской области (фото IV) [Культура …, 2009].

Все изученные предметы изготовлены из золота высокой и средней пробы (см. табл. 3.5). К первым относятся пектораль (ЦМК КП 22029/1.2), скульптура оленя (обойма) (фото IV, 2, 5) (ЦМК КП 22030/9), бляшки с рельефным изображением пантеры, терзающей горного козла (фото IV, 3, 4) (ЦМК КП 22031/6а; 6б; 6г; 6д), пластина с напаянными иглами (ЦМК КП 22038/51). Содержания (мас. %): Au 90–92; Ag 8; Cu 0–1; Sn 0–0,2; Fe 0–0,5.



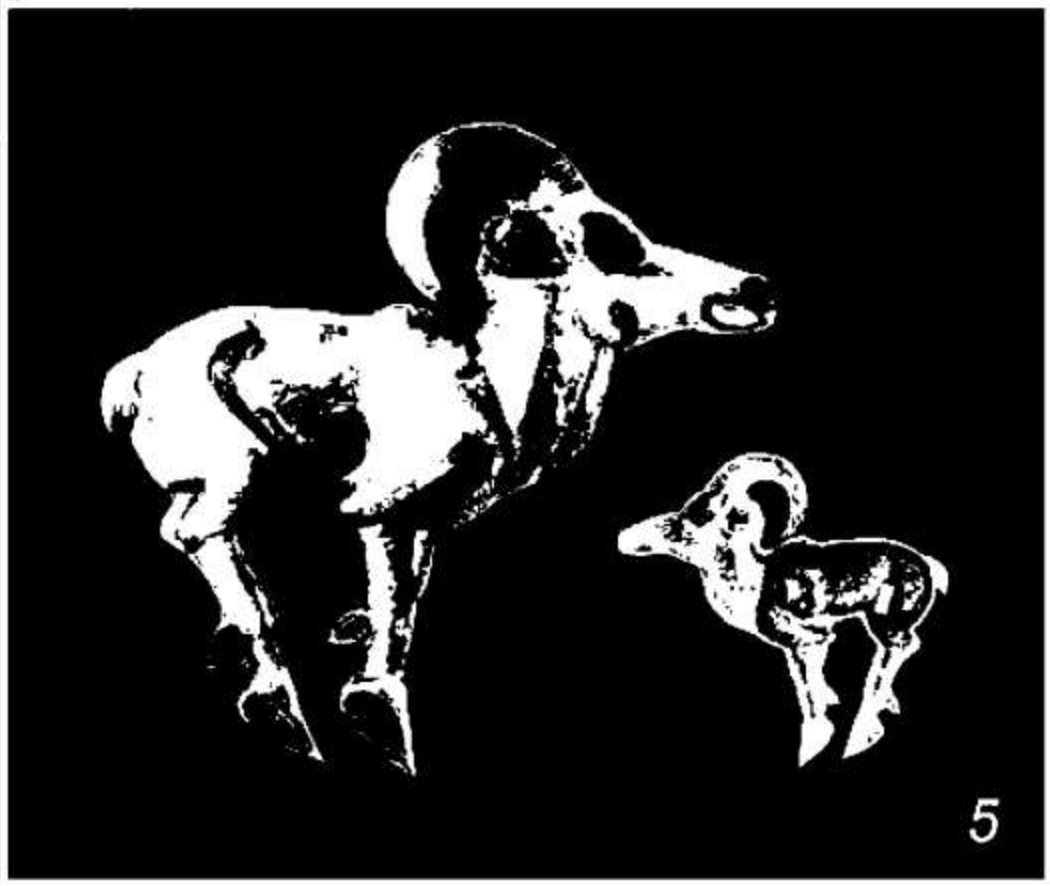


Фото III. Древнее золото Восточного Казахстана. *1*, *2* — могильник Берел (фото А. Д. Таирова); *3*, *5* — могильник Шиликты-2; *4* — могильник Тарасу. 3–5 — по [Культура ранних кочевников…, 2009]

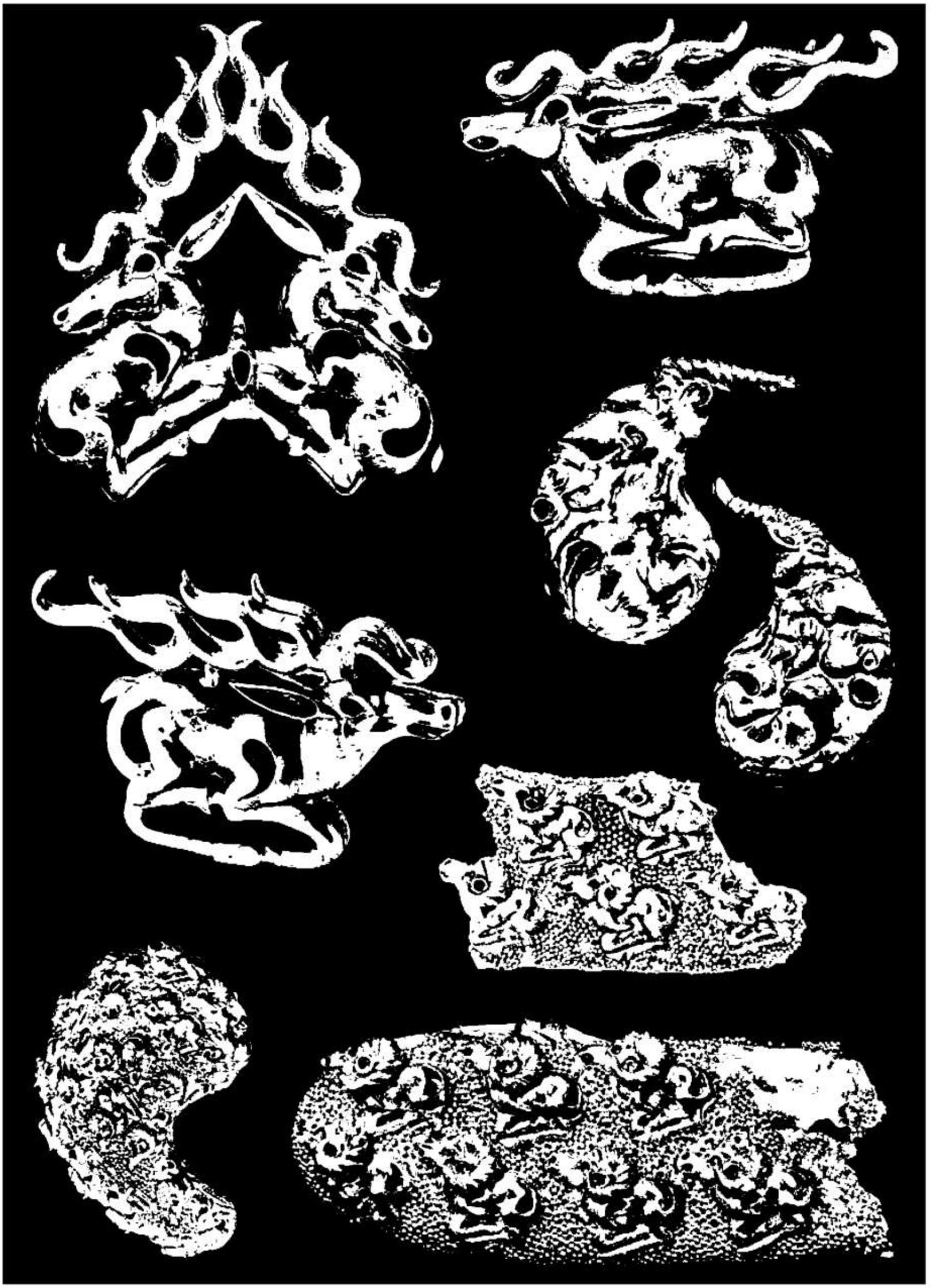


Фото IV. Древнее золото Семиречья. Жалаулинский клад
[Культура раннихкочевников..., 2009]

Из золота средней пробы изготовлены разнообразные бляхи и бляшки: бляха от наборного пояса (фото IV, 7) (ЦМК КП 22030/2); бляшки в виде парных фигур оленей (фото IV, 1) (ЦМК КП 22030/11; ЦМК КП 22030/12); бляшка округлая (?). Содержания (мас. %): Au 84–88; Ag 10–44; Cu 0,35–1.6; Fe 0–0,6.

Этот же тип золота отмечен во фрагментах наконечника ремня (фото IV, 6, 8) (ЦМК КП 22031/1; ЦМК КП 22031/2) (мас. %: Au 89; Ag 8–9; Cu 1,2–1,6; Fe 0,8–1.

Курган Иссык. Особенно богатой является коллекция золотых изделий, обнаруженная в кургане Иссык (Семиречье). Она происходит из хорошо сохранившегося и неограбленного погребения сакского воина IV в. до н. э., так называемого «золотого человека» [Акишев, 1978]. Диаметр кургана был 60 м при высоте 6 м. Его насыпь состояла из чередующихся слоев гальки и щебня с глиной. Под насыпью были обнаружены два захоронения: центральное и боковое. Центральная могила была полностью разграблена. Боковая, находящаяся в 15 м южнее центральной, в которой был захоронен юноша, оказалась непотревоженной. Умершего сопровождал многочисленный инвентарь, в том числе изготовленный из золота. На костях и под ними находились предметы украшения одежды, головного убора и обуви, изготовленные из листового золота. Около него — предметы вооружения, туалета и другая утварь. Полная сохранность этого захоронения дала возможность исследователям реконструировать форму головного убора, одежду и обувь, расположение на них украшений и иных атрибутов [Акишев, 1978].

Данные о составе имеются по 33 предметам [Кузнецова, Мадина, 1990; Кузнецова, Тепловодская, 1994]. Содержания золота находятся в пределах 66–87 %, серебра: 12–28 % (см. табл. 3.5, рис. 3.6) В одной половине проб концентрация меди составляет 0,1–1,0 %, а в другой — 1,1–7,8 %. Высокими концентрациями меди выделяются перстни (мас. %): Cu 6–8; Au 81–84; Ag 9–11. Основная масса предметов изготовлена из низкопробного золота, встречаются изделия из золота средней пробы и электрума. Совсем нет вещей из высокопробного золота.

В других курганах Восточного Казахстана и Семиречья ситуация более разнообразна. Общее распределение охватывает диапазон золота 53–87 %, серебра 13–40 %. Наибольшие содержания меди отмечены в подвесках, серьгах, браслетах (4,5–16,6 %).

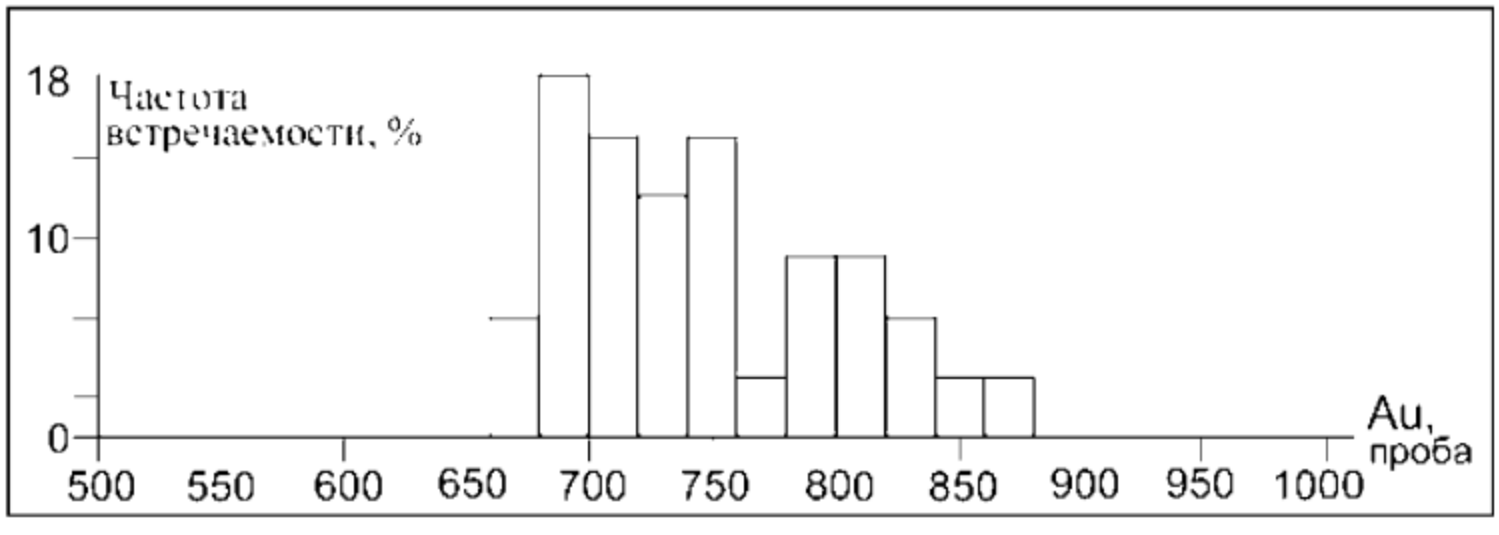


Рис. 3.6. Гистограмма пробности золотых изделий из археологического памятника Иссык, 33 значения

Из предметов знаменитого **Каргалинского клада** (Каргалинского погребения), обнаруженного в 1939 году высоко в горах в урочище Мын-Ошакты на реке Каргалинке западнее Алматы [Культура…, 2009], проанализированы бляшки в виде крылатых козлов (ЦМК КП 4000) и в виде древесных листков (ЦМК КП 3989). В обоих случаях установлено золото высокой пробы (мас. %): Au 93–95; Ag 4–5; Cu 0,9–1,1; Fe 0,1–0,2 (см. табл. 3.5).

3.3. Сопоставление состава золота месторождений и изделий из археологических памятников

Состав золота рудных месторождений Казахстана иллюстрируется табл. 3.7 и гистограммой на рис. 3.7. На ней выделяются две моды: 789–900 и 940–1000 ‰. Первая соответствует золоту из зон окисления золото-колчеданно-полиметаллических и золото-скарновых месторождений. Вторая — золото-сульфидно-кварцевым и золото-сульфидно-углеродистым объектам. Как будет показано ниже, эти значения соответствуют изделиям памятников Бестамак и Талды-2 (см. табл. 3.3). Ограниченно развито золото с пробностью в интервале 540–680 ‰.

Таблица 3.7

Пробность золота в рудах месторождений Казахстана

№ на рис. 3.1	Металлогеническая зона	Месторождение, формационный тип	I 1000–970	II 969–900	III 899–800	IV 799–650	V 649–400	Группы состава
1	Кокчетав-Северо-Тяньшаньская	Васильковское, Au-сульфидно-кварцевое	—	950	840	—	—	II, III
3		Бестобе, Au-сульфидно-кварцевое	—	950	830	—	—	II, III
6		Майкаин, Au-колчеданно-полиметаллическое	1000	940	835	790	—	I–IV
7	Джунгаро-Балхашская	Саякское, Au-сульфидно-скарновое	975		800	790	550	I, III–V
8	Западно-Калбинская	Бакырчик, Au-углеродистое	989		885	785	581	I, III–V
9		Суздальское, Au-сульфидно-кварцевое	1000	960	880	—	—	I–III
		Баладжал, Au-углеродистое	—	942	809	—	—	II, III
		Боко-Васильевское, Au-кварцевое	—		860	—	—	III
10		Эспе, Au-кварцевое	—		869	679	—	III, IV
11		Казан-Чункур, Au-сульфидно-кварцевое	970	920	845	780	—	I–IV
12	Рудно-Алтайская	Риддерское, колчеданно-полиметаллическое	—	—	—	—	660	IV
13		Зыряновское, колчеданно-полиметаллическое	—	—	—	—	620	V

Окончание табл. 3.7

№ на рис. 3.1	Металлогеническая зона	Месторождение, формационный тип	I 1000–970	II 969–900	III 899–800	IV 799–650	V 649–400	Группы состава
14	Восточно-Уральская	Джетыгаринское золото-кварцевое	—	917	823	—	—	II, III
15	Мугоджарская	Юбилейное, Au-порфировое	—	950	800	—	—	II, III

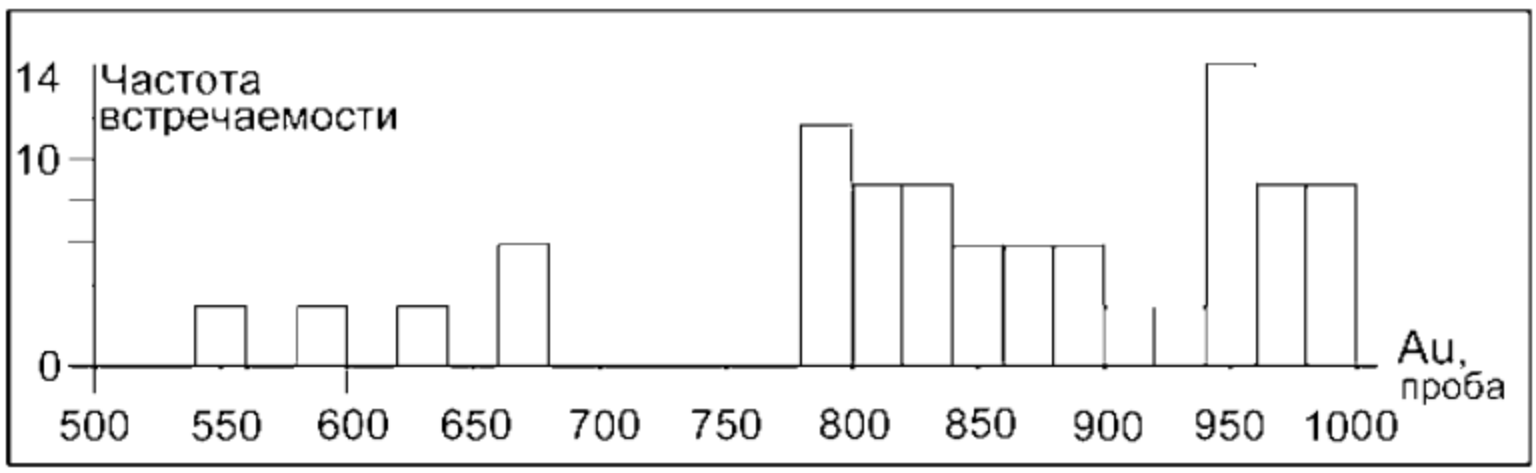


Рис. 3.6. Гистограмма пробности золотых изделий из археологического памятника Иссык. 33 значения

При анализе состава изделий различного возраста прежде всего бросается в глаза разная пробность в предметах из могильников бронзового и раннего железного веков (рис. 3.8). Первым свойственны значения от 500 до 900 ‰ при четко выраженной моде 600–740 ‰. Для изделий использовалось

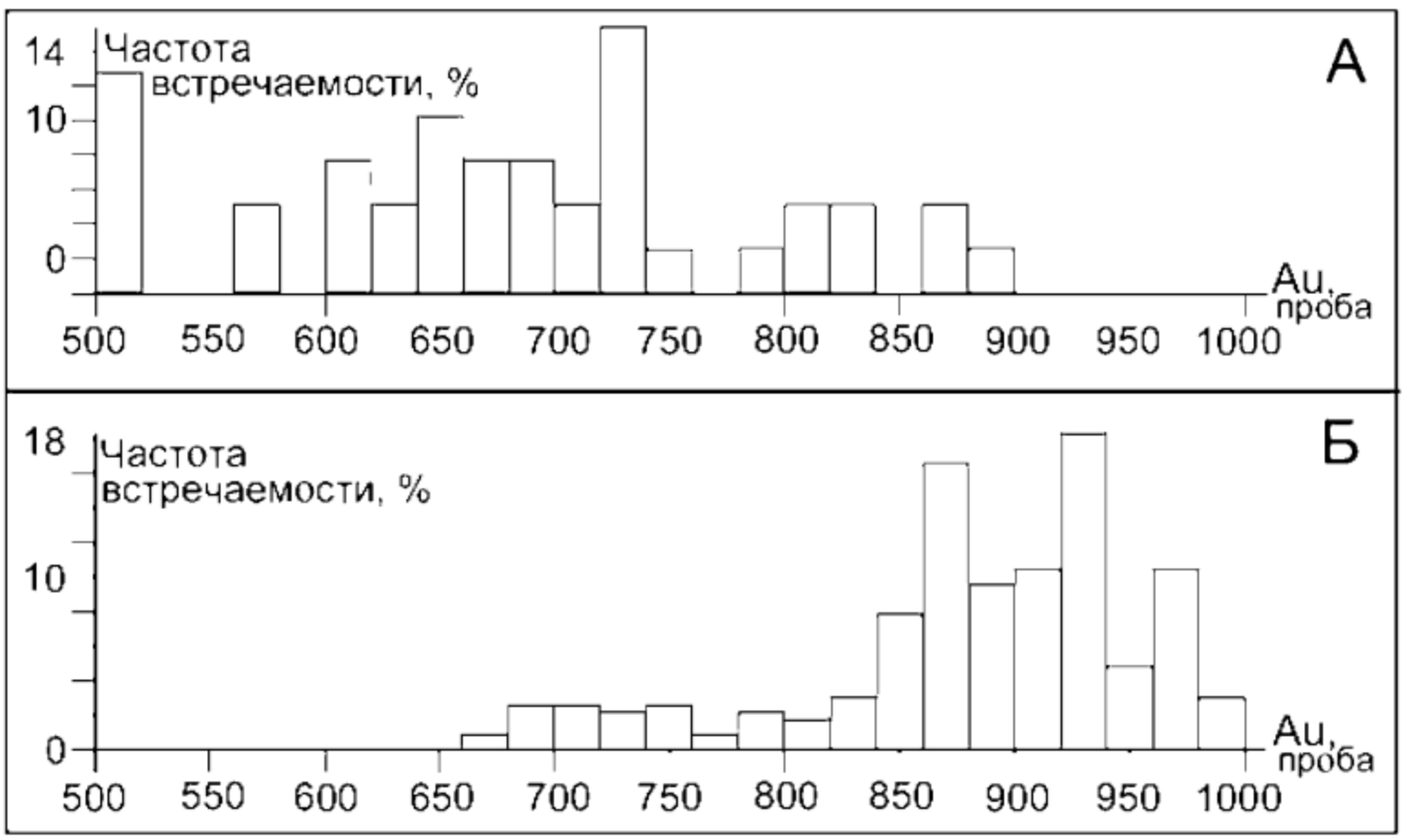


Рис. 3.8. Гистограммы пробности золотых изделий из разновозрастных курганов и могильников Казахстанского региона (по данным РФА, аналитик И. А. Блинов):
А — бронзовый век (Джангильды. Бестамак. Сатан, Копа, Бозинген, Акимбек, Нуркен, Ташик). 39 значений; *Б* — ранний железный век (Таксай, Покровский, Шерубай, Талды-2, Тарасу. Шиликтинский. Каргалинский, Жалаулы, Иссык), 229 значений

низкопробное золото и электрум. Раннему железному веку характерен более узкий диапазон: 840–980 ‰. Исключение составляют данные по кургану Иссык, изделия из которого охватывают интервал 670–850 ‰.

В золоте изделий эпохи бронзы Центрального Казахстана медь установлена в большинстве изделий. Количество варьирует от 0,1 до 8,7 %. Для этих изделий характерно отсутствие свинца, малая примесь железа.

Для раннесакского времени (VII — начала VI вв. до н. э.) Центрального Казахстана характерно использование средне- и высокопробного золота. Причем в материалах более раннего кургана 2 могильника Талды-2 отмечается преобладание высокопробного золота, а в материалах несколько более позднего кургана 5 этого же могильника — среднепробного. Так, в кургане 2 из 13 проанализированных предметов семь изготовлены из высокопробного (906–930 ‰) золота, а шесть из золота средней (814–895 ‰) пробности. В кургане 5 из 19 проанализированных предметов три изготовлены из высокопробного (924–930 ‰) золота, 13 — из среднепробного (839–893 ‰) и три — из низкопробного (731–789 ‰).

Интересно, что большинство предметов (8 из 13 проанализированных) Жалаулинского клада, датированного VIII–VII вв. до н. э. [Культура…, 2009], изготовлено из золота высокой пробы (904–928 ‰). Из золота высокой или средней, но близкой к высокой (870–899 ‰), пробы изготовлены все остальные проанализированные нами предметы из памятников Восточного Казахстана и Семиречья. На этом фоне выделяется курган Иссык, где большинство предметов сделано из низкопробного золота, изредка из золота средней пробы и электрума.

Примеси в золоте представлены серебром и медью. Олово, никель, свинец и железо отмечены по данным РФА (см. табл. 3.5). Эти содержания не улавливаются проведенным рентгеноспектральным анализом (см. табл. 3.6), поэтому решение вопроса об их количестве требует исследований на более чувствительной аппаратуре. Присутствие железа обусловлено реликтами лимонитовой рубашки, поэтому в расчет не принимается.

В большинстве изделий как эпохи бронзы, так и раннего железного века остальных территорий Казахстана, медь установлена в количестве 0,1–3 %. В изделиях из Жалаулинского и Каргалинского кладов, а также курганов Шиликты, Покровский медь присутствует почти постоянно, но обычно в небольшом количестве — максимум 2,2 %. Исключением является часть изделий из могильника Иссык и наконечник ремня из Жалаулинского клада (ЦМК КП 22031/2), в которых обнаружено 8,7–8,8 % меди. Таким образом, и в изделиях бронзового века (могильники Сатан, Бозинген, Нуркен, Копа, Акимбек), и раннего железного века (курган Иссык) улавливаются примеси меди (2–9 %), вводимые в расплав для золота в качестве лигатуры.

Сравнение составов золота из археологических памятников показало существенное различие для разных территорий (рис. 3.9). В Западном Казахстане, где исследовано золото могильника Таксай 1, пробность охватывает интервал 840–980 ‰. Такие же значения свойственны могильникам Филипповским, расположенным в непосредственной близости к памятнику Таксай I (см. рис. 4.11). В памятниках Центрального Казахстана размах пробности

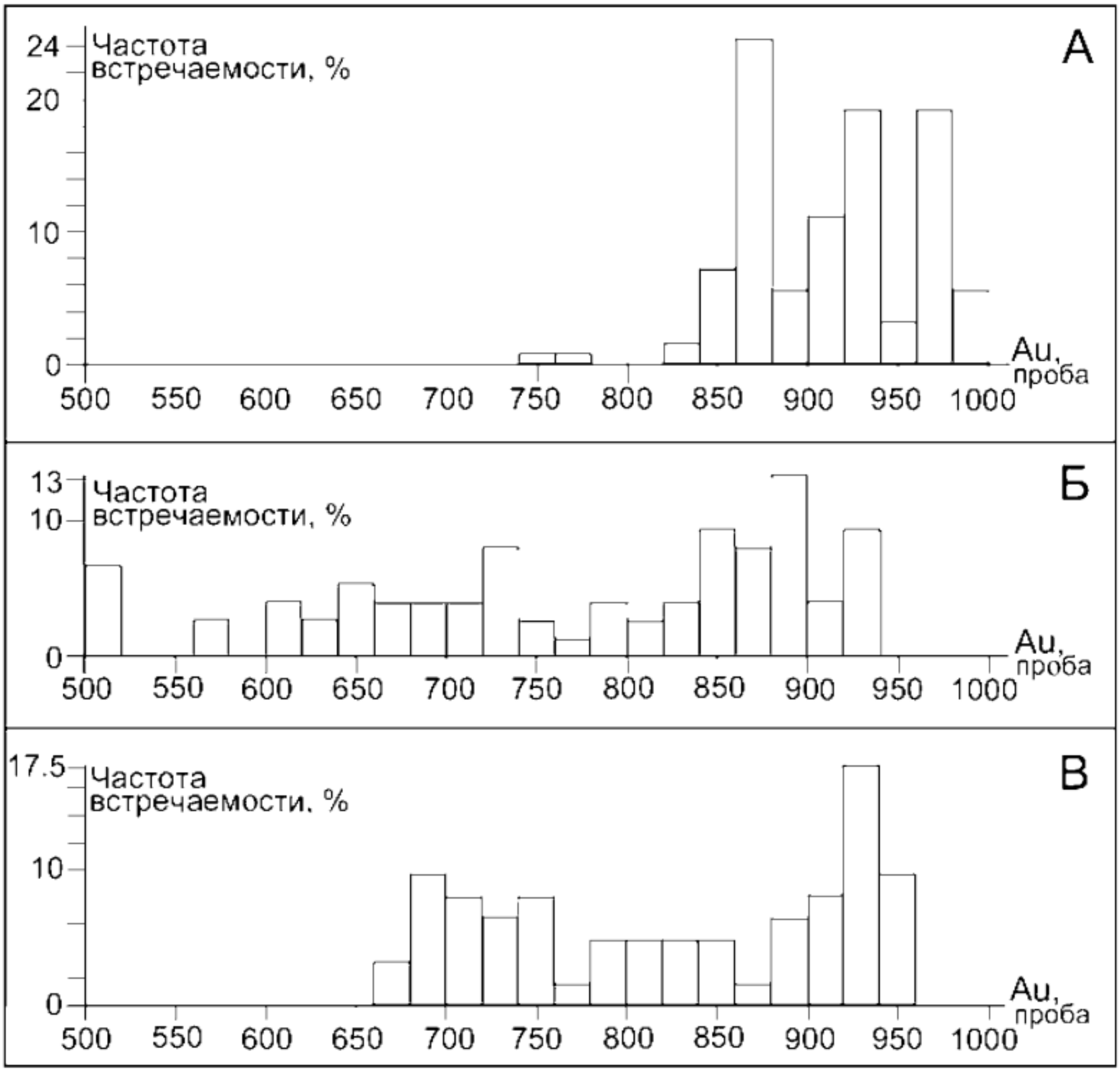


Рис. 3.9. Гистограммы пробности золотых изделий из археологических памятников Казахстанского региона (данные РФА):
А — Западного (Таксай, Покровский могильник), 132 пробы; *Б* — Северного (Джангильды, Бестамак, Шерубай. Талды-2. Сатан. Копа, Безинген. Акимбек. Нуркен, Ташик) 75 проб; *В* — Восточного (Жалаулы, Тарасу, Каргалинский, Шиликтинский, Иссык), 62 пробы

значительно шире: от 500 до 940 ‰. Наряду с модами в интервале 840–940 ‰, значительно развиты значения 600–760 ‰. Для Восточного Казахстана характерны три моды: 960–880, 860–780 и 760–640 ‰.

ГЛАВА 4. СОСТАВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ РУД И АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

4.1. Состав самородного золота рудных месторождений

В южной части Уральского региона предшественники [Овчинников. 1998; Серавкин, 2010] выделили четыре металлогенические зоны: Центрально-Уральскую, Главного Уральского разлома, Магнитогорскую и Восточно-Уральскую. Характеристика состава золота в рудах и россыпях этих зон была дана ранее в монографии «Благородные металлы в рудах и древних золотых изделиях Южного Урала» [Зайков и др.. 2012]. В предложенном ниже тексте кратко охарактеризованы уральские золоторудные месторождения и археологические памятники. Основное внимание уделено объектам, исследованным в 2011–2014 гг. Особенно кардинально расширен раздел о россыпных месторождениях, основанный на определении состава зерен золота из коллекций А. Г. Баранникова (УГГГА) и Ильменского государственного заповедника УрО РАН [Зайков. Баранников, 2015]. Текст сопровождается приложениями, где даны таблицы средних содержаний состава самородного золота, которые использованы при сопоставлении состава россыпных и коренных месторождений, а также изделий из археологических памятников. Положение золоторудных месторождений в пределах региона и их номера показаны на рис. 4.1. Данные о составе золота показаны в Приложениях 3–8. Соотношение золото — медь в самородном золоте из месторождений различных рудных формаций Южного Урала — на рис. 4.2.

Центрально-Уральская металлогеническая зона

1. Золото-кварцевое месторождение Горный прииск. Золоторудная минерализация представлена жильными, прожилковыми и линзовидно-пластовыми рудными телами в терригенных отложениях. Самородное золото приурочено к контактам жил. Состав золота (мас. %): Au 93–98; Ag 2–4; Bi 1,2; Ni 0,3. Средняя пробность золота 950 ‰ [Салихов и др., 2003].

2. Золото-кварцевое месторождение Улюк-Бар. Рудная зона сложена кварцевыми жилами в серицит-полевошпатовых песчаниках. Выделения золота размером до 4 мм приурочены к сульфидам и имеют состав (мас. %): Au 90–91; Ag 3; Pt 2–3; Pd 0,7. Пробность золота 910 ‰ [Салихов и др., 2003].

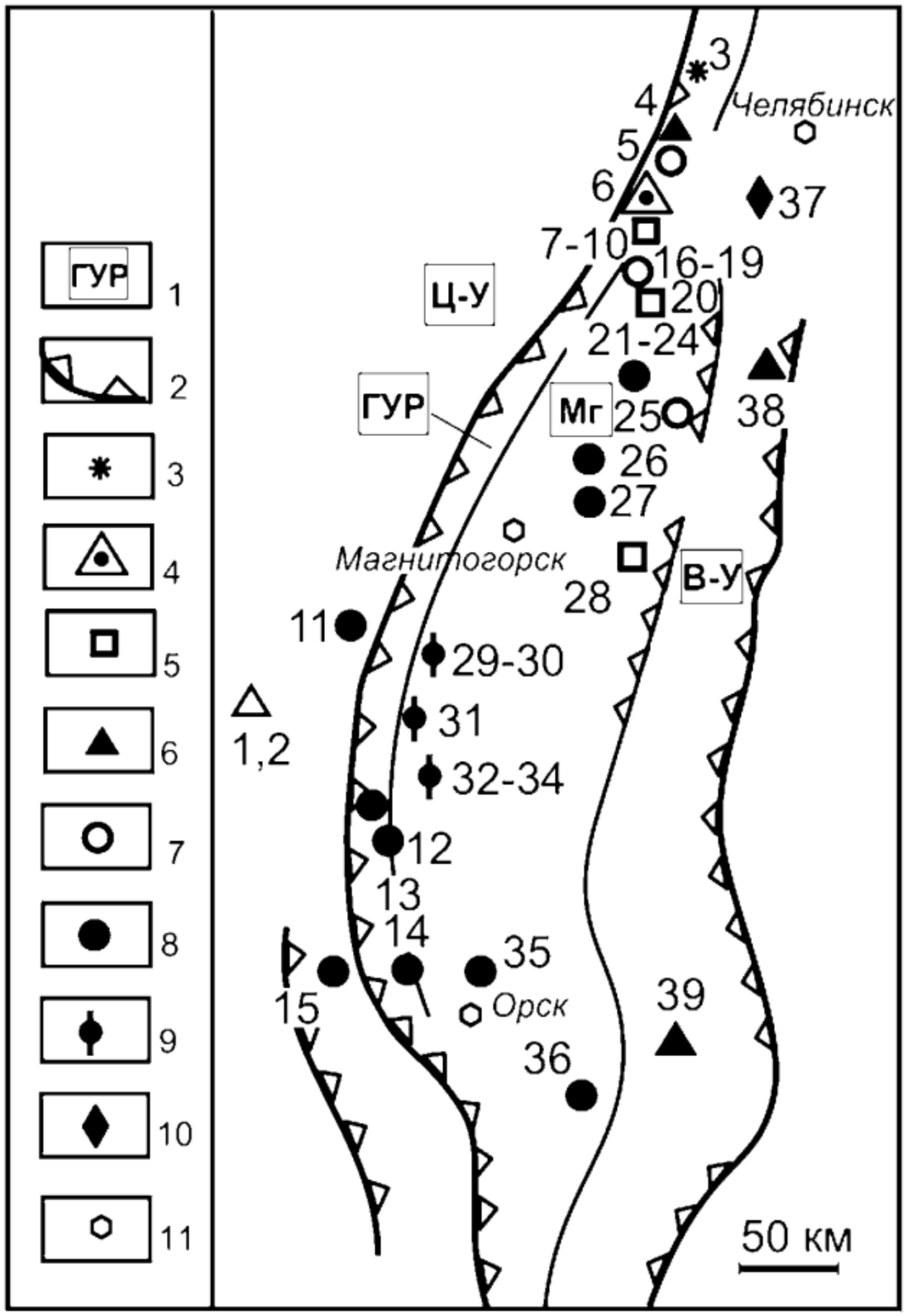


Рис. 4.1. Схема размещения золоторудных месторождений Южного Урала, по которым имеются сведения о составе золота:

1 — металлогенические зоны (*Ц-У* — Центрально-Уральская, *ГУР* — Главного Уральского разлома. *Мг* — Магнитогорская, *В-У* — Восточно-Уральская); *2* — фрагменты глубинных разломов с телами гипербазитов; *3–10* — типы месторождений (*3* — золото-родингитовый, *4* — золото-кварцевый и золото-полисульфидно-кварцевый, *5* — золото-лиственитовый, *6* — золото-магнетит-скарновый, *7* — золото-сульфидный, *8* — колчеданный, *9* — золото-колчеданно-полиметаллический, *10* — золото-порфировый); *11* — города.

Номера месторождений (см. табл. 3.1): 1 — Горный прииск, 2 — Улюк-Бар, 3 — Золотая гора 4 — Наилы, 5 — Мелентьевское, 6 — Круглогорское, 7 — Мечниковское, 8 — Мурашкина Гора, 9 — Борисовские жилы, 10 — Алтын-Таш, 11 — Южно-Юлукское, 12 — Ивановское. 13 — Дергамышское. 14 — Ишкининское. 15 — Яман-Касы, 16 — Муртыкты, 17 — Ик-Давлят, 18 — Контрольное, 19 — Октябрьское, 20 — Ганеевское, 21 — Узельгинское, 22 — Талганское. 23 — Чебачье, 24 — Молодежное, 25 — Южно-Куросанское, 26 — Бабарыкинское, 27 — Александринское, 28 — Кировское. 29 — Северный Уваряж, 30 — Таш-Тау, 31 — Вишневское, 32 — Балта-Тау, 33 — Туба-Каин, 34 — Утреннее, 35 — Гайское, 36 — Осеннее, 37 — Центрально-Березняковское, 38 — Кочкарское, 39 — Кумакское (Васин)

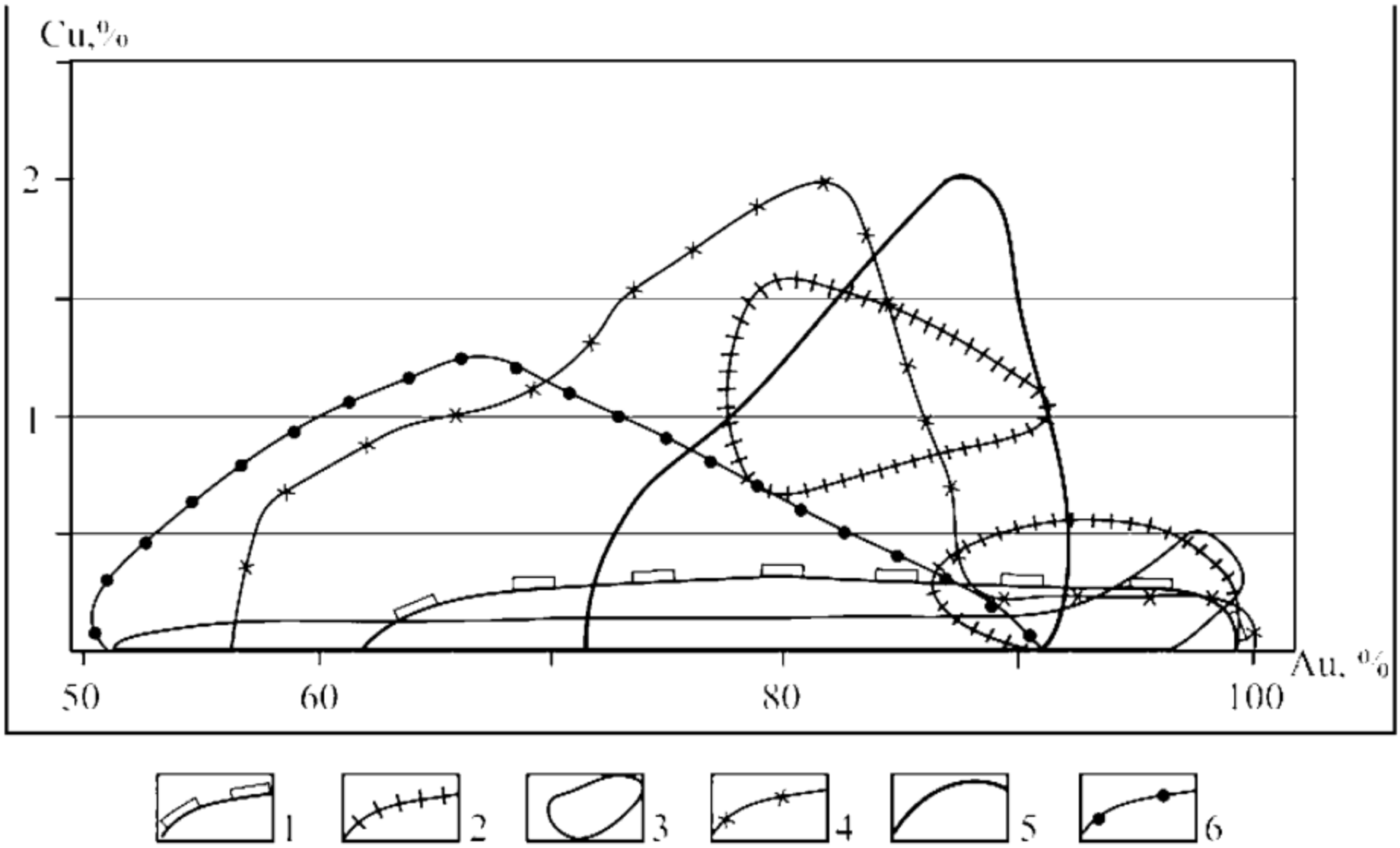


Рис. 4.2. Поля соотношений Au/Cu в самородном золоте из месторождений различных рудных формаций Южного Урала:
1 — в золото-полисульфидно-кварцевой, *2* — в золото-лиственитовой, *3* — в золото-сульфидной, *4* — в медно-цинково-колчеданной, *5* — в кобальт-медноколчеданной, *6* — в золото-колчеданно-полиметаллической

Металлогеническая зона Главного Уральского разлома

3. Золото-родингитовое месторождение Золотая гора. Это уникальное месторождение является эталоном золото-родингитовых объектов, детально описанным Э. М. Спиридоновым и П. А. Плетневым [2002], В. В. Мурзиным и др. [2013]. Золото входит в состав аурикуприда ($AuCu_3$) и тетрааурикуприда (AuCu); самородное золото имеет различную пробность (400–900 ‰) и содержит ртуть и медь [Минералогия…, 1990].

4. Золото-кварцевое месторождение Наилы. Установлены две разновидности золота: 1) «сыпь» размером тысячные доли миллиметра в сульфидах; 2) видимые выделения размером до 2 мм среди нерудных минералов. Самородное золото отличается высокой пробностью (948–980 ‰), содержит 4,6 % серебра и 0,9 % меди (неопубликованные данные Р. О. Берзона и В. В. Мурзина).

5. Золото-сульфидное Мелентьевское месторождение. Распределение золота в рудах неравномерное, пробность на верхних горизонтах, по данным аффинажного завода, 750–800 ‰ [Двести…, 1948]. Состав золота колеблется в следующих пределах (мас. %): Au 51–76; Ag 21–48 [Попова и др., 2005]. Пробность золота 515–778 ‰.

6. Золото-магнетитовое Круглогорское месторождение. Золото в сульфидно-магнетитовых агрегатах находится в поперечных жилках халькопирита, на контакте выделений халькопирита и пирита. Размер выделений до

20×30 мкм, состав (мас. %): Au 81–84; Ag 10–14; Cu 0,2–0,7; Hg 4,8–5,3. Золото в пироксен-пирит-халькопирит-пирротиновой матрице массивных руд имеет состав (мас. %): Au 75–79; Ag 14–20; Cu 0,6–0,9; Hg 4,0–5,7. В прожилках пирротина среди халькопирит-пирротиновых руд золото имеет состав (мас. %): Au 88–90; Ag 7–9; Cu 0,2–0,5; Hg 2,3–3.2. Пробность 764–891 ‰. Золото в технологической пробе, отобранной из рудного тела № 1, имеет состав (мас. %): Au 94,9; Ag 0,8; Cu 0,3; Pd 1,2; Hg 0,8. Средняя пробность золота 939 ‰.

7. Золото-лиственитовое Мечниковское месторождение. Видимое макроскопически золото размером до 1 мм обнаружено в фукситсодержащих лиственитах и приуроченных к ним кварцевых жилах мощностью несколько сантиметров [Мелекесцева и др., 2011]. Характерно низкое содержание Ag — 0,27–1,73 мас. %. В кристаллах пирита зерна золота характеризуются изометричными сечениями и прожилками состава (мас. %): Au 91–99; Ag 2–9; Cu 1,6–1,8. Пробность 890–980 ‰.

8. *Золото-лиственитовое месторождение Мурашкина гора* располагается в Архангельском золоторудном поле в 30 км к югу от г. Миасса в зоне Главного Уральского разлома. Оно представлено кварцевыми жилами на контакте лиственитов с карбонатными породами. Мощность тел лиственитов с тальк-карбонатными породами достигает 100 м при протяженности 450–600 м. Контакт трассируется дайками аплитовидных плагиогранитов с несколькими кварцевыми жилами мощностью 0,5–1,0 м. «Благороднометальная минерализация в кварцевых жилах представлена минералами золота, серебра и платины. Самородное золото выделено из охристых масс висячего контакта главной кварцевой жилы с кремнисто-слюдистыми сланцами и талькитов в лежачем боку кварцевой жилы» [Артемьев и др., 2013, с. 139]. Размер золотин в охрах 0,1–0,2 мм, состав (мас. %): Au 86; Ag 14. В талькитах золотины крупнее (0,5 мм) и содержат (мас. %): Au 95–96; Ag 3–4; Cu 0,8. Гипергенные каймы имеют наиболее высокие концентрации золота — 98–99 %.

9. *Золото-лиственитовое месторождение Борисовские жилы* принадлежит Архангельскому рудному полю. Золотоносные породы расположены на контакте лиственитов и тальк-карбонатных метасоматитов с кварц-серицитовыми сланцами и плагиогранитами. Кварцевые жилы на контакте сланцев и серпентинитов имеют мощность 0,6–1 м, обохрены и содержат вкрапленность сульфидов (халькопирита, пирита, сфалерита). Они имеют протяженность около 70 м и прослежены на глубину 28 м. «В кремнисто-слюдистых сланцах и тальк-карбонатных породах имеется несколько оперяющих жил мощностью 0,1–0,8 м, которые характеризуются кустовым распределением золота (до 1,4 кг/т)… Благороднометальная минерализация в кварцевых жилах представлена минералами золота, серебра и платины» [Артемьев и др., 2014, с. 138–139].

Золотины из охр в контакте жилы со сланцами имеют размер до 0,2 мм и ксеноморфную форму; состав (мас. %): Au 86–87; Ag 13–15. Золото из талькитов имеет изометричную морфлогию, содержания Ag 3–5 %; Cu — 0,6–0,9 %.

10. Золото-лиственитовое месторождение Алтын-Таш. Видимые частицы золота размером до 0,5 мм обнаружены в сульфидизированной

анкерит-кварцевой жиле мощностью 0,5 м [Мелекесцева и др., 2011]. Золотины локализуются на контакте кварца и окисленных сульфидов. Состав (мас. %): Au 78–88; Ag 11–23; Cu 0,3–1,6. Пробность 783–885 ‰.

11. Кобальт-медно-колчеданное месторождение Южно-Юлукское. Рудные тела сложены пирит-пирротиновыми рудами с прожилками и обособлениями халькопиритовых агрегатов. В пирротине установлены редкие выделения самородного золота состава (мас. %): Au 53–70; Ag 31–36; Cu 1, Hg 9–12 [Мелекесцева, Зайков, 2007].

12. На кобальт-медно-колчеданном месторождении Ивановском зерна золота имеют размер до 10 мкм, сосредоточены в кровле рудного тела и соответствуют электруму (мас. %): Au 71–75; Ag 24–28. Пробность 723–760 ‰ [Зайков и др., 2009в]. В центральной части рудного тела — Au 88–92 %, пробность 891–904 ‰, на северном фланге — Au 71–90 %, пробность 708–899 ‰.

13–14. В рудах ***кобальт-медно-колчеданных Дергамышском и Ишкининском месторождениях*** золотины имеют содержания (мас. %): Au 75–85; Ag 15–25. Пробность 731–808 ‰ [Зайков и др., 2009в].

15. Медно-цинково-колчеданное месторождение Яман-Касы. Самородное золото выявлено в халькопирит-марказит-сфалеритовых и халькопирит-марказит-кварц-пиритовых трубах [Масленникова, Масленников, 2007; Сафина, Масленников, 2009]. Включения имеют размер до 30 мкм и обычно находятся в ассоциации с галенитом, теннантитом, кварцем и пиритом. Состав золота (мас. %): Au 77–85; Ag 14–19; Cu 1–2, пробность 800–860 ‰.

Магнитогорская металлогеническая зона

16–17. На золото-сульфидных месторождениях Муртыкты и Ик-Давлят золото встречено в виде изометричных зерен комковатой и дендритовидной формы размером до 0,15–0,20 мм [Белогуб, 2009]. Состав золота (мас. %): Au 95–99; Ag 1–5; Cu 0,1–0,5. Пробность 950–980 ‰.

18. Контрольное золото-сульфидное месторождение. Самородное золото в сульфидных рудах, содержащее до 38–30 мас. % серебра в сульфидных рудах, встречено в виде тонких субизометричных выделений на границах сульфидов и кварца, а также в халькопирите и пирите [Белогуб и др., 2009]. Пробность 625–750 ‰.

19. Октябрьское золото-лиственитовое месторождение. Золото связано преимущественно с лиственитами, содержащими рассеянную вкрапленность пирита. Частицы золота имеют размер до 0,4 мм, пластинчатую форму. Состав (мас. %): Au 89–92; Ag 8–9 [Белогуб и др., 2009]. Пробность 889–924 ‰.

20. ***Ганеевское золото-лиственитовое месторождение*** залегает в полосе метасоматитов березит-лиственитовой формации [Заботина и др., 2014]. Рудоносные породы образовались по серпентинитам и вулканитам основного состава в результате углекислотного метасоматоза с привносом CO_2 и Na, перераспределением K, выносом SiO_2 и его последующим отложением в виде кварцевых жил.

Золото по минеральной ассоциации, составу и характеру выделений разделяется на два основных типа: 1) высокопробное в березитах и лиственитах в виде сростков и включений в пирите и вторичном гетите; включения

имеют вытянутую, овальную и сложную форму, размером от 3 до 60 мкм, реже образуют просечки длиной до нескольких миллиметров; состав (мас. %): Au 91–92; Ag 8; 2) средней пробности в кварцевых жилах в свободном виде и в виде сростков с галенитом и теллуридами; свободное золото имеет форму пластинок, листочков, дендритов, комков, размер от 30 мкм до 0,5 мм; включения золота в теллуридах преимущественно тонкие (около 5 мкм), а в дендритах и просечках достигают 30 мкм; состав (мас. %): Au 85; Ag 15.

Петцит и гессит образуют сростки с галенитом, часто содержат включения золота. В составе гессита отмечается дефицит серебра, приближающий его к штютциту (Ag 62–63 %; Te 37–38 %). В петците содержания золота и серебра незначительно варьируют (Ag 41–43; Au 24–27; Te 31–34 мас. %).

21. Узельгинское медно-цинково-колчеданное месторождение. По данным И. В. Викентьева [2004], наиболее распространены золотины размером 10–20 мкм, реже до 150 мкм. Золото представлено двумя основными разновидностями состава (мас. %): Au 77–87; Ag 13–19 и Au 60–70; Ag 40–30. Общая пробность 600–875 ‰.

22. Талганское медно-цинково-колчеданное месторождение. Барит-борнит-халькопирит-сфалеритовые кластогенные руды располагаются на флангах сульфидного холма [Масленников, 1999: Амплиева, 2006; Сафина и др., 2003]. К ним приурочено самородное золото состава (мас. %): Au 62–75; Ag 21–30; Cu 1–3; Fe 1–2; Hg 4–6. Пробность 617–750 ‰.

23. Чебачье медно-цинково-колчеданное месторождение. В кровле холма залегают брекчии с обломками пиритовой руды. В них, по данным Н. Р. Аюповой и В. А. Котлярова [2009], обнаружены выделения золота состава (мас. %): Au 69–73; Ag 24–31; Cu 0,1–1; Fe 0–1. Пробность 689–729 ‰.

24. Молодежное медно-цинково-колчеданное месторождение. Рудные залежи плащеобразной формы располагаются в кровле риолитовой толщи. В жилах блеклых руд, секущих сплошные пирит-халькопирит-баритовые руды с реликтами кластогенных текстур, установлены выделения золота. Они представлены отдельными кристаллами и кружевными обособлениями состава (мас. %): Au 77–81, Ag 18–20, Cu 0,5–2. Пробность 775–815 ‰.

25. Южно-Куросанское золото-сульфидное месторождение. Золото-барит-сульфидные рудные тела слагают серию линз протяженностью 35–375 м при мощности 2–30 м. Состав золота (мас. %): Au 65–87; Ag 12–33 [Сазонов и др., 2001]. Пробность 652–875 ‰.

26. Бабарыкинское медно-цинково-колчеданное рудопроявление. Самородное золото встречается в ассоциации с галенитом, штромейеритом, баритом, сфалеритом, теннантитом [Новоселов и др., 2009]. На участках руд, обогащенных штромейеритом, встречены зерна размером до 0,1 мм. Состав (мас. %): Au 71–73; Ag 26–29, пробность 715–735 ‰.

27. Александринское медно-цинково-колчеданное месторождение. Видимое золото установлено в сульфидных трубах в сфалерите и халькопирите в виде удлиненных и изометричных зерен размером от 10 до 40 мкм. Состав выделений (мас. %): Au 83–84; Ag 16–17; Cu 0,1–2 [Масленникова, Масленников, 2007]. Проба золота 821–841 ‰. Выделения золота из окисленных руд имеют размер от 10 до 200 мкм, пластинчатую, прожилковидную

и изометричную морфологию [Викентьев, 2004]. Содержит (мас. %): Au 68–81; Ag 19–32; Cu до 0,1; Hg 0,5. Пробность золота 668–816 ‰.

28. Кировское золото-лиственитовое месторождение. Рудой являются узкие жилообразные неправильной формы тела с сульфидной прожилково-вкрапленной минерализацией среди серпентинитов Состав золота (мас. %): Au 90–92; Ag 7–8; Cu 0,2–0,4 [Иванищев, 2005ф]. Пробность 910 ‰.

29. Золото-колчеданно-полиметаллическое месторождение Северный Уваряж. Золото размером от первых до сотен микрон находится в сростках с сульфидами, которые рассредоточены в баритовой матрице. Содержания Ag в золоте зависят от вмещающего минерала: в барите на контакте с самородным серебром золото характеризуется составом (мас. %): Au 63–77; Ag 22–35. Пробность 629–780 ‰.

30. Золото-колчеданно-полиметаллическое месторождение Таш-Тау. Самородное золото установлено в нескольких рудных фациях сульфидного холма [Кулешов, Зайков, 2005; Масленников, Зайков, 2006]. В сульфидных каналах золото установлено во внешней зоне и зоне инкрустации. Замечено, что чем ближе к внешней зоне, тем ниже пробность золота, а его содержание в золотинах меняется от 79–82 до 64–72 мас. % при увеличении содержания серебра с 14–18 до 26–31 мас. %. В продуктах субмаринного окисления золото наблюдается в виде кружевных выделений и сетчатых зерен поперечником до 4 мм в борнит-баритовой массе. В жилках, подчеркивающих сетчатую текстуру, наблюдается повышенное содержание серебра, достигающее 30%. Пробность золота 726–869 ‰.

31. Золото-колчеданно-полиметаллическое месторождение Вишневское. В гидротермальных пирит-халькопирит-сфалеритовых рудах золото фиксируется в сфалерите в жилках и выделениях халькопирита и галенита сложной конфигурации. Состав золота (мас. %): Au 68–75; Ag 20–35. Пробность 686–744 [Мелекесцева и др., 2008; Зайков, Мелекесцева, 2011]. Гидротермально-метасоматические руды представлены прожилково-вкрапленной сфалерит-халькопирит-пиритовой минерализацией. Золото обнаружено в ассоциации со сфалеритом, халькопиритом и пиритом. Состав золота (мас. %): Au 84–90; Ag 8–16. Пробность 838–906 ‰.

32. На ***золото-колчеданно-полиметаллическом месторождении Балта-Тау*** золото установлено в сульфидных рудах придонной гидротермальной фации и баритовых рудах зоны субмаринного окисления [Холланд, 2007]. В первых оно характеризуется средними содержаниями (мас. %): Au 70–81; Ag 17–29 (пробность 720–816 ‰), а во вторых преобладает электрум с содержаниями Au 52–76 при Ag 22–34 (пробность 524–769 ‰). В золотоносной зоне окисления состав золота (мас. %): Au 66–79; Ag 18–31; Cu 0,6 [Белогуб и др., 2003].

33. Золото-барит-полиметаллическое месторождение Туба-Каин. Золоторудная минерализация приурочена к турмалинсодержащим вторичным кварцитам на контакте с дацитами [Ковалев и др., 2014]. Выделяются два типа руд: сульфидные и окисленные; в последних содержание золота достигает 22 г/т. Пребладающий состав золота (мас. %): Au 88–96; Ag 4–10; Cu 0–1,2, подчиненное значение имеет золото Au 66; Ag 34 %. В россыпях Баймакского рудного района зафиксировано содержание Au 95; Ag 4 %.

34. Утреннее золото-колчеданно-полиметаллическое рудопроявление. В барит-пиритовых обломочных рудах установлено золото в кристаллическом пирите. Оно присутствует в виде изометричных включений округлой, треугольной, сглаженно-угловатой, прожилковидной морфологии, иногда с кристаллическими очертаниями. Содержания Ag в золоте составляют 48–49 мас. %, в небольшом количестве присутствует Cu (пробность золота 495 ‰).

35. Гайское медно-цинково-колчеданное месторождение является наиболее крупным колчеданным месторождением на Урале [Пшеничный, 1962; Гайский…, 2000]. Наиболее богаты золотом борнитовые, халькопирит-сфалерит-пиритовые руды и «сыпучки» в зоне окисления. Самородное золото образует тесные срастания с галенитом, борнитом, халькопиритом, теннантитом и сфалеритом. Наиболее крупные золотины размером до 5 мм встречаются в баритовых гнездах и выделениях борнитовых руд. Состав золота (мас. %): Au 77–84; Ag 14–20; Cu 0–2; пробность 770–840 ‰ [Викентьев, 2004].

«Сыпучки» имеют существенно кварцевый, пирит-кварц-серный, кварц-пиритовый состав [Зайков, Сергеев, 1993; Гайский…, 2000]. В них выделяется три группы золота (мас. %): 1 — Au 95–100; Ag 0–3; 2 — Au 84–77; Ag 11–21; 3 — Au 56–60; Ag 36–42. Общая пробность 560–990 ‰.

36. Осеннее медно-колчеданное месторождение. Рудные тела слагают сложно построенную залежь линзовидных тел суммарной мощностью около 100 м [Белогуб, 2009]. Состав руд халькопирит-пиритовый, сфалерит-халькопирит-пиритовый, халькозин-пиритовый. Основная форма нахождения золота — самородная. Золотины имеют состав (мас. %): Au 77–79; Ag 21–23; Cu 0–0,3. Пробность золота 780 ‰.

Восточно-Уральская металлогеническая зона

37. Центрально-Березняковское золото-порфировое месторождение. Первичное самородное золото представлено мелкими (5–10 мкм) выделениями в срастании с калаверитом, теллуроантимонитом, нагиагитом, колорадоитом и реже с галенитом [Плотинская и др., 2009]. Состав золота довольно разнообразен (мас. %): Au 62–97; Ag 0–8; Cu 0–1,5. Пробность золота 620–970 ‰. На близрасположенных рудопроявлениях Мичуринском, Биксизак и Калиновском самородное золото пробы 820–940 ‰ выявлено совместно с сульфидами и сульфосолями.

38. Кочкарское золото-полисульфидно-кварцевое месторождение. В южном блоке золото образует неправильной формы выделения, скелетные и пластинообразные кристаллы максимальным размером до 2–3 см в висмутине и сульфосолях. Пробность в большинстве случаев колеблется от 877 до 962 ‰ [Спиридонов, 1996]. В одной из жил на горизонте 350 м пробность снижается до 622–796 ‰. В юго-восточном блоке пробность золота варьирует от 949 до 632 ‰, причем преобладает низкопробное золото. Средний состав золота (мас. %): Au 62–75; Ag 16–27; Cu 0–0,3; Hg 4–15. Пробность 630–750 ‰ [Юдин, 1998].

39. Золото-кварцевое месторождение Кумакское (Васин). Золотое оруденение приурочено к участкам развития кварцевых и кварц-полевошпатовых жил с сульфидной минерализацией. Распространение золота связано с крупнокристаллическим пиритом, в котором оно образует выделения

размером до 1 мм. Золото имеет состав (мас. %): Au 91–97; Ag 3–9; Cu 0,1–1 [Полуэктов, 2010]. Пробность 905–975 ‰.

4.2. Состав самородного золота россыпных месторождений

Месторождения с данными о пробности установлены в 11 россыпных зонах, расположение которых показано на рис. 4.3. Краткое описание россыпей дано с использованием работ предшественников (Приложения 9–12). Эта информация дополняется нашими данными о составе зерен золота, полученными рентгеноспектральным методом (табл. 4.1). Сведения о платиноидах в составе россыпей даны в главе 5.

I. Авзянско-Прибельская россыпная зона является самой западной, и к ней приурочены коренные месторождения Горный прииск и Улюк-Бар. В Авзянской части она включает пять россыпей, из которых сведения о пробности имеются по *россыпи Каменный ключ*. Россыпь имеет протяженность 400 м и ширину 50 м. Долина ручья прорезает северный фланг золото-кварцевого месторождения Горный прииск. Золото крупное, встречались самородки весом до нескольких граммов, пробность золота 926–979 ‰. Авзянская россыпная зона является наиболее крупной на западном склоне Урала, она дала 2340 кг золота.

Прибельская часть включает десять россыпей. *Россыпь Кучанова* разрабатывалась на протяжении 1500 м, а доразведка выявила промышленное содержание на отрезке долины длиной 3000 м, шириной 20–100 м. Золотоносными являются отложения 1-й надпойменной террасы и поймы. Золото в основной массе крупное (0,5–5 мм) плохой окатанности. Пробность высокая — от 950 до 980 ‰.

II. Кыштымская россыпная зона на Среднем Урале включает две россыпи, по которым опубликованы сведения о пробности. Маукская россыпь относится к аллювиальному долинному типу четвертичного возраста, имеет длину 15 км при ширине 20–300 м. Золото крупное (0,–1,5 мм), окатанность средняя. Всего добыто 2,7 т золота. В россыпи присутствуют кристаллы циркона и ограночного гиацинта. Пробность золота в исследованных зернах 850 ‰. Кыштымская россыпь относится к тому же типу и имеет длину 1,5 км. Пробность золота в зернах менятся в пределах 790–950 ‰.

III. Миасская россыпная зона располагается на территории Челябинской области и Республики Башкортостан (рис. 4.4), имеет длину 140 км и является наиболее богатой на Южном Урале [Двести..., 1948; Сазонов и др., 2001]. Многочисленные россыпи, число которых около 90, разрабатывались с XIX до начала XXI века. По данным А. В. Иванищева [2005ф] и Ю. М. Петрова [1999ф], общая учтенная добыча золота из миасских россыпей составляет порядка 125 т. В россыпях были взяты многочисленные самородки, в том числе самый крупный в России «Большой треугольник» весом 32,06 кг, который хранится в Алмазном фонде РФ.

Россыпная зона охватывает центральный сегмент Главного Уральского разлома, ширина которого с оперяющими дизъюнктивами 10–20 км [Попова, 2002; Казаков, Салихов, 2006]. Данная структура относится к категории сутурных зон и вмещает тела альпинотипных гипербазитов, фрагменты

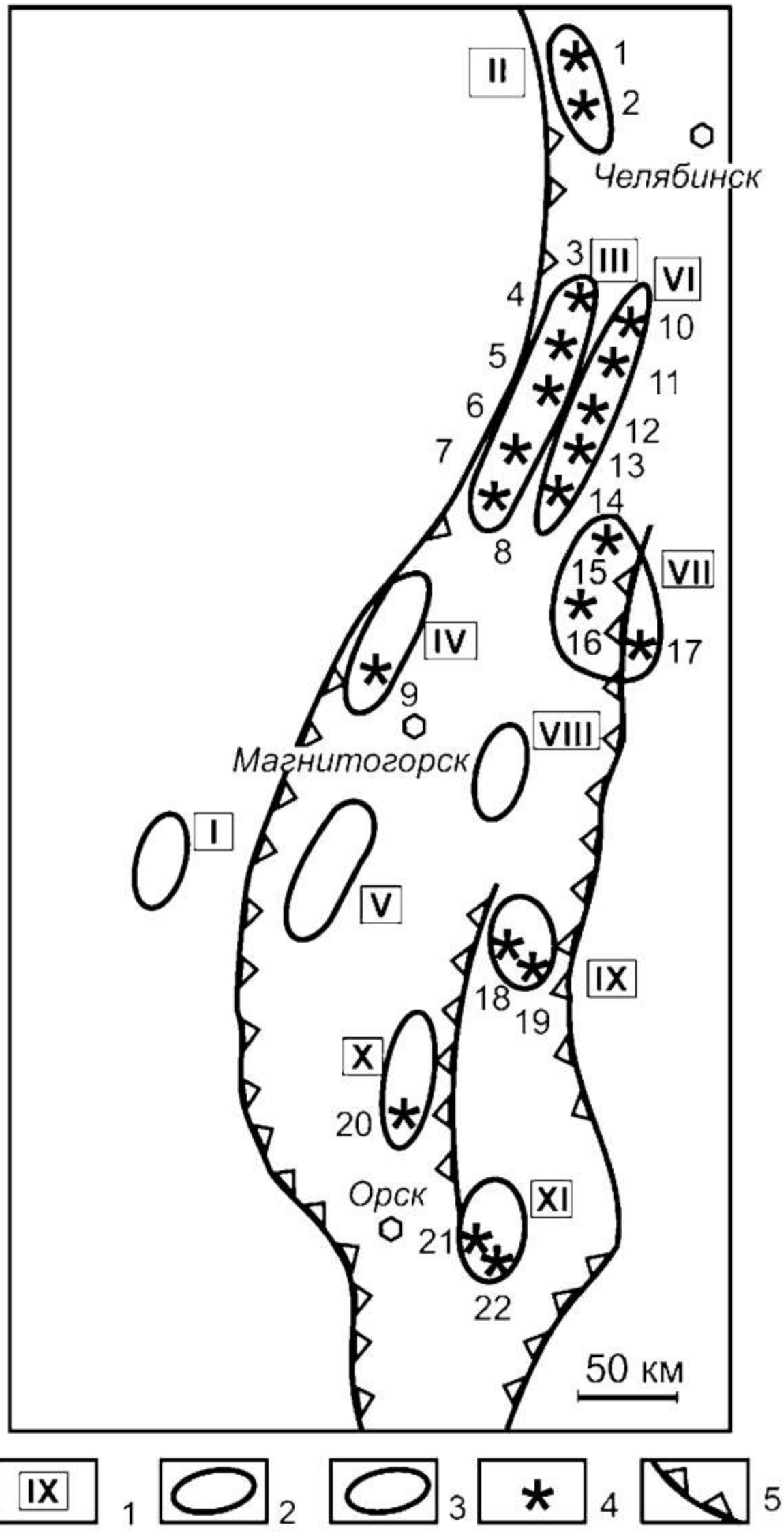


Рис. 4.3. Схема расположения основных россыпных зон на Южном Урале, по которым имеются сведения о составе золота:

1 — россыпные зоны: *2* — россыпи золота с установленной примесью платиноидов; *3* — россыпи золота, в которых платиноиды не отмечены; *4* — места отбора проб на рентгеноспектральный анализ; *5* — фрагменты гипербазитовых поясов

Россыпные зоны: *I* — Авзянско-Прибельская, *II* — Кыштымская, *III* — Миасская, *IV* — Миндякская, *V* — Восточно-Ирендыкская, *VI* — Непряхинская, *VII* — Кочкарская, *VIII* — Гумбейская. *IX* — Гогинская, *X* —Амамбайская, *XI* — Суундукская

Таблица 4.1

Результаты рентгеноспектрального анализа центральных частей зерен из россыпей Южного Урала

№ п/п	Россыпь, участок	№ обр.	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
Кыштымская россыпная зона										
1	1. Маукская (Вишневые Горы)*	3441	1	85,42	14,46	—	—	99,88	855	III
2		3441-1	5	84,67	14,95	0,00	0,04	99,66	850	III
3	2. Кыштымская* (р. Борзовка)	3445-а	1	86,00	13,65	—	—	99,65	863	III
4		3445-б	3	94,60	5,13	0,00	0,02	99,75	948	II
5		3445-1а	1	85,59	13,22	—	0,17	98,98	865	III
6		3445-1б	4	92,22	7,58	—	—	99,79	924	II
7		3445-1в	1	90,26	0,13	—	9,28	99,67	906	II
8		3445-1г	1	78,81	21,14	—	—	99,95	788	IV
Миасская россыпная зона										
9	3. Нижне-Карабашская (Соймоновская)*	3446-а1	3	66,69	27,39	1,33	4,22	99,63	669	IV
10		3446-а2	3	64,38	28,79	2,33	4,16	99,66	646	V
11		3446-б	3	68,05	27,24	—	4,14	99,43	684	IV
12		3446-в	4	88,05	11,86	—	0.04	99,94	881	III
13		3446-2а	7	98,32	0.68	0.86	—	99.86	985	I
14		3446-2b	1	96,90	0,39	2,41	—	99,70	972	I
15		3446-2 с	3	99,09	0	0,74	—	99,83	992	I
16	4. Киалимская	К2-6	3	93,47	4.24	2.04	0,00	99.75	937	II
17		К2-С-1а	5	92,26	6,00	1,43	—	99,69	925	II
18		К2-С-1б	1	91,71	6,88	1,23	—	99,82	919	II
19	5. Средне-Миасская (полигон № 6)	3444-а	2	91,45	8,19	0,00	0,30	99,93	915	II
20		3444-а-1	1	94,25	5,15	—	—	99,4	948	II
21		3444-б	1	87,71	12,13	—	0,10	99,94	878	III
22		3444-в	1	53.65	44,92	—	1,19	99,76	538	V
23		3444-1а	1	86,92	12,80	—	—	99,72	872	III
24		3444-1б	1	94,25	5,15	—	—	99,40	948	II
25		3444-2а	1	80,46	18,97	—	—	99,43	809	III
26		3444-2b	1	84,15	15,01	—	—	99,48	849	III
27		3444-2с	1	92,63	7,26	—	—	99,89	927	II
28		3444-2d	1	92,22	7,75	—	—	99,97	922	II
29		3444-2е	1	90,65	8,88	—	—	99,53	911	II
30		3444-2f	1	86,49	12,81	0,42	—	99,72	867	III
31		3444-2g	1	90,29	9,65	—	—	99,94	903	II
32		3444-2f	1	90,82	9,07	—	—	99,89	909	II
33		3444-2k	1	90,06	9,70	—	—	99,76	903	II
34	6. Мало-Иремельская	Ир3-5-1а	3	82,33	16,50	—	—	98,83	833	III
35		Ир3-5-1б	1	92,19	7,01	—	—	99,20	929	II

Продолжение табл. 4.1

№ п/п	Россыпь, участок	№ обр.	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
36		Ир3-5-2а	3	81,28	10,19	8,70	—	100,17	811	III
37		Ир3-5-2б	2	78,98	1,91	18,73	—	98,90	799	IV
38		Ир3-5-3а	1	81,71	11,34	6,67	—	99,72	819	III
39		Ир3-5-3б	1	80,26	2,10	17,55	—	99,91	803	III
40	7. Сулейменовская	Б3-1	3	91,68	7,70	0,31	—	99,68	920	II
41	8. Поляковская*	3439а	2	87,28	12,53	0,00	0,10	99,90	874	III
42		3439б	3	91,65	8,16	—	—	99,81	918	II
43		3439-1	3	91,35	8,29	—	—	99,65	917	II
44		3439-2	1	93,37	6,2	—	—	99,57	938	II
45		3439-2a	2	86,31	13,33	—	0,31	99,95	864	III
46		3439-2b	4	91,65	8,29	—	—	99,93	917	II
47		3439-2c	1	99,52	0,34	—	—	99,86	997	I
48	9. Тараканий Лог	МР-1	1	91,04	8,18	0,20	—	99,42	916	II
49		МР-1-1	2	91,74	8,00	0,23	0,00	99,96	918	II
Миндякская россыпная зона										
50	10. Куру-Елга	БР-1	2	82,19	17,47	0,16	—	99,81	823	III
Непряхинская россыпная зона										
51	11. Березовский**	3063	2	98,75	0,96	0,25	—	99,96	988	I
52		7468	2	99,45	0,25	0,20	—	99,90	996	I
53	12. Байрамгуловская*	8411а	1	82,61	16,89	0,13	—	99,63	829	III
54		8411б	1	93,04	6,53	0,20	—	99,77	933	II
55		8411-1	1	86,71	12,77	0,25	—	99,73	869	III
56	13. Шахматовский	1496а	2	85,39	14,29	0,23	—	99,90	855	III
57		4496б	2	92,51	7,19	0,21	—	99,9	926	II
58	14. Куртмакский*	4462	1	79,93	19,79	0,22	—	99,94	800	III
59		4496	1	79,60	19,97	0,29	—	99,86	797	IV
60		4339	1	90,15	9,52	0,18	—	99,85	903	II
61	15. Шершневский	3443-1	1	90,67	9,22	—	—	99,89	908	II
62		3443-2	2	83,38	16,44	—	—	99,815	835	III
63		3443-3	2	94,85	4,95	—	—	99,80	950	II
64		3443-4	1	84,64	14,75	—	0,42	99,81	848	III
65		3443-4а	1	95,24	4,69	—	—	99,93	953	II
Кочкарская россыпная зона										
66	16. Еленинский	12-с-1	2	89,33	10,31	0,25	—	99,89	894	III
67		12-с-2	2	94,26	5,37	0,21	—	99,83	944	II
68	17. Светлинское россыпное поле	1	1	99,19	0,80	0,14	—	100,00	991	I
69		2	1	96,97	0,76	0,15	—	97,80	991	I
70		3	1	98,05	1,00	0,19	—	99,40	988	I
71		4	1	96,51	2,33	0,08	—	98,20	976	I
72		5	1	96,03	2,41	0,10	—	98,40	975	I

Окончание табл. 4.1

№ п/п	Россыпь, участок	№ обр.	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
73		6	1	94,13	2,81	0,10	—	97,40	970	I
74		7	1	94,88	3,15	0,05	—	98,80	967	II
75		8	1	95,05	3,46	0,00	—	98,51	966	II
76		9	1	94,86	3,52	0,08	—	98,40	963	II
77		10	1	92,92	5,64	0,00	—	98,56	943	II
78		11	1	91,69	6,67	0,07	—	98,43	932	II
79		12	1	91,83	7,29	0,24	—	99,36	924	II
80		13	1	88,50	10,12	0,13	—	98,75	896	III
81		14	1	96,89	0,08	2,11	—	99,07	978	I
82		15	1	98,37	0,14	2,59	—	101,10	973	I
83	18. Кучинская*	3442-1	4	89,50	10,38	—	—	99,88	896	III
84		16	1	97,80	0,42	0,14	—	98,36	994	I
85	19. Андреево-Юльевская депрессия	17	1	96,34	0,0	1,38	—	97,72	986	I
86		18	1	97,03	2,0	0,21	—	99,24	978	I
87	20. Уйский*	7653	1	91,43	8,13	0,24	—	99,8	916	II
Гогинская россыпная зона										
88	21. Казанская*	16-1	2	89,98	9,58	0,26	—	99,81	901	II
89	22. Камышлы-Аят*	141-1	1	90,59	8,58	0,23	—	99,4	911	II
Амамбайская россыпная зона										
90	23. Александровская III*	РМЕ-1	2	95,69	4,31	—	—	100,00	957	II
91		РМЕ-2	3	95,57	4,34	—	—	99,91	957	II
92		РМЕ-3	2	95,97	4,48	—	—	100,44	955	II
93		ТР1-4	3	94,36	5,33	0,10	—	99,80	946	II
94		Тр1-15	3	91,00	8,79	—	—	99,79	912	II
Суундукская россыпная зона										
95	24. Колчинская**	2	2	99,56	0,06	0,14	—	99,75	998	I
96		11	2	98,39	1,07	0,18	—	99,64	987	I
97	25. Назаровская**	6	2	99,15	0,34	0,19		99,67	995	I
98		10	2	99,66	0,10	0,19		99,94	997	I

Примечание: 1) материал предоставлен А. Г. Баранниковым (по россыпям № 8, 9, 10–19, 21, 22), В. В. Мурзиным (4), А. М. Юминовым и М. Е. Романенко (20), миасским прииском (6) и музеем Ильменского государственного заповедника (1–3, 5, 7, 14); 2) анализы выполнены на приборах РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров) и Tescan Vega 3 (аналитик И. А. Блинов); данные по 68–82 и 84–86 взяты из [Сазонов и др., 2001]; 3) группы золота по пробности (‰): I — 970–1000, II — 900–969, III — 800–899, IV — 650–799, V — 400–649; 4) * — зерна золота с высокопробной каймой, ** — полностью новообразованные (или из зон окисления); 5) подчеркнуты россыпи, в зернах которых установлены микровключения рудных минералов.

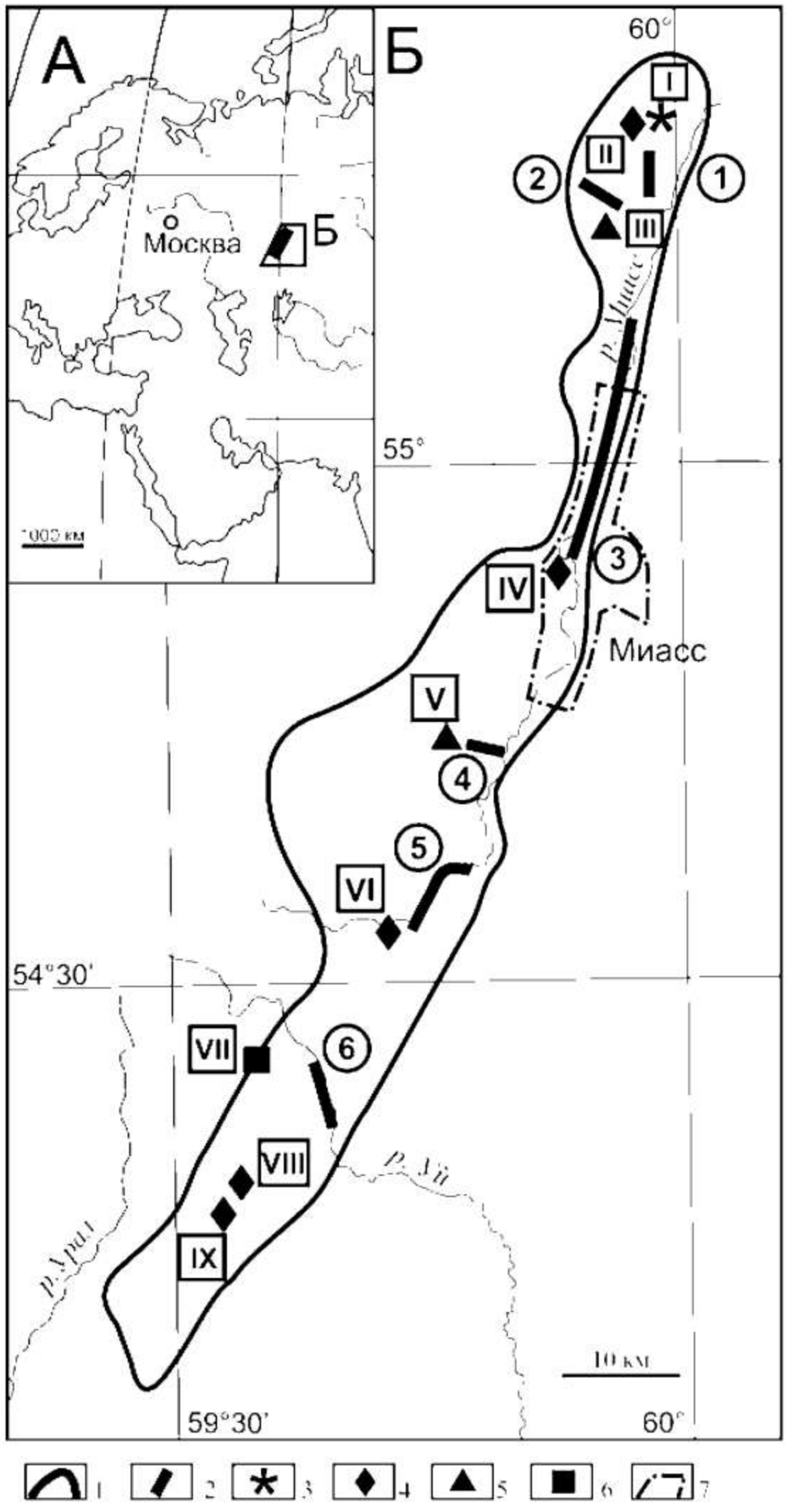


Рис. 4.4. Миасская россыпная зона: *А* — географическая позиция, *Б* — расположение россыпей с микровключениями рудных минералов в зернах золота и коренных источников микровключений: *1* — контуры зоны; *2* — россыпи, в которых установлены микровключения рудных минералов в зернах золота (*1* — Нижнекарабашская, *2* — Киалимская, *3* — Среднемиасская, *4* — Мало-Иремельская. *5* — Сулейменовская, *6* — Поляковская); *3–6* — месторождения и проявления, служившие источниками золота для рассматриваемых россыпей (*3* — золото-родингитовое, *4* — золото-колчеданные и золото-сульфидные, *5* — хромитовые и хромито-платиновые, *6* — золото-кварц-сульфидные); *7* — территория г. Миасса)

Номера месторождений: *I* — Золотая Гора, *II* — Карабашская группа, *III* — Сардаткульское, *IV* — Мелентьевское, *V* — Северо-Нуралинская группа (Приозерное, Мокрая Яма, Сияк-Тукан, Ольгинское), *VI* — Орловское, *VII* — Бол. и Мал. Каран, *VIII* — Ик-Давлят, *IX* — Муртукты

островодужных построек девонского возраста, палеозойские гранитоидные массивы. Такое сочетание геологических комплексов обусловило разнообразную минерализацию: золоторудную и золото-россыпную, хромитовую, платиноидную [Овчинников, 1998]. Дадим характеристику россыпей, в которых выявлены микровключения рудных минералов. Перечень выявленных микровключений показан в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Рудные микровключения в зернах золота из россыпей Южного Урала

№ п/п	Россыпь	№ зерна	Минерал	Кристаллохимическая формула	Вмещающее золото			
					Au	Ag	Cu	Hg
1	Нижнекарабашская	3446a	Тетрааурикуприд	$(Cu_{0,96}Ag_{0,03})_{0,99}Au_{1,00}$	86	13	1	—
		3446-b	Халькозин-1	$(Cu_{1,49}Fe_{0,13}Ag_{0,01})_{1,63}S_{1,00}$	68	27	0,4	4
			Халькозин-2	$(Cu_{1,05}Ag_{0,52}Hg_{0,08}Fe_{0,02})_{167}S_{1,00}$				
		3446-2	Аурикуприд	$(Cu_{2,38}Ag_{0,01})_{2,39}Au_{1,00}$	95	4	1	—
			Тетрааурикуприд	$(Cu_{0,96}Ag_{0,03})_{0,99}Au_{1,00}$				
2	Киалимская	К2-С-1	Рутений	$(Ru_{0,56}Os_{0,23}Ir_{0,16}Rh_{0,03}Pt_{0,01})_{1,00}$	93	5	1	—
			Лаурит	$(Ru_{0,91}Ir_{0,09}Rh_{0,02})_{1,02}S_{2,00}$				
			Rh-Ir-толовкит	$(Rh_{0,60}Ir_{0,34})_{0,94}(Sb_{0,94}S_{1,06})_{2,00}$				
3	Среднемиасская	3444-2	Халькопирит	$Cu_{0,96}Fe_{1,00}S_{2,00}$	90	9	—	—
4	Мало-Иремельская	Ир2-4-1	Рутений	$(Ru_{0,44}Os_{0,28}Ir_{0,19}Rh_{0,05}Pt_{0,02}Fe_{0,01})_{1,00}$	92	8	—	—
			Изоферроплатина	$(Pt_{2,99}Ru_{0,04})_{3,02}(Fe_{0,96}Ni_{0,02})_{0,98}$				
		Ир2-40	Ксингцхонгит	$(Cu_{0,72}Pb_{0,22}Fe_{0,05}Cd_{0,03}Ni_{0,02})_{1,04}$ $(Ir_{0,76}Pt_{0,65}Rh_{0,58})_{1,99}S_{4,00}$				
5	Сулеймановская	Б3-1	Галенит	$Pb_{1,00}(S_{0,96}Se_{0,04})_{1,00}$	91	8	0,2	–
6	Поляковская	3439-a	Галенит	$Pb_{0,98}(S_{0,96}Se_{0,04})_{1,00}$	90	10	—	—
		3439-b	Арсенопирит	$Fe_{1,04}(As_{1,19}Sb_{0,01})_{1,20}S_{1,00}$	93	5	—	0,5
			Халькопирит	$Cu_{0,95}Fe_{0,96}S_{2,00}$				
			Сфалерит	$Zn_{0,89}Fe_{0,10}S_{1,00}$				
			Пирит	$Fe_{0,98}S_{2,00}$				
			Пирротин	$Fe_{0,87}S_{1,00}$				

Примечание: анализ микровключений и вмещающего золота выполнен на приборах РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров) и Tescan Vega 3 (аналитик И. А. Блинов).

Нижне-Карабашская (Соймоновская) россыпь имеет длину 4 км при ширине 30–250 м. Тип россыпи делювиально-пролювиальный, возраст миоценовый. Россыпь примыкает к Карабашскому гипербазитовому массиву. В трех зернах золота выявлены микровключения тетрааурокуприда, аурикуприда, сульфидов меди и серебра (рис. 4.5). Пробность зерен золота охватывает интервалы: 650–670 и 880 ‰.

Киалимская россыпь находится в 3 км к югу от города Карабаша, имеет протяженность 5 км, ширину 30–250 м. Тип россыпи долинный, возраст отложений четвертичный, учтенная добыча 400 кг. Пробность золота 910–940 ‰. В россыпи ранее были известны платиноиды. В одном зерне установлены сложные сростки золота с твердыми растворами Os-Ir-Ru, сульфидами рутения и иридия.

Среднемиасская росыпь (полигон № 6). Аллювиальная, долинная, четвертичная. Длина 22 км, ширина 50–100 м. Преобладающая крупность золота 0,4–1,5 мм, добыто 9,2 т золота. Присутствует примесь платиноидов. В одном зерне золота установлено микровключение халькопирита.

Мало-Иремельская россыпь четверичного возраста, долинная и терраасовая, длина 2500 м, ширина 50–400 м. Добыто 1,4 т золота. В трех зернах золота выявлены микровключения платиноидов.

Сулейменовская россыпь расположена в верховьях реки Миасс, объединяя четыре техногенных остаточно-целиковых и две вновь разведанные россыпи долинного типа [Казаков, Салихов, 2006]. Протяженность полигона для дражной разработки 9 км, ширина 40–190 м. В одном зерне выявлено включение галенита. В Сулейменовской россыпи состав золота в зернах Бр3-1, Бр3-2 (мас. %): Au 91–92; Ag 7–8; Cu 0.2–0.4. Аналогичный состав имеет золото на участке Тараканий Лог, но в пробе МР-1 выявлена высокопробная кайма с содержанием золота 99 %.

Поляковская (Уйская) россыпь является долинной четвертичного возраста, имеет длину 6,5 км, ширину 50–200 м. Добыто около 13 т золота. В двух зернах установлены многочисленные микровключения арсенидов и сульфидов.

IV. Миндякская россыпная зона имеет протяженность 70 км и включает 7 россыпей, по которым имеются сведения о пробности золота. В пяти россыпях пробность находится в пределах 802–892, в двух — 898–934 ‰. Зона охватывает верховья реки Урал с правыми притоками. Наиболее крупная ***Миндякская россыпь*** имеет протяженность 3 км, ширину — 50–90 м. Золото крупное, хорошо окатанное, форма комковатая, таблитчатая, пластинчатая, присутствуют самородки весом до 10 г. Имеются сведения о том, что из двух россыпей — Афонинской и Миндякской — было добыто около 2 т золота [Петров, 1999ф]. Во всех россыпях содержатся платиноиды в количестве 1–2 % по отношению к золоту. ***В россыпи Куру-Елга*** состав золота в пробе БР-1 (мас. %): Au 81–83; Ag 17–18; Cu 0.2.

Одним из источников россыпей было Миндякское золото-сульфидное месторождение [Знаменский, Мичурин, 2013]. Минерализация концентрируется в тектонической пластине, сложенной хаотическим нагромождением серпентинитов, пироксенитов, габбро и диабазов.

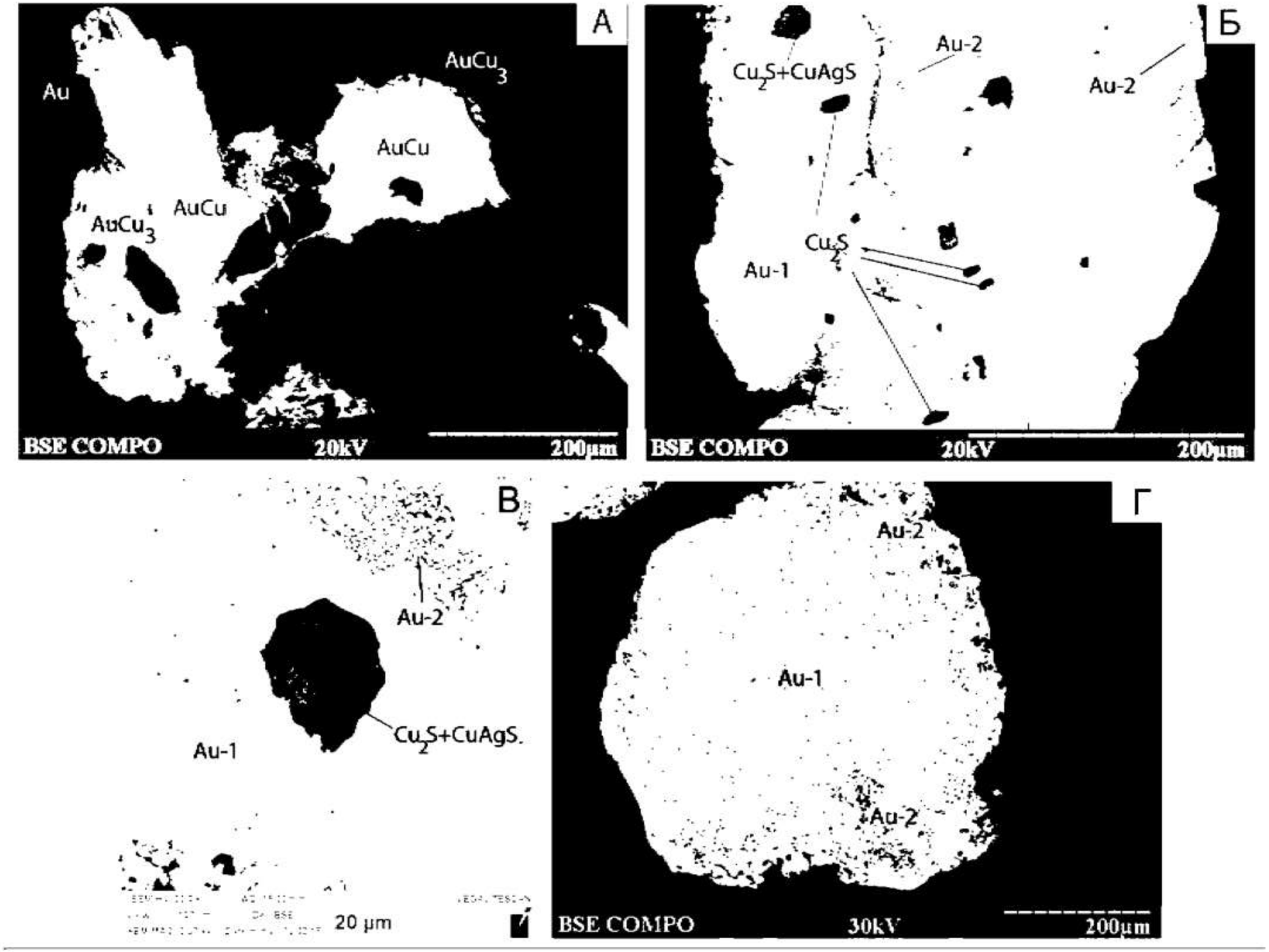


Рис. 4.5. Строение зерен золота из россыпей Южного Урала:
А — соотношение тетрааурикуприда ($AuCu_3$), аурикуприда (AuCu) и высокопробной каймы (Au) (Нижнекарабашская россыпь, обр. 3446-2); *Б, В* — микровключения сульфидов в зерне остаточного золота (Нижнекарабашская россыпь, обр. 3446); *Г* — соотношение остаточного (Au-1) и новообразованного (Au-2) золота (Кыштымская россыпная зона, обр. 3445)

V. Восточно-Ирендыкская россыпная зона располагается в бассейнах правых притоков реки Урал (Большой Кизил, Янгелька, Худолаз и Уртазымка). Наиболее крупной является ***Султановская россыпь***, примыкающая к одноименному месторождению. Из нее добыто около 3,2 т золота с примесью поликсена, осмия, платины, а также сульфидов и арсенидов платины. Содержание платиноидов по отношению к золоту 1,3–7,6 %. Рядовая пробность золота 900–930 ‰, но иногда понижается до 648 ‰.

Россыпь многоструйная с шириной струй от 20–40 м до 150–250 м, протяженность 3 км. Золото крупное, встречаются мелкие уплощенные самородки средней и хорошей окатанности. В золотоносных отложениях найден самородок весом 4788 г, названный «Ирендыкским медведем». Он имеет пластинчатую форму, размеры 31×18,5 см, толщину 0,5–1,5 см. Присутствует примесь палладия (0,52–2,87 %), родия (2,11–7,08 %) и иридия (4,95–7,60 %). Содержит (мас. %): Ag 6,6; Pt 0,3; Pd 1,76; Ir 1,17.

VI. Непряхинская россыпная зона включает ***россыпи Аргазинскую (полигон № 80), Моховое болото, Фамбуловскую, Байрамгуловскую*** и золотоносные участки Березовский, Шахматовский и Куртмакский. ***Россыпь Моховое болото*** имеет длину 1,4 км при ширине 150–350 м. Золото крупное, слабо окатанное, присутствуют самородки весом 15–20 г, редко до 95 г. Средняя пробность 862 ‰. В ***Байрамгуловской россыпи***, содержащей платиноиды, реликты остаточного золота имеют пробность 830–930 ‰, а кайма — 990 ‰.

VII. Кочкарская россыпная зона включает россыпи на территории одноименного рудного района, для которого характерны золото-полисульфидно-кварцевые жилы. Россыпи по рекам Кабанка и Каменка содержат платиноиды. Наиболее обширная информация имеется по Северо-Светлинской россыпи, в которой остаточное золото имеет состав (мас. %): Au 88–96; Ag 3–10; Cu 0,1 (см. табл. 4.1). Отмечена кайма с пробностью 970–990 ‰. На Еленинском и Уйском участках остаточное золото также имеет состав (мас. %): Au 89–94; Ag 5–11; Cu 0,2–0,3. В новообразованном золоте содержание металла 99 %.

VIII. Гумбейская россыпная зона включает ***россыпи*** в бассейнах рек Гумбейка и Зингейка. Они приурочены к Балканскому золото-шеелитовому рудному полю и окружающим минерализованным зонам. Имеются данные по составу золота из ***Фершампенуазской россыпи*** с пробностью 850–900 ‰.

IX. В состав **Гогинской россыпной зоны** входят Бессоновское и Казанское россыпные поля, из которых добыто около 10 т золота [Баранников, 2006]. Золотоносными являются аллювиальные, пролювиальные и карстовые отложения.

Нижнемиоценовые ***россыпи Бессоновского поля*** распространены на площади длиной 6 км при ширине 0,3–1,3 км. Здесь работали прииски Ионовский I и II, Покровский, Разгуляевский, Амурский, Спасо-Преображенский и др. В центральной и восточной частях россыпной полосы развиты мезозойские золотоносные отложения, сохранившиеся в глубоком карсте. «Золото в россыпях преимущественно мелкое. Самородки попадались редко (до 250 г)... В качестве примеси отмечались платина и минералы ее группы... Содержание платиноидов в россыпях достигало 160 мг/м^3, размер зерен

не превышал 0,5–1,0 мм. Были встречены самородки массой до 4 г» [Баранников, 2006, с. 104]. Окатанность золотин слабая, нередко встречаются сростки с кварцем. Мощность гипергенной каймы достигает 0,1 мм. Пробность 957–980 ‰.

В ***Казанском россыпном поле*** длиной 5 км распространены мезозойские и неогеновые золотоносные отложения. В наиболее крупной ***Владимирской россыпи*** площадью 0,5×0,8 км золотоносный пласт мелового возраста имеет мощность 1,1 м. Золото представлено комковидными, уплощенными, чешуйчатыми выделениями пробностью 897–950 ‰. Высокопробная оболочка занимает 60–70 % площади золотин. Ниже золотоносных пластов залегают карстовые отложения с золотосодержащими «косыми пластами» мощностью до 10 м.

Миоценовые россыпи сосредоточены в полосе длиной 3 км при мощности золотоносного пласта от 1 до 8 м. В верхах разреза наблюдается железистый «бобовник». По облику золото во многом идентично металлу из мезозойских отложений. Пробность 960 ‰.

Остаточное золото зафиксировано в пробе 16-1 (мас. %): Au 90; Ag 10; Cu 0,2, состав новообразованного золота (мас. %): Au 99; Ag 0,4; Cu 0,2. Аналогично в пробах Л59, 26 — новообразованное золото (99 %). На участке Камышлы-Аят проанализирована зональная золотина (проба 14-1), остаточное золото имеет состав (мас. %): Au 91; Ag 9; Cu 0,2, а новообразованная оторочка — Au 97–99; Ag 0,3–0,5; Cu 0,2–1,9.

X. Амамбайская россыпная зона охватывает несколько малых россыпей в правых притоках реки Большая Караганка и прилегающих сухих логах. Источниками золота служили золото-кварцевые месторождения в северной части узла и зоны с прожилково-вкрапленным золото-сульфидным оруденением. Наиболее полная информация имеется по россыпи Александровская III на участке Лисьи Горы [Анкушев и др., 2009]. Золотоносным является слой глин с гетитовыми «бобовинами», который располагается на глубине 0,5–2 м. Размер золотин достигает 12 мм, состав центральных частей зерен РМЕ-1, Тр1-4 (мас. %): Au 94–96; Ag 2–8; Cu 0–0,1. В зерне Тр1-15 содержание золота 91 %. Новообразованное золото образует тонкие (3–10 мкм) высокопробные каймы, с содержанием (97,16–100,00 %). Высокопробная кайма имеет мощность 3–10 мкм, иногда прерывистая.

XI. Суундукская россыпная зона включает ***Михайловскую, Колчинскую, Болотскую и Назаровскую россыпные полосы*** протяженностью от 7 до 15 км. Из россыпей этого узла было добыто около 6 т золота [Баранников, 2006]. Основная золотоносность связана с меловыми отложениями, заключенными в виде «косых пластов» в карстовых полостях, и залегающими выше красноцветными миоценовыми глинами с «кавардаками». Менее продуктивны аллювиально-пролювиальные, аллювиально-делювиальные миоценовые и плиоценовые россыпи. В целом по Суундукскому узлу А. Г. Галимовым указана пробность золота 834–993 ‰ (средняя 943). Установлено нарастание оболочек с разным содержанием серебра от 0,1 до 16,2 %.

В ***Михайловской россыпи*** преобладают комковидные, угловатые и чешуйчатые золотины с пробностью от 920 до 993 ‰, средняя 937. В ***Колчинской россыпи*** измерен состав золота в пробах № 2 и 11 (мас. %): Au 97–99; Ag 0,1–2; Cu 0,2. В россыпи содержится примесь платиноидов.

Состав наночастиц золота из ***Назаровской россыпи*** (мас. %): Au 86–87; Ag 12; Cu 0,1, кроме того получены одиночные анализы золота с содержанием 97–99 % Au [Баранников, Осовецкий, 2013]. Такой же состав измерен в пробах № 6 и 10 (мас. %): Au 98–99; Ag 0,2–0,6; Cu 0,2.

Источником россыпей являются золото-сульфидно-кварцевые жилы близ расположенного Айдырлинского рудного поля. В нем насчитываются сотни жил протяженностью до 1,2 км, из которых добывалось золото, вольфрамит и шеелит. Глубина шахт достигала 187 м (жила Миасская).

Морфология и состав микровключений рудных минералов

В процессе исследования зерен золота из россыпей Урала были обнаружены микровключения рудных минералов. Ранее они не были описаны в уральских месторождениях; примером исследования микровключений являются работы З. С. Никифоровой и ее учеников по Восточной Сибири [Никифорова, Глушкова, 2009; Никифорова, 2014]. Эти данные представляют интерес в связи с возможностью определения конкретных источников золота для россыпей. Авторы, совместно с И. А. Блиновым, выполнили поиск и исследование микровключений рудных минералов в золоте восьми россыпных зон Южного Урала. Было изучено 110 не окатанных и слабо окатанных зерен самородного золота размером 1–2 мм из восьми россыпных зон. В девяти зернах из Миасской россыпной зоны выявлены микровключения рудных минералов, состав которых определялся на электронных микроскопах РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров) и Tescan Vega 3 (аналитик И. А. Блинов). Приведенный материал касается Нижнекарабашской, Киалимской, Среднемиасской, Мало-Иремельской, Сулейменовской, Поляковской россыпей.

Тетрааурикуприд. Зерна этого минерала обнаружены в срастании с аурикупридом в зернах 3446-а и 3446-2 Нижнекарабашской россыпи. Данные микровключения аналогичны золотосодержащим минералам месторождения Золотая Гора [Спиридонов, Плетнев, 2002]. Тетрааурикуприд имеет структуру распада: ламелли состава (мас. %) Au 80; Ag 0,3; Cu 20 сочетаются с фазой Au 86; Ag 10; Cu 3.

Аурикуприд. Образует каймы на выделениях тетрааурикуприда толщиной 20–60 мкм и, в свою очередь, покрывается прерывистой высокопробной каймой (рис. 4.5, А).

Платиноиды. В Киалимской россыпи [Зайков и др., 2010] в зерне К2-С-1 установлены сростки золота (Au 92–93; Ag 5–6; Cu 1,4) с рутением иридиево-осмиевым, лауритом и тоховкитом. Лаурит имеет состав (мас. %): Ru 48–54; Ir 10–13; Rh 1–3; S 36–37; рутений: Ru 41–42; Os 30–32; Ir 23–24; Rh 2. Rh-Ir-тоховкит характеризуется примесью сурьмы.

В Мало-Иремельской россыпи в зерне Ир2-4-1 установлен сросток золота с рутением иридиево-осмиевым и изоферроплатиной. В зерне Ир-2-4 золото содержит червеобразные микровключения размером 5–30 мкм сульфида ЭПГ. По составу они соответствуют ксингцхонгиту [Fleisher et al., 1976] и являются первой находкой на Урале. Состав (мас. %): Rh 10–14; Ir 22–27; Pt 21–23; Pb 7–10; Cu 8; Cd 0,5–0,6; Ni 0,2; Fe 0,4–0,6; S 22–23.

Среди микровключений сульфидов ЭПГ в золоте выявлены индивиды размером 5–10 мкм, предварительно определенные по составу как маланит (?)

и куперит (?). Состав первого (мас. %): Rh 7,52; Ir 19,35; Pt 39,13; Fe 0,13; Cu 10,23; S 23,63. В анализе минерала отмечается недостаток Cu (около 0,1 ф. е.). Куперит (?) соответствует составу (мас. %): Ni 0,89; Pt 84,34; S 15,41.

Сульфиды цветных металлов. В зерне 3446-b Нижнекарабашской россыпи выявлены многочисленные включения сульфидов меди из группы халькозина. Они слагают рои по 10–20 частиц и представлены двумя типами микровключений. К халькозину-1 отнесены выделения размером 10–30 мкм и сростки вытянутых кристаллов толщиной 5 мкм и длиной 50 мкм с элементами огранки (рис. 4.5, Б). Их особенностью является примесь серебра в количестве 0,5–0,7 %. Халькозин-2 представлен округлыми решетчатыми зернами диаметром 25–30 мкм, в которых присутствуют ксеноморфные выделения состава (мас. %): Cu 36–40; Ag 31–34; Hg 8–10; Fe 0,3–0,9; S 18–19 (рис. 4.5, В).

Сульфид из зерна золота 3444-2 Среднемиасской россыпи представлен халькопиритом размером 2×3 мкм.

В Поляковской россыпи зерно золота 3439-а размером 200×300 мкм содержит микровключение галенита овальной формы. Размер его 40×75 мкм, наблюдаются ступенчатые сколы и зубчатое ограничение (индукционные поверхности совместного роста галенита с золотом). Состав (мас. %): Pb 85; S 13; Se 1,3. Аналогичное микровключение обнаружено в Сулейменовской россыпи в зерне золота 4339. Микровключение располагается в краевой части зерна, но вне высокопробной каймы.

Сульфоарсениды установлены в золоте Поляковской россыпи. Зерно 3439-b содержит многочисленные микровключения арсенопирита размером 3–10 мкм. Состав (мас. %): Fe 32–33; S 17–18; As 48–50; Sb 0,8–1,0.

Оксиды. В Нижне-Карабашской россыпи в зерне 3446b-1 выявлено микровключение гематита, представленного сростком пластинчатых индивидов общим размером 120×180 мкм. Состав (мас. %): Fe_2O_3 98; VO 0,3; MgO 0,8.

Богатство Миасской россыпной зоны в отношении благородных металлов обусловлено сочетанием обширного набора россыпеобразующих рудных формаций в зоне Главного Уральского разлома: золото-родингитовой, золото-кварцевой, золото-лиственитовой, золото-сульфидной, золото-скарновой [Овчинников, 1998; Сазонов и др.. 2001]. Для каждой формации характерен определенный набор рудных минералов, которые образуют микровключения в золоте россыпей.

Относительно их природы существует две основные точки зрения. 1) Микровключения являются кластогенными [Шпунт, 1974; Lange, Gignoux, 1999], и в этом случае вмещающим следует признать новообразованное золото. 2) Микровключения формировались в процессе отложения руд и должны находиться в остаточном золоте. Для решения этого вопроса проанализируем соотношение микровключений с вмещающим субстратом и определим относительный возраст микровключений.

Вторичное новообразованное золото в россыпных зонах Южного Урала обычно образует каймы и межзерновые просечки, имеет содержание Au в пределах 97–99 %. Толщина кайм может достигать 100 мкм (рис. 4.5, Г). В остаточном металле различных россыпей этот показатель обычно имеет более низкое значение. Исследование золота, вмещающего микровключения,

показало, что оно относится к остаточному, содержания Au колеблются от 93 до 65 %. На эндогенную природу микровключений указывают индукционные поверхности совместного роста микровключений с золотом, наиболее четкие у галенита и арсенопирита.

Сравнение микровключений с минералами известных золоторудных месторождений показало, что для всех выделений могут быть подобраны реальные источники и по наличию соответствующих минералов и по пробности золота.

Месторождение Золотая Гора является единственным возможным источником тетрааурикуприда и аурикуприда в Нижнекарабашской россыпи. Состав золота, находящегося в сростках с тетрааурикупридом и в россыпи, одинаков (мас. %): Au 86; Ag 13; Cu 1.

Хромитовые руды Карабашского и Таловского гипербазитовых массивов служили источниками включений платиноидов в зернах золота из Киалимской россыпи. Об этом свидетельствуют включения осмия рутений-иридиевого, выявленные в Карабашском массиве [Зайков и др., 2012]. Пробность идентична в золоте, вмещающем платиноиды, и в россыпи (920–930 ‰). В северной части Таловского массива выявлена хромитовая минерализация [Савельев и др., 2008]. Здесь располагаются Сардаткульское месторождение, в котором присутствуют полосчатые руды, рудопроявления Индаштинское и Тыелгинское. Минералогия этих объектов слабо изучена, и исследования в этом направлении могут быть результативны для выявления коренного платиноидного оруденения.

Золото-сульфидное месторождение Орловское в «головке» Сулейменовской россыпи [Салихов и др., 2003] могло являться источником микровключений галенита. Минерализация на этом месторождении приурочена к сульфидизированным базальтам с кварц-карбонатными прожилками. Золото связано с галенитом, пиритом, арсенопиритом, халькопиритом.

Золото-сульфидные месторождения Ильинского рудного поля (Муртыкты и Ик-Давлят) поставляли в Поляковскую россыпь галенит, арсенопирит, халькопирит, пирит, пирротин. Тип этих месторождений галенит-арсенопиритовый. В верховьях реки Уй находятся другие возможные источники сульфидов для Поляковской россыпи — месторождения Большой и Малый Каран. Первое относится к золото-сульфидной, второе — к золото-кварцевой формации [Салихов и др., 2003], но в обоих случаях тип минерализации золото-галенитовый.

Таким образом, выполненное исследование микровключений рудных минералов позволило показать связь конкретных месторождений с россыпями Миасской зоны: золото-родингитового Золотая Гора; Карабашских колчеданных; золото-сульфидных Муртыкты, Ик-Давлят, Орловского; золото-арсенопиритовых Большой и Малый Каран. Такое заключение оказалось возможным сделать в связи с высокой поисковой и минералогической изученностью зоны Главного Уральского разлома и выявлением рудных микровключений в россыпном золоте. Ранее выполненные аналогичные работы на востоке Сибирской платформы и на Аляске приводили к определению лишь возможных типов россыпеобразующих формаций [Никифорова, 2014; Chapman et al., 2011].

Наиболее благоприятными для образования микровключений являются золото-сульфидные месторождения, что определяется малым размером сопутствующих золоту выделений сульфидов и арсенидов и их сохранением от вскрытия при образовании элювия. Присутствие микровключений следует использовать как один из прогнозных признаков в слабо изученных рудных районах.

4.3. Состав золотых изделий из археологических памятников

В результате работ, проведенных археологами, установлены изделия из археологических памятников различной датировки, которые сгруппированы нами следующим образом: XIX–XIII вв. до н. э., VII–II вв. до н. э., I–III вв. н. э., VII–IX вв. н. э. Размещение памятников показано на рис. 4.6. Авторами рассмотрен состав золотосодержащих изделий из 17 археологических памятников, от эпохи бронзы до раннего средневековья.

Рис. 4.6. Схема размещения исследованных археологических памятников на Южном Урале: *1–5* — возраст памятников (*1* — XIX–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. Названия памятников с включениями платиноидов в золотых изделиях обозначены жирным курсивом

Изделия среднего бронзового века

(XIX–XIII вв. до н. э.)

Могильник Степное 7, расположенный в Троицком районе Челябинской области на левом берегу реки Уй, исследовался Д. Г. Здановичем и Е. В. Куприяновой [Куприянова, 2008]. Анализируемый артефакт найден в неординарном петровском захоронении (комплекс 4, погребение 17), датировка которого XIX–XVII вв. до н. э. Могильная яма содержала погребение трех взрослых индивидов. В ней были найдены браслеты, височные подвески из бронзы и золотой фольги (фото VI, *5, 8*), гарнитуры бус (бронза, паста, бирюза). Анализировалась желобчатая подвеска в 1,5 оборота спиралевидной формы диаметром 0.7–1,5 см, покрытая золотой фольгой толщиной 40–50 мкм (фото VI, *6, 7*). Золото имеет состав (мас. %): Au 87; Ag 12; Cu 1 (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Состав золотых изделий из памятников бронзового века в Южном Зауралье

(по данным рентгеноспектрального анализа)

№ п/п	Изделие	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Sn	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Степное 7 (XIX–XVII вв. до н. э.)											
1	Подвеска		10	87,13	12,13	0,89	—	0,14	100,29	869	III-С
Могильник Ушкаттинский I (XVII–XVвв. до н. э.)											
2	Подвеска	Уш-1	5	78,62	19,23	2,39	Si 0,06		100,30	784	IV-Л
3	Кольцо височное	Уш-2	4	62,43	34,36	3,25	—	—	100,04	624	V-Л
4	Подвески	Уш-5	4	76,20	22,39	–	—	—	98,59	773	IV-С
5		Уш-6	5	63,07	32,46	4,12	—	—	99,65	633	V-Л
6		Уш-7 ^{Os}	4	77,07	18,01	5,55	—	—	100,63	766	IV-Л
7		Уш-8	4	78,68	19.44	—	—	—	98,12	802	III-С
Могильник Чекатай, курган 1, погребение 1 (XV в. до н. э.)											
8	Фольга	321-363	16	69,50	28,16	3,48	—	—	101.14	687	IV-Л
9		321-364	10	69,26	27,76	3,37	—	—	100,39	690	IV-Л
10		321-3	10	72,57	26,03	1,66	—	—	100,26	724	IV-С
11		О151 Б-3-2	3	59,75	36,30	0,13	—	—	101,14	687	IV-С

Примечание: 1) пробы из коллекций Д. Г. Здановича (Степное) и В. В. Ткачева (Ушкаттинский); 2) анализы выполнены на приборах РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров) и на JEOL JCXA-733 (аналитик Е. И. Чурин); 3) ^{Os} — проба, в которой обнаружены зерна минералов осмия; 4) группы золота по пробности (‰): III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400; типы золота: С — самородное, Л — легированное.

Могильник Чекатай, расположенный в Варненском районе Челябинской области, на восточном берегу озера Чекатай, изучался Д. Г. Здановичем

в 1997–1998 гг. Погребение 1 кургана 1 относится, по предварительным данным, к XV в. до н. э. Золотосодержащие изделия представлены золотой фольгой, покрывающей височные кольца из меди. На поверхности фольги фиксируется геометрический орнамент в виде поперечных лилий, зигзагов и треугольников. По результатам рентгеноспектрального анализа в фольге установлено (мас. %): Au 60–73; Ag 26–36; Cu 0,1–3.

Могильник Ушкаттинский I расположен в 9 км юго-восточнее поселка Домбаровский Оренбургской области, на левом берегу реки Ушкатты и состоит из 22 курганов. По особенностям конструкции и найденному инвентарю погребения в исследованных курганах датируются XVII–XIV вв. до н. э. и относятся к алакульской археологической культуре.

Археологические раскопки В. В. Ткачева (2005–2007 гг.) выявили в захоронениях более двадцати золотых изделий (табл. 4.4). В одном из погребений (курган 12, погребение 3) обнаружена височная подвеска в полтора оборота подтреугольной формы (27×13 мм). Подвеска изготовлена из желобчатой бронзовой пластины с округлыми расширяющимися концами, заходящими друг за друга и сужающимися к центру. Изделие покрыто золотой фольгой. На поверхность нанесен орнамент в виде горизонтальных полос, выполненных чеканкой и покрывающих среднюю часть длинных лопастей и их окончания. Анализ металла показал, что украшение было изготовлено из среднепробного сплава с большим содержанием меди (мас. %): Au 77; Ag 18; Cu 5. При изучении фольги были выявлены микровключения платиноидов.

Таблица 4.4

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа золотых издели кургана Ушкаттинский 1

№ п/п	№ образца	Изделие	Au	Ag	Cu	Sn	Pb	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
1	Ук-4	Височные кольца, покрытые серебряной фольгой	—	57,3	37,4	—	—	5,3	100,0	$Cu_{0,48}Ag_{0,44}Fe_{0,08}$	
2	Ук-5	Подвески височные желобчатые в полтора оборота	76,2	22,6	0,7	—	—	0,5	100,0	762	IV-С
3	Ук-6	Кольцо височное, покрытое золотой фольгой	43,4	24,5	31,3	—	0,7	—	99,9	434	V-Л
4	4/ОГТИ КП 4	Подвеска височная желобчатая в полтора оборота	70,7	15,6	11,8	1,2	—	0,6	99,9	708	IV-Л
5	5/ОГТИ КП 5		76.9	18,8	4,3	—	—		100,0	769	IV-Л
6	6/ОГТИ КП 6		73,8	18,2	4,18	—	—	3,8	100,0	738	IV-Л

Окончание табл. 4.4

№ п/п	№ образца	Изделие	Au	Ag	Cu	Sn	Pb	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
7	7/ОГТИ КП 7		28,6	11,9	59,2	—	—	0,4	100,1	$Cu_{0.78}Au_{0,12}Ag_{0,09}Fe_{0,01}$	
8	8/ОГТИ КП 8	Кольцо височное, покрытое орнаментированной золотой фольгой	59,4	32,3	7,9	—	—	0,4	100,0	594	V-Л
9	9/ОГТИ КП 9		59,3	32,0	8,3	—	—	0,4	100,0	593	V-Л
10	10/ОГТИ КП 10		59,7	33,9	6,2	—	—	0,2	100,0	597	V-Л
11	11/ОГТИ КП 11	Подвеска височная в полтора оборота	59,2	37,5	3,3	—	—	—	100,0	592	V*Л
12	13/ОГТИ КП 13	Кольцо височное, покрытое орнаментированной золотой фольгой	60,7	34,1	5,0	—	—	0,3	100.1	606	V-Л
13	14/ОГТИ КП 14		55,8	35,8	8,4	—	—	—	100,0	558	V-Л
14	15/ОГТИ КП 15	Подвеска височная двойная, желобчатая в полтора оборота	54,0	38,4	7,6	—	—	—	100,0	540	V-Л
15	16/ОГТИ КП 16		66.1	31,5	2,4	—	—	—	100,0	661	IV-Л
16	17/ОГТИ КП 17	Кольцо височное, покрытое орнаментированной золотой фольгой	68,8	27,9	3,3	—	—	—	100,0	688	IV-Л
17	18/ОГТИ КП 18		43.5	12,0	44,1	—	—	0,3	99,9	435	V-Л
18	20/ОГТИ КП 20	Подвеска височная двойная. желобчатая в полтора оборота	64.0	33,5	2,5	—	—	—	100,0	640	V-Л
19	21/ОГТИ КП 21		61,1	33,0	5,9	—	—	—	100,0	611	V-Л
20	22/ОГТИ КП 22		77,0	17,9	5,9	—	—	—	100,8	764	IV-Л
21	23/ОГТИ КП 23		76,0	23,1	1,0	—	—	—	100,1	759	IV-Л
22	24/ОГТИ КП 24		76,9	23,1		—	—	—	100,0	769	IV-С
23	25/ОГТИ КП 25	Кольцо височное, покрытое орнаментированной золотой фольгой	74,0	21,3	4,7	—	—	—	100.0	740	IV-Л
24	26/ОГТИ КП 26		73,7	21,1	4,9	—	—	0,3	100,0	737	IV-Л

Примечание: 1) коллекция В. В. Ткачева; 2) анализы выполнены на приборе INNON-X α-4000 (аналитик П. В. Хворов); 3) высокие содержания Cu в пробе № 17 обусловлены влиянием медной основы изделий.

Изделия раннего железного века
(VII–II вв. до н. э.)

Изделия раннего железного века **Южного Приуралья** представлены материалами из могильников Филипповка I, Филипповка II и Прохоровка. Могильники Филипповка I и II относятся к царским курганам, возведенным на рубеже V–IV вв. до н. э. [Яблонский, 2008; 2013]. Первый расположен в Урало-Илекском междуречье в 100 км к западу от города Оренбурга и насчитывал 29 курганов. Раскопки ряда курганов, проведенные в 1986–1988 гг. под руководством А. Х. Пшеничнюка [2003], дали уникальный золотой инвентарь. Могильник Филипповка II находится 11 км к западу от Филипповки I и включал семь курганов.

В **могильнике Филипповка I** исследован состав золотых изделий из курганов 1, 4, 15 и 29. Курган 1 имел высоту более 8 м и диаметр около 80 м. В 2013 г. под руководством Л. Т. Яблонского была исследована восточная пола насыпи кургана сегментовидная в плане высотой 5 м и длиной 50 м, оставшаяся невскрытой в ходе раскопок, проводимых А. Х. Пшеничнюком. Здесь была обнаружена не тронутая грабителями могильная яма глубиной 4 м (погребение 2). Захоронение принадлежало женщине, одежда которой была украшена штампованными нашивками из золотого листа, изображающими цветы розетты, сцены терзания сайгака пантерой.

Анализ золотых изделий погребения № 2 (табл. 4.5) выполнен И. А. Блиновым с коллегами [2014] и этот материал использован при характеристике могильника Филипповка I. Предметы из коллекции разделены на серийные, однотипные и одиночные.

Таблица 4.5

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа золота из могильника Филлиповка I,
(курган 1, погребение 2)

№ п/п	Характеристика предмета	Инв №	Кол-во ан,	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
1	Нашивка, цветок 16 лепестков, диаметр 22–23 мм, 4 пришивных петли	358	96	94,7	22,4	2,6	99,7	950	II-Л
2	Нашивка, цветок 16 лепестков, диаметр 24 мм, 4 петли	351	32	94,5	2,5	2,6	99,6	949	II-Л
3	Нашивка, цветок 12 лепестков, с продольными насечками, диаметр 27 мм, 4 пришивных петли	354	18	94,0	3,2	2,6	99,8	942	II-Л
4	Нашивка, цветок 16 лепестков с углублениями на конце, диаметр 26 мм	348	36	93,5	3,3	2,8	99,6	939	II-Л
5	Нашивка, цветок 16 лепестков, диаметр 30 мм, 4 пришивных петли	350	10	93,3	3,4	3,0	99,7	936	II-Л

Продолжение табл. 4.5

№ п/п	Характеристика предмета	Инв №	Кол-во ан,	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
6	Бляшки с изображением козла	021013/ 232-235	4	93,0	3.6	2,8	99,4	936	II-Л
7	Нашивка, цветок 16 лепестков, диаметр 30мм, 5 пришивных петель	350	48	93,0	3,7	2,8	99,5	935	II-Л
8	Нашивка, цветок 16 лепестков, диаметр 30 мм, 5 петель	352	89	93,2	3,7	2,8	99,7	935	II-Л
9	Перстни	959-968	10	91,9	4,0	3,0	98,9	929	II-Л
10	Нашивка с правой руки, сцена терзания	207-220	14	91,6	4,8	3,0	99,4	922	II-Л
11	Нашивка, цветок 16 лепестков, диаметр 25 мм, 4 пришивных петли	011013/ 3-32	30	92,0	5,0	2,7	99,7	923	II-Л
12	Нашивка с левой руки, сцена терзания	221-232	12	91,2	5,3	3,2	99,7	915	II-Л
13	Подвеска скипетровидная	233-242	16	90,4	5.8	2,9	99,1	912	II-Л
14	Шарик, диаметр 6 мм с проволочной пронизью	021013/195-215; 247-280; 373-376	46	88,9	6,8	3,7	99,3	895	III-Л
15	Игла толстая с витым кончиком 1	021013/313	1	71,8	24,1	2,8	98,7	727	IV-Л
16	Игла толстая с витым кончиком 2	021013/ 318-320	2	78,6	17,9	2,9	99,3	792	IV-Л
17	Игла толстая с витым кончиком 3	021013/ 321-323	2	75.8	18.8	2,7	97,2	780	IV-Л
18	Игла тонкая 1	021013/325	1	63,0	26,4	2,7	92,1	684	IV-Л
19	Игла тонкая 2	021013/326	1	77.1	19.7	2,6	99,4	776	IV-Л
20	Игла тонкая 3	021013/327	1	78,6	18,2	2,8	99,6	789	IV-Л
21	Накладка на сосуд ажурная	2	2	94,5	2,7	2,7	99,9	946	II-Л
22	Накладка на сосуд сплошная	116	2	90,4	6,4	2,7	99,5	909	II-Л
23	Накладка на сосуд	3	2	94,6	2,7	2,8	100,0	946	II-Л
24	Ручка для накладки в форме копытного, зверь смотрит влево	021013/307	1	94,5	2,8	2,7	100,0	945	II-Л
25	Ручка для накладки в форме копытного, зверь смотрит влево	021013/308	1	94,4	2,7	2,7	99,8	946	II-Л
26	Ручка для накладки в форме копытного. зверь смотрит вправо	021013/309	1	94,4	2,7	2,7	99,8	946	II-Л
27	Накладка малая	6	1	94,4	2,6	2,7	99,7	947	II-Л
28	Обкладка в форме медведя, постамент	116	2	89,6	6,8	2,8	99,1	904	II-Л
29	Обкладка в форме медведя, левая половина	116	2	87,9	8,5	2,7	99,1	887	III

Окончание табл. 4.5

№ п/п	Характеристика предмета	Инв №	Кол-во ан,	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
30	Обкладка в форме медведя, правая половина	116	2	93,3	4,0	2,7	100.0	933	II-Л
31	Подвеска в 1,5 оборота с рифлением, внизу — головы зверей	1	2	92,1	4,7	2,8	99.6	925	II-Л
32	Подвеска в 1,5 оборота с рифлением, внизу — головы зверей	2	2	92,2	4,7	2,8	99,7	925	II-Л
33	Пронизь	13	1	80,4	16,5	2,8	99,7	806	III-Л
34	Пронизь	18	1	90,7	5,7	2,9	99,3	913	II-Л
35	Пронизь	29	1	91,0	5,8	2,9	99,7	913	II-Л
36	Пронизь длинная	19, 29, 21,16	1	90,9	5,9	3,0	99,8	911	II-Л
37	Пронизь короткая	19, 29, 21,16	1	90,7	6,0	3,1	99,8	909	II-Л
38	Пронизь с зернью	021013/365	1	90,9	5,6	3,2	99,7	912	II-Л
39	Пронизь с зернью 1	25-26	1	91,0	5,8	3,0	99,8	912	II-Л
40	Пронизь с зернью 2	25-26	1	91,1	5,7	3.0	99,8	913	II-Л
41	Пронизь шаровидная	22	2	94,9	2,1	2,6	99.6	953	II-Л
42	Подвеска цилиндрическая с головами копытных	021013 191-193	3	87,8	8,4	3,1	99.3	884	III-Л
43	Навершие с зернью	12	1	68,6	27.8	2,9	99.3	691	IV-Л
44	Колпачок	11	1	88.3	8.3	2,9	99,5	887	III-Л

Примечание: 1) таблица составлена по материалам И. А. Блинова [Блинов и др., 2014] с изменениями; 2) группы золота по пробности (‰): II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400; тип золота Л — легированное.

Из серийных изделий наиболее распространены бляшки в виде цветов с 16 лепестками, диаметром 22 мм (КП 19971/372–465, четыре пришивных петли, 96 шт.), 24 мм (КП 19971/305–336, четыре пришивных петли, 32 шт.), 25 мм (КП 19971/485–514, четыре пришивных петли, 30 шт.), 26 мм (КП 19971/337–371, 36 шт.) и 30 мм (КП 19971/550–597, пять пришивных петель, 48 шт.; КП 19971/686–694, четыре пришивные петли, 10 шт.; КП 19971/598–695, пять пришивных петель, 88 шт.). Одна серия изделий представлена бляшками в виде цветов с 12 лепестками диаметром 27 мм (КП 19971/467–484, четыре пришивные петли, 18 шт.). Помимо изделий с цветочными мотивами проанализированы подвески-шарики диаметром 6 мм (КП 19971/93–138, 46 шт.), подвески-пронизи из цилиндрической трубочки с припаянными ажурными петлями (скипетровидные детали) (КП 19971/16–24, 9 шт.). На двух рукавах погребенной было по девять нашивок, изображающих сцену терзания сайгака хищником кошачьей породы (КП 19971/74–82 нашивки с правой руки, КП 19971/62–70 нашивки с левой руки). Также к серийным предметам отнесены 10 перстней (КП 19971/42–46, 55–59) и четыре бляшки с изображениями козла или сайгака (КП 19971/37–40).

Бляшки и нашивки имеют практически одинаковый состав: во всех выборках содержания (мас. %): Au 90–95; Ag 2,4–5,8; Cu 2,6–3,7 (рис. 4.7).

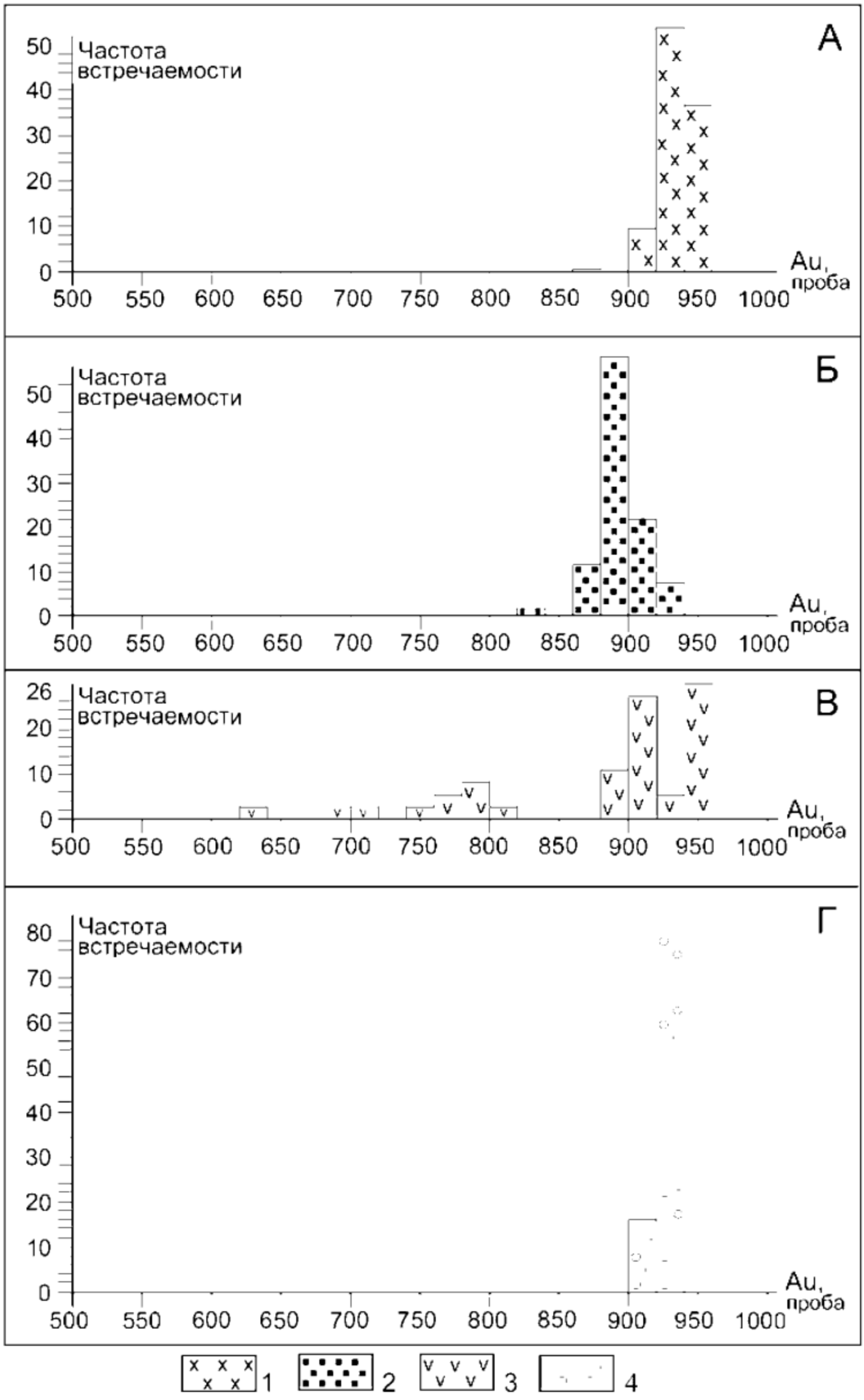


Рис. 4.7. Гистограммы состава золотых изделий из могильника Филипповка I по данным рентгенофлуоресцентного анализа:
А — нашивки. 384 анализа: *Б* — подвески, шарики, 69 анализов; *В* — обкладки сосудов, иглы и прочее, 37 анализов; *Г* — бляшки, 24 анализа

Шарики-подвески диаметром 6 мм (КП 19971/93–138, 46 шт.) имеют средний состав (мас. %): Au 89; Ag 7; Cu 3,7.

К однотипным изделиям отнесены иглы татуировальные (3 шт.), накладки-обоймы на сосуд (12 шт.), ручка для накладки в форме копытного (2 шт.), серьги в 1,5 оборота (2 шт.), пронизи различных конфигураций (9 шт.). Иглы имеют состав (мас. %): Au 63–79; Ag 26–18; Cu 2,6–2,9; накладки — Au 88–94; Ag 3–8; Cu 2,6–2,8.

Из одиночных изделий можно отметить обкладку на сосуд с фигурой в виде медведя (КП 19971/88), цилиндрическую подвеску с головами копытных, навершие конусовидное, украшенное зернью, и навершие цилиндрической формы. Цилиндрическая подвеска с двумя головами копытных представлена металлом с составом (мас. %): Au 87,8; Ag 8,43; Cu 3,1. Навершие конусовидное, украшенное зернью — Au 68,6; Ag 27,8; Cu 2,9, навершие цилиндрической формы — Au 88,3; Ag 8,3; Cu 2,9.

В проанализированном массиве золотых изделий выделено две области составов (рис. 4.8). В первую область (I) попадает большинство изделий (466 шт.). Эта группа имеет плавное изменение соотношений Au от 86,2 до 94,9 % и Ag от 2,0 до 10,2 % и независимо от этого варьирующий состав Cu 2,0–4,2 %. Второй области (II) принадлежит всего восемь изделий, здесь наблюдается вариация составов в пределах (мас. %): Au 68,6–80,4; Ag 16,5–27,80; Cu 2,6–2,9. Наличие примеси Cu более 2% во всех изделиях указывает на то, что весь металл был искусственно легирован медью.

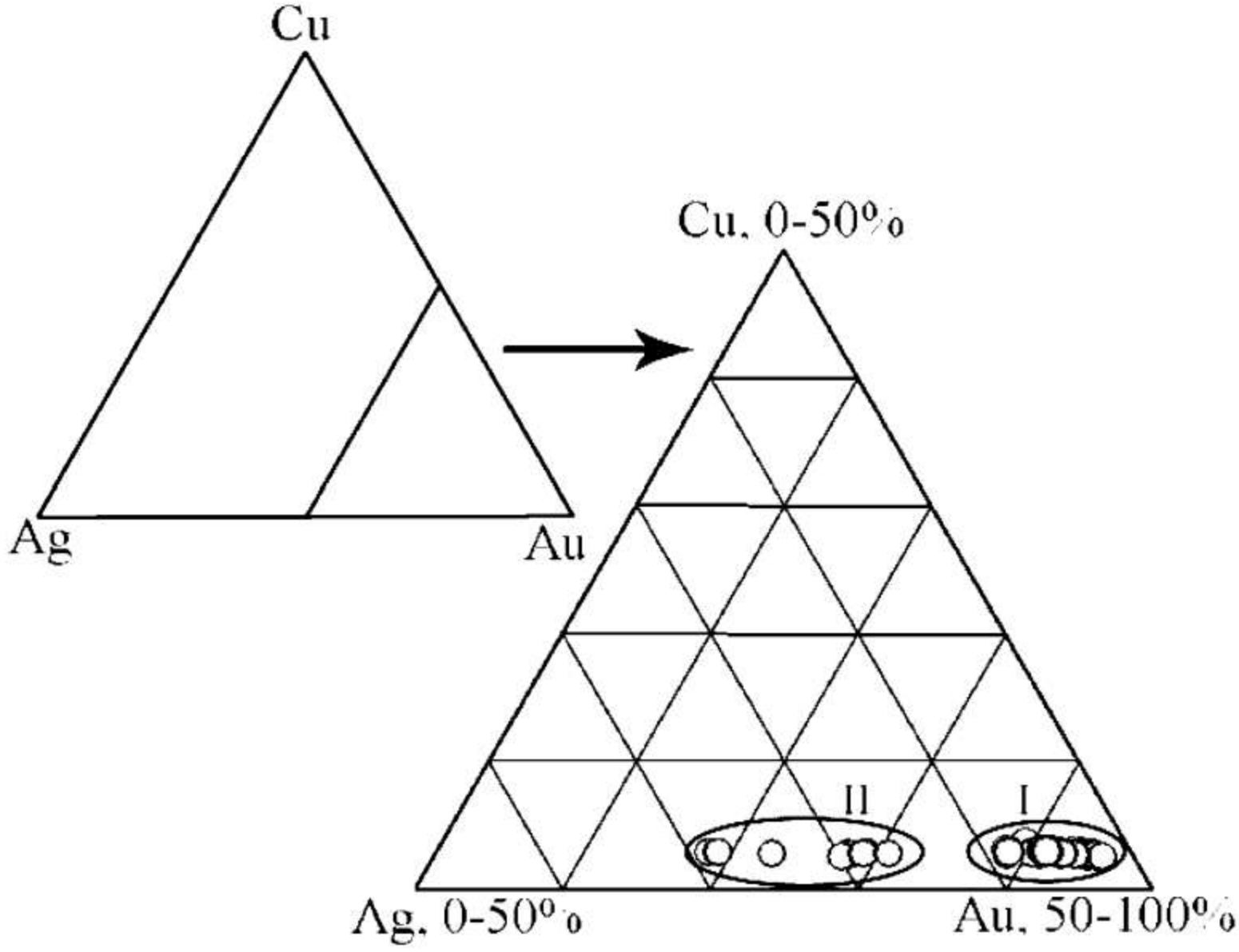


Рис. 4.8. Диаграмма соотношения Ag-Au-Cu в изделиях из могильника Филипповка I, [Блинов и др., 2014]

Серебряные предметы представлены восемью изделиями — две чаши, два сосуда, два фрагмента обкладок и украшений деревянного сосуда, одно блюдо и один предмет — «копоушка». Большинство из них имеет содержание (мас. %): Ag 92–97; Cu 3,0–3,9; Pb и висмута 0,1–1,2. «Копоушка» (предмет личной гигиены): Ag 77,5; Cu 19,3; Pb 1,7.

Курган 4 расположен неподалеку от кургана 1. Высота его превышала 7 м, а диаметр достигал 80 м. Исследованные золотые изделия из кургана 4 представлены золотыми аппликациями колчанных крюков, ножа, инкрустацией клинка меча, бляшками, браслетами, гривнами, умбонами, пластинами из облицовки фигурки лося.

По данным РФА, большинство предметов имеет состав (мас. %): Au 89–96; Ag 1–8; Cu 1–3 (табл. 4.6). Наиболее выдержан состав бляшек, отнесенных к серийным изделиям: 900–940 ‰. Гривны и умбоны охватывают интервал 800–980 ‰, а браслеты — 920–1000 ‰. Методом РСА проанализировано 26 проб, взятых из различных предметов: фольги, аппликаций и инкрустаций клинка меча, серег, бусин, нашивок, колчанных крюков (табл. 4.7). Состав отдельных предметов по данным РФА показан на рис. 4.9. Преобладающий состав аппликаций (мас. %): Au 87–96; Ag 2–9; Cu 1–2. Второй случай характерен для инкрустации клинка железного меча (мас. %): Au 97–98; Ag 1–2; Cu 1. В инкрустации меча установлено и проанализировано 18 зерен платиноидов.

Таблица 4.6

Состав золотых изделий из могильника Филипповка I (курганы 4, 15) по данным рентгенофлуоресцентного анализа

№ п/п	Тип предмета	№ обр.	№ анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Филипповка I, курган 4, погребение 4										
1	Бляшка в виде пантеры, ногами вверх	1	99	93,4	2,8	3,0	0,5	99,7	937	II-Л
2		2	100	93,3	3,1	3,3	0.2	99,9	934	II-Л
3		3	103	92,6	3,0	3,2	0,3	99,1	934	II-Л
4		4	104	93,0	3,0	3,3	0,3	99,6	934	II-Л
5		5	105	91,2	3,0	3,3	0,3	97,8	933	II-Л
6		6	107	91,5	2.8	3,3	0.3	97,9	935	II-Л
7		7	111	93,3	2.8	3,4	0,3	99,8	935	II-Л
8		8	113	93,1	3,0	3.3	0,6	100	931	II-Л
9		9	114	93,0	3,1	3,3	0.2	99,6	934	II-Л
10		10	115	93,5	3,0	3,2	0,2	99,9	936	II-Л
11		11	117	93,4	2,8	3,3	0,2	99,7	937	II-Л
12		13	118	93,4	2,8	2,9	0,3	99,4	940	II-Л
13		12	121	93,2	2.7	3,1	0.4	99,4	938	II-Л
14		15	125	93,7	2,9	3,1	0,3	100	937	II-Л

Продолжение табл. 4.6

№ п/п	Тип предмета	№ обр.	№ анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
15	Бляшка в виде львов, смотрящих влево	19074	138	92,5	4,3	3,0	0,2	100	925	II-Л
16		19070	139	93,5	3,3	2,6	0,4	99,8	937	II-Л
17		19071	140	91,8	4,8	3,0	0,4	100	918	II-Л
18		19068	141	91,0	5,4	3,1	0,5	100	910	II-Л
19		19078	142	91,8	4,7	3,0	0,4	99,9	919	II-Л
20		19073	143	92,3	4,8	2,9	–	100	923	II-Л
21		19077	144	92,5	4,2	3,0	0,3	100	925	II-Л
22	Бляшка в виде львов, смотрящих вправо	19080	145	91,5	5,0	3,2	0,2	99,9	916	II-Л
23		19076	146	91,0	4,9	3,2	0,3	99,4	915	II-Л
24		19072	147	90,4	4,9	3,0	0.6	98,9	914	II-Л
25		19067	148	91,7	4,6	2,8	0,5	99,6	921	II-Л
26		19079	149	91,5	4,6	3,2	0,3	99,6	919	II-Л
27		19075	150	91,6	4,7	2,8	0,8	99,9	917	II-Л
28	Бляшка в виде львов, смотрящих вперед	19081	151	90,2	5,6	3,4	0,6	99,8	904	II-Л
29		19082	152	90,5	5,8	3,3	0,5	100,1	904	II-Л
30	Браслет короткий с толстым жгутом, в навершиях с головами козлов		154–156	94,4	2,7	2,8	0,1	100	944	II-Л
31	Браслет длинный с толстым жгутом, в навершиях с головами козлов		157, 158	94,8	2,5	2,8	—	100,1	947	II-Л
32			159, 161	98,4	—	1,4	0,2	100	984	II-С
33	Гривна с кошачьими хищниками		164	93,3	3,4	3,1	0,2	100	933	II-Л
34			168	93,7	3,2	2,9	0,3	100,1	936	II-Л
35	Умбон горита (саадака)		177, 178	92,6	4.2	3,0	0,2	100	926	II-Л
36	Накладка на деревянную чашу		180, 181	91,6	4,1	3,4	0,2	99,3	922	II-Л
37	Пряжка портупейная с грифоном		182, 183	93,8	2,7	3,3	0,2	100	938	II-Л
38	Гривна с фигурами кошачьих	19110	190, 192, 194	93.5	3,5	3.0	—	100	935	II-Л
39		19110	195, 200	94,1	2,5	2,7	0,1	99,4	947	II-Л
40		19110	196. 197	94,9	2,4	2,7	—	100	949	II-Л
Филипповка I, курган 4, погребение 2										
41	Большой умбон		201-203	96,0	1,4	2,6	—	100	960	II-Л
42	Пряжка в виде льва		204, 205	85,4	11,8	2,7	—	99,9	855	III-Л
43			206	89,6	7,7	2,6	—	99,9	897	III-Л
44			207	89,5	7,7	2,6	0,2	100	895	III-Л

Окончание табл. 4.6

№ п/п	Тип предмета	№ обр.	№ анал.	Au	Ag	Cu	Fe	Сумма	Проба	Группа, тип Au
45	Гривна с фигурами кошачьих	19118-1	210, 211	85,2	11,8	3,0	—	100	852	III-Л
46		19118-2	213, 214	87,8	9,3	2,9	—	100	878	III-Л
Филипповка I, курган 15										
47	Нашивка с орнаментом в виде оленей	18980/700-1	242	88,6	8,1	2,9	0,4	100	886	III-Л
48		18980/700-2	243	87,3	9,3	3,0	0,3	99,9	874	III-Л
49		18980/700-3	244	86,2	9,2	3,1	0,2	98,7	873	III-Л
50		18980/700-4	245	86,6	9,4	3,1	0,2	99,3	872	III-Л
51		18980/700-5	246	88,0	8,7	3,0	0,2	99,9	881	III-Л
52		18980/700-6	247	87,9	9,0	3,0	0,1	100	879	III-Л
53		18980/700-7	248	89.4	7,4	2.9	0,3	100	894	III-Л
54		18980/700-8	249	86,9	9,4	3,1	0,1	99,5	873	III-Л
55		18980/700-9	250	87.5	9,3	3.1	0,2	100.1	874	III-Л
56		18980/700-10	251	85,9	9,2	3,1	0,2	98,4	873	III-Л
57		18980/700-11	253	83,0	10,8	3,3	0,3	97,4	852	III-Л
58		18980/700-12	255	87,3	9,4	3,0	0,2	99,9	874	III-Л
59		18980/700-13	256	87,7	9,0	3,2	0,1	100	877	III-Л
60		18980/700-14	257	87,1	9,1	3,0	0,3	99.5	875	III-Л
61	Нашивка с перевернутыми оленями	1	258	58,5	35,5	3,2	0,3	97,5	600	V-Л
		2	259	57,6	34,0	3,0	0,2	94,8	608	V-Л
			262, 263	61,3	35,4	2,9	0,1	99,7	615	V-Л

Примечание: 1) анализы выполнены на приборе INNOV X α–4000 (аналитик И. А. Блинов); 2) группы золота по пробности (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, V — 649–400; 3) типы золота: С — самородное, Л — легированное.

Таблица 4.7

Результаты рентгеноспектрального анализа артефактов из могильников Филипповка I и Филипповка II

№ п/п	№ образца	Наименование предмета	Кол-во ан.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Филипповка I, курган 1									
1	Ф-13-1	Золотые нашивки	3	94,54	3,34	1,36	99,24	953	II-С
2	***Ф-13-2*** [Os]		4	93,07	5,03	1,36	99,46	936	II-С
3	***F-13-3*** [Os]		8	94.12	3.21	2,03	99.36	947	II-Л
4	F-13-4		2	92,56	4,04	2,62	99,22	933	II-Л
5	***F-13-5*** [Os]		6	95.40	2,78	1,53	99.71	957	II-С
6	Ф13-7		1	89,41	5,45	4,21	99,07	902	II-Л
7	***F13-8*** [Os]		8	95,08	2,69	1,75	99,52	955	II-С
8	***F13-9*** [Os]		5	92,29	5,43	1,85	99,57	927	II-С

Окончание табл. 4.7

№ п/п	№ образца	Наименование предмета	Кол-во ан.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
9	Л-1	Пластина из облицовки лося	11	67,64	29,89	2,46	99,99	676	IV-Л
10	Л-2		7	67,57	29,87	2,55	99,99	676	IV-Л
Филипповка I, курган 4									
11	1	Золотая аппликация колчанного крюка	5	91,00	3.08	5,62	99,70	913	II-Л
12	3–2п	Золотая аппликация железной проколки	7	91,08	4,04	4,67	99,79	913	II-Л
13	5	Золотая аппликация колчанного крюка	7	90,33	6,62	2,79	99,74	906	II-Л
14	5–1	Крюк колчанный	8	—	95,58	3,92	99,5	—	Ag
15	5–1	Рукоять ножа в виде оленя	8	—	96,46	3,29	99,75	—	Ag
16	***7–1***	Золотая инкрустация железного меча	11	97,52	0,82	1,29	99,63	979	I-С
17	***7–2***	Золотая инкрустация железного меча	7	98,05	0,72	0,73	99,5	985	I-С
Филипповка I, курган 29									
18	1–п2	Серьга золотая	6	95,71	2,66	1,90	100,3	955	II-С
19	2-п5	Серьга золотая	7	67,66	28,41	4,26	100,33	674	IV-Л
20	26-п2	Бусина золотая	3	88,77	8,74	1,24	98,75	899	III-С
21	29-п2	Нашивка золотая	6	69,80	25,16	4,80	99,76	700	IV-Л
22	30-п2	Серьга золотая	6	82,81	13.63	3.76	100,2	826	III-Л
23	33-п2	Серьга золотая	6	49,67	44,72	5,09	99,48	499	V-Л
24	37-п2	Золотая аппликация оселка с рукоятью	6	69,98	26,16	3,02	99,16	706	IV-Л
25	44-п2	Золотая аппликация ворворки	2	65,58	27,40	2,58	95,56	686	IV-Л
26	76-п2	Серьга золотая	6	71,14	24,17	4,12	99,43	715	IV-Л
Филипповка II, курган 1									
27	Ф13-12	Золотые накладки	6	86,99	7,96	4,86	99,80	872	III-Л
28	Ф13-49		5	92,61	5,34	2,04	99,99	926	II-Л
29	Ф13-66		4	91,80	3,66	4,56	100,0	918	II-Л
30	Ф13-67		6	80,03	17,46	2.51	100,0	800	III-Л
31	***Ф13-73***		3	65,66	30,57	3,37	99,61	659	IV-Л
32	Ф13-90		3	63,52	32,03	3,97	99,52	638	V-Л
33	***Ф13-103***		4	74,58	22,86	2,12	99,56	749	IV-Л
34	Ф13-177		6	87,98	9,38	2.70	100,1	879	III-Л

Примечание: 1) анализы выполнены на приборе РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров); 2) раскопки Л. Т. Яблонского; 3) жирным курсивом выделены пробы, в которых обнаружены микровключения платиноидов; 4) группы золота по пробности (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400; 5) типы золота: С — самородное, Л — легированное.

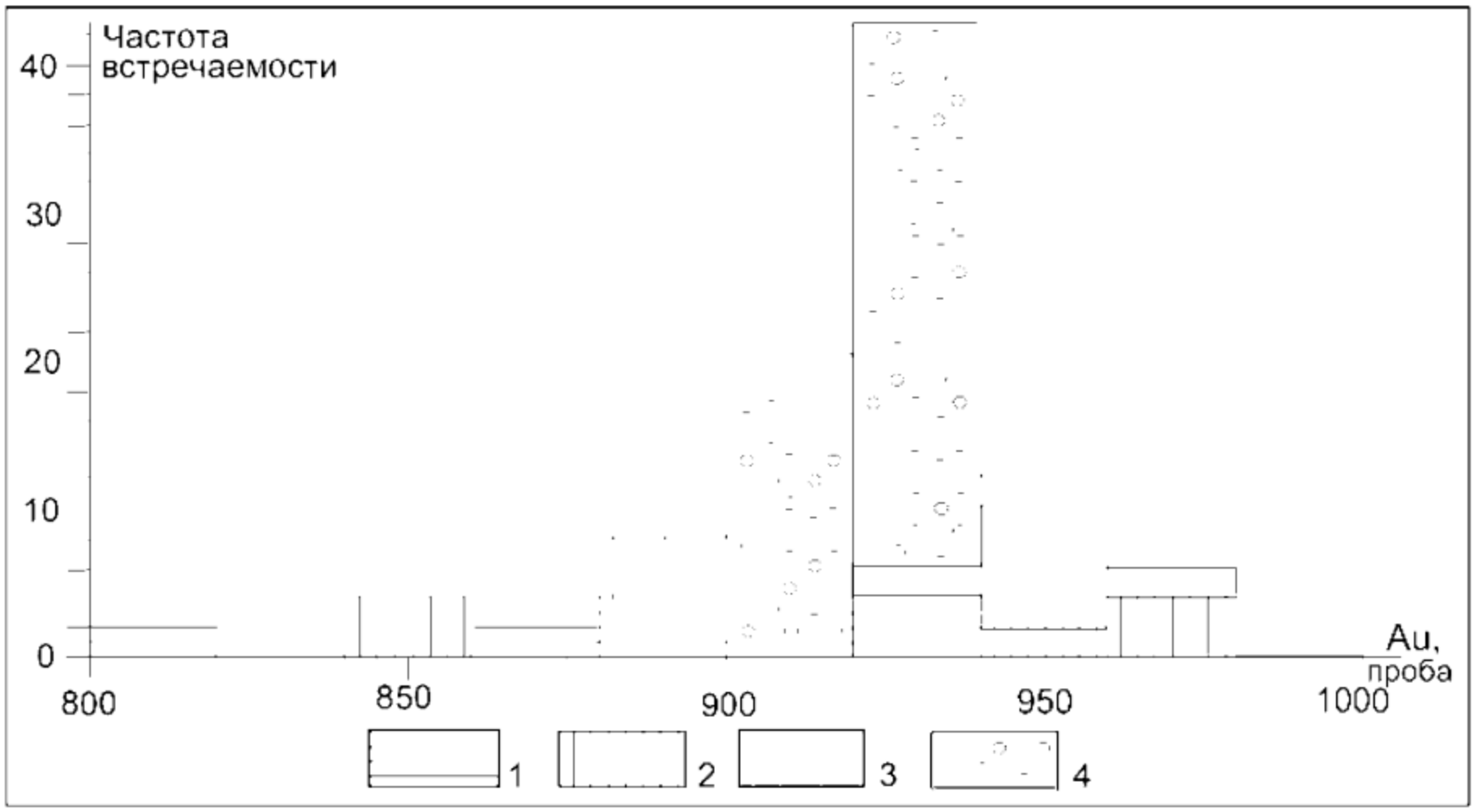


Рис. 4.9. Гистограмма состава золотых изделий из кургана 4 могильника Филипповка I по данным рентгенофлуоресцентного анализа (прибор INNOV 4000, аналитик И. А. Блинов): *1* — гривны, *2* — умбоны и пряжки, *3* — бляшки, *4* — браслеты; всего 46 значений

Курган 15. Проанализировано 15 нашивок с орнаментом в виде оленей двух групп (см. табл. 4.6). В первой содержания (мас.%): Au 83–89; Ag 7–11; Cu 3. Во второй, с перевернутыми оленями,— Au 58–61; Ag 34–36; Cu 3.

Курган 29. На полу погребальной камеры было расчищено 12 человеческих скелетов, некоторые в переотложенном состоянии. При укладывании в камеру новых погребаемых предыдущие частично или полностью сдвигались вместе с предметами сопровождающего инвентаря. Среди этих предметов — золотые серьги и перстни, золотые, пастовые и каменные бусы, нашивки, золотые бубенчики и ворворки.

В кургане 29 наиболее высокую пробу имеет серьга 1-п2 (мас. %): Au 94–97; Ag 2–3; Cu 1–2 (см. табл. 4.7), что очень близко к составу золотой инкрустации меча из кургана 4. Серьга 30-п2 имеет состав (мас. %): Au 82–83; Ag 13–14; Cu 3–4. Серьга 76-п2 имеет состав (мас. %): Au 70–72; Ag 23–25; Cu 4. Серьга 33-п2 сделана из электрума (мас. %): Au 49–50; Ag 44–46; Cu 5. Бусина 26-п2 (мас. %): Au 87–90; Ag 8–9; Cu 1. Три предмета — золотая нашивка, золотые аппликации оселка и ворворки близки по составу (мас. %): Au 64–65; Ag 24–28; Cu 2–5.

Могильник Филипповка II. В кургане 1, который датируется концом V — началом III вв. до н. э., в центральной погребальной камере № 2 найдены золотые накладки. По составу их золота выделяется две группы металла (мас. %): Au 93–87 и 80–64 при содержании Cu 2–5 % (см. табл. 4.7). В золотой фольге состава 75–62 % Au обнаружены включения платиноидов. По составу золота исследованные предметы из могильников Филипповка I и II близки, что подтверждается данными рентгеноспектрального анализа.

Могильник Прохоровка является эпонимным для одноименной археологической культуры [Яблонский, 2010]. Исследована золотая фольга, покрывавшая железные предметы конской упряжи. Состав фольги (мас. %), Au 74–78; Ag 20–22; Cu 3–4. Пробность 750–781 ‰ (см. табл. 4.8).

Таблица 4.8

Состав золотых изделий из разновозрастных памятников Южного Урала

№ п/п	Изделие	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Изделия раннего железного века (до новой эры)									
Варненская группа курганов, курган 2, погребение 2 (VII–VI вв. до н. э.)									
1	Накосник	400В/56-1	3	85,85	13,18	0,88	99,91	859	III-С
2	Накосник	400В/57-1	1	85,30	13,49	0,89	99,68	856	III-С
3		400В/57-2	2	85,66	13,56	0,85	100,07	856	III-С
Большой Климовский курган (конец VI — первая половина V вв. до н. э.)									
4	Фольга	173-БК Os	5	75,12	22,18	2,48	99,78	753	IV-Л
5		17420	3	33,15	33,76	27,27	94,18	$Cu_{0,47}Ag_{0,34}Au_{0,19}$	
Могильник Переволочан I, курганы № 11 и № 12 (IV вв. до н. э.)									
6	Накладка (подвеска) литая	11.5.8›	4	87,05	4,23	8,67	99,95	871	III - Л
7	Проволока	12.1.14.1	5	67,08	30,46	2,31	99,85	672	IV-Л
8	Перстень-печатка № 1	12.5.7.1	5	83,02	15,83	0,93	99,78	832	III-С
9	Перстень-печатка № 2	12.5.7.2	5	82,11	12,50	5,19	99,80	823	III-Л
10	Перстень-печатка № 3	12.5.7.3	5	81,30	13,75	4,91	99,96	813	III-Л
11	Браслет	12.5.6	5	81,01	12,69	6,21	99,91	811	III-Л
12	Оковка деревянной чаши	12.5.8	5	83,09	14,99	1,80	99,88	832	III-С
13	Оковка деревянной чаши	12.5.9	5	63.15	34,65	2.15	99,95	632	V-Л
14	Серьга (спираль с кольцом)	12.5.12	5	95,71	3,98	0,25	99,94	958	II-С
15	Проволка	12.1.14.2а	6	90,87	7,52	1,54	99,93	909	II-С
Могильник Переволочан II, курган № 3 (IV вв. до н. э.)									
16	Бляшка № 1 в виде хищника	3.01	5	66,97	31,39	1,51	99,87	671	IV-С
17	Ободок (наконечник 1)	3.2.14.1	5	72.82	24,06	3.03	99,91	729	IV-Л
18	Ободок (наконечник 2)	3.2.14.2	5	61,67	36,64	1,54	99,85	618	V-С
19	Бляшка	3.2.10	5	58,23	39,06	2,56	99,85	583	V-Л
20	Серьга с остатками привески	3.4.16	5	73,70	24,42	1,77	99,89	738	IV-С

Продолжение табл. 4.8

№ п/п	Изделие	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Курган Яковлевка II, погребения 3, 5, 6, 9 (IV вв. до н. э.)									
21	Гривна в 1,5 оборота	Я-1	5	87.10	10,04	2,76	99,90	872	III-Л
22	Серьга № 1 (спираль с кольцом)	Я-2	5	77,59	21,29	0,96	99,84	777	IV-С
23	Серьга № 2 спираль с кольцом	Я–3	5	78,88	18.44	2,64	99.96	789	IV-Л
24	Бляшка	Я–4	5	86.50	10,40	3,06	99.96	865	III-Л
25	Серьга № 1а	Я-9	5	81,57	14.75	3,68	100,00	816	III-Л
26	Серьга № 1б	Я-9а	4	30,27	66,33	3,23	99,83	$Ag_{0,75}Au_{0,19}Cu_{0,06}$	
27	Серьга № 2	Я-10	5	80,99	14,91	4,08	99,98	810	III-Л
28	Фольга	Я-12	5	25,08	71,82	3,08	99,98	$Ag_{0,79}Au_{0,15}Cu_{0,06}$	
29	Ворворка	Я-6	5	65,83	28,05	6,04	99,92	659	IV-Л
30		Я-7	5	65.55	27,90	6,50	99,95	656	IV-Л
31		Я-8	5	67,97	26,82	4,97	99,76	681	IV-Л
Могильник Соржан-Кыстау (IV в. до н. э.)									
32	Серьга	531СК-6	4	69,69	28.82	2,51	101,02	690	IV-Л
33	Застежка	531СК-7	1	84,07	14,93	2,60	101,60	827	III-Л
Могильник Прохоровка (IV-II вв. до н. э.)									
34	Фольга	Pr1	6	75,56	21,58	2,94	100,08	755	IV-Л
35		Pr2	12	74,84	21,86	3,10	99,80	750	IV-Л
36		Pr3	6	76,28	23,22	0,04	99,54	766	IV-С
37		Pr4	6	77,70	22.15	0.06	99,91	778	IV-С
38		Pr5	6	77,34	22.62	0,07	100,03	773	IV-С
39		Pr6	12	75,92	23.32	0,07	99.31	764	IV-С
40		Pr7	6	77,37	22,87	0,08	100,32	771	IV-С
41		Pr8	12	74,60	22,22	3,06	99,88	747	IV-Л
Мавринский Увал, курган 2, могильная яма 2 (III–II вв. до н. э.)									
42	Подвеска височная	221 МУ/66	2	82.66	15,79	1,72	100,17	825	III-С
Изделия раннего железного века (новой эры)									
Могильник Магнитный, курган 21 (III в. н. э.)									
43	Бляшка	М1	6	81,52	14.49	3,87	99.88	816	III-Л
44	Бляшка полусферическая	М2-1	6	99,55	0,13	0,24	99.92	996	I-С
45		М2-А,В	6	99,18	0,55	0,21	99,94	992	I-С
46	Бляшка треугольная	М3 28	3	94,17	4,81	1,00	99,98	942	II-С
47		М3 29	3	84,82	12,02	3,06	99,90	849	III-Л
48	Бляшка с левого рукава	М4	6	80,96	14,00	4,50	99,46	814	III-Л
49	Бляшка с правого рукава	М5	6	78,69	15.04	5,40	99,13	794	IV-Л

Окончание табл. 4.8

№ п/п	Изделие	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
50	Бляшка с ворота	М6	7	80,59	14,58	4,52	99,69	808	III-Л
51	Бусы	М8-1	7	81,76	12,74	5,28	99,78	819	III-Л
52		М8-2	6	82,96	14,35	3,19	100,50	825	III-Л
53	Бляшка полусферическая	М-II	3	99,67	0,11	0,13	99,91	998	I-С
54	Бляшка треугольная	М3-1	6	94,98	4,05	0,87	99,90	951	II-С
55		М-III	3	95,81	3,25	0,81	99,87	959	II-С
Могильник II Биктимировский (V в. до н. э. — III в. н. э.)									
56	Фольга	В2–5	12	86,28	12,94	0,80	100,02	863	III-С
57		В2–6	18	83,20	15,14	1,47	99,81	834	III-С
58		В2а–5	21	85,93	13,22	0,89	100,04	859	III-С
59		В2–3	8	0,13	98,87	0,06	99,07	Ag	
60		В2–3а	9	0,18	99,02	0,15	99,35	Ag	
Друженский (III–V в. н. э.)									
61	Кулон с сердоликом	401 Д/108/1	2	87,14	10,64	3,42	101,20	861	III-Л
62	Фольга с колчанной накладки	551 С-79	3	37,24	58,55	3,97	99,76	$Ag_{0,68}Au_{0,24}Cu_{0,08}$	
63	Фольга с обкладки ленчика седла	551 С-147-1	1	41,68	49,90	7,31	98,89	421	V-Л
64	Фольга с уздечной накладки	551 С-149	2	36,89	56,95	5,58	99,42	$Ag_{0,66}Au_{0,23}Cu_{0,11}$	
65	Фольга с золотой пластины	551 С-150	2	38,32	55,29	5,00	98,61	$Ag_{0,65}Au_{0,25}Cu_{0,10}$	
66	Фольга с обкладки фигурки лошади	551 С-156	4	49,01	43,30	5,98	98,29	499	V-Л
67	Пластинка 76×16×0,1 мм	498К	3	66,04	31,35	1,30	98,69	669	IV-С
Средневековье									
Ювелирная мастерская городища Уфа-II									
68	Проволока	У2-ГО-12-1	17	96,21	3,08	0,17	99,46	967	II-С
69	Проволока	У2-ГО-12-2	15	96,54	2,98	0,15	99,67	969	II-С
70	Спираль	У2-ГО-12-3	5	63,42	31,00	5,20	99,62	637	V-Л
71	Проволока	У2-ГО-12-4	5	97,45	1,61	0,67	99,73	977	I-С
72		У2-ГО-12-4, 4а	5	96,71	2,87	0,38	99,96	967	II-С
73		У2-ГО-12-5	16	96,35	3,20	0,20	99,75	966	II-С

Примечание: 1) анализы выполнены на приборах РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров); на JEOL JCXA — 733 (аналитик Е. И. Чурин); 2) жирным курсивом выделены пробы, в которых обнаружены микровключения платиноидов; 3) группы золота по пробности (‰): I — 970–1000, II — 900–969, III — 800–899, IV — 650–799, V — 400–649, 4) типы золота: С — самородное, Л — легированное.

Могильники **Южного Зауралья**, датированные ранним железным веком, находятся на территории от Челябинска до Орска в пределах Челябинской и Оренбургской областей и Восточной (Зауральской) Башкирии. Состав изделий большинства курганов иллюстрируется табл. 4.8.

Могильник Переволочан I. В кургане 11 состав золота во всех пронизях варьирует в пределах (мас. %): Au 63,65–65,18; Ag 32,67–34,25; Cu 1,46–1,91; Ni 0,12–0,17 и Sn до 0,5 [Юминов и др., 2010]. Золотая литая декоративная накладка выполнена из среднепробного золота (мас. %): Au 87,01–88,77; Ag 3,22–4,23 и отличается высокими содержаниями меди (около 8,5), что свидетельствует о искусственном добавлении данного элемента в сплав. Других примесей в значимых количествах не фиксируется. Общий размах пробности 640–890 ‰. В накладке было выявлено включение осмия.

В кургане № 12 химический состав браслета, ободков перстней и золотой декоративной оковки деревянного сосуда следующий (мас. %): Au 82,42–85,56; Ag 10,96–14,02; Cu 1,64–4,84. В этом же погребении обнаружена золотая серьга состава (мас. %): Au 94,90–96,61; Ag 3,41; Cu 0–1,70. Пробность 950 ‰.

Могильник Переволочан II. В кургане 3 бляшки и серьга имеют состав (мас. %): Au 58,23–5,62; Ag 22,40–39,06: Cu 1,24–2,56 [Юминов и др., 2010]. В кургане 1 состав фольги более высокопробный (мас. %): Au 88,69; Ag 8,68; Cu 2,33. Пробность 890 ‰.

Одиночный курган Яковлевка II. Золотая гривна изготовлена из среднепробного золота (мас. %): Au 87,68–88,64; Ag 9,20–9,93; Cu 2,07–2,44 [Юминов и др., 2010]. Составы проволочных спиралей почти не отличаются друг от друга (мас. %): Au 78,58–79,30; Ag 19,74–20,38; Cu 0,89–1,03. Однако подвески изготавливались из другого металла, имеющего состав (мас. %): Au 80,91–87,57; Ag 10,34–16,90; Cu 1,72–1,91. Пробность 785–875 ‰. В височной подвеске-серьге было выявлено включение осмия.

Варненская группа курганов. В погребении 2 кургана 2 обнаружены два накосника в виде стилизованной птичьей головы, изготовленные из золота средней пробности состава (мас. %): Au 86, Ag 13, Cu 1,0.

В Большом Климовском кургане (конец VI в. до н. э.) в разграбленной могильной яме найден небольшой фрагмент фольги из низкопробного золота следующего состава (мас. %): Au 76.55; Ag 17,68: Cu 4,99. В фольге выявлены включения осмия.

Из низкопробного золота, состава (мас. %): Au 72; Ag 27; Cu 1,0, изготовлены также фольга и фрагмент пластины, найденные на пашне близ города Троицка и происходящие, вероятно, из полностью разрушенного кургана. Здесь же найден мелкий фрагмент пластины из электрума, состава (мас. %): Au 61,88; Ag 37,03; Cu 0,75.

Могильник Кичигино I находится близ города Южно-Уральска [Таиров и др., 2008]. Большинство из 29 золотых предметов кургана 5 этого могильника (фото V, *2, 3, 5–8, 10, 11*), изученных микрозондовым и рентгенофлуоресцентным методами, изготовлены из весьма высокопробного и высокопробного золота состава (мас. %): Au 91–96; Ag 4–6; Cu — преимущественно десятые доли % (табл. 4.9). Обкладка деревянного предмета, оковка

Таблица 4.9

Результаты рентгеноспектрального анализа артефактов из могильника Кичигино

№ п/п	Изделие	№ могильной ямы	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
Курган 3										
1	Подвеска височная	3	К-9	7	82,03	13,99	3,45	99,47	825	III-Л
2	Подвеска височная, основная часть	4	К-2	4	15,16	84,01	2,46	101,62	$Ag_{0,87}Au_{0,09}Cu_{0,04}$	
3	Подвеска височная, подвесная спираль		К-3	6	—	97,88	1,82	99,71	$Ag_{0,97}Cu_{0,03}$	
4	Гривна		К-12	7	—	96,88	2,92	99,80	$Ag_{0,95}Cu_{0,05}$	
5	Гривна серебряная	3	18-1	2	8,66	80,58	5,62	99,47	$Ag_{0,85}Cu_{0,10}Au_{0,05}$	
6	Она же с хлоридами Ag (Cl 13 %, Br 2–4 %)		18-2	4	7,76	73,61	1,60	99,98	$Ag_{0,91}Au_{0,05}Cu_{0,04}$	
7	Гривна	5	К-4a,b	10	84,95	11,18	3,56	99,70	852	III-Л
8	Фрагмент изделия		К-1	4	82,80	13,22	4,33	100,35	825	III-Л
9	Браслет		К3-К5-1	10	72,01	24,34	3,28	99,62	723	IV-Л
10	Фольга-1		К-1-7	9	64,63	32,43	3,02	100,08	646	V-Л
11	Фольга-2		К-2-7	3	77,46	21,79	0,43	99,68	777	III-С
12	Фольга-3		К-3-7	6	34,84	59,98	3,08	97,90	$Ag_{0,71}Au_{0,23}Cu_{0,06}$	
13	Кольцо спиральное		К-8	6	81,84	14,30	3,77	99,93	819	III-Л
14	Бляшка, фрагмент		К-11	10	83,39	11,85	4,47	99,74	836	III-Л
15	Ворворка	6	ОФ-662367	2	—	98,61	1,17	99,78	$Ag_{0,98}Cu_{0,02}$	
Курган 5										
16	Ворворка малая № 3	1	1-К	6	94,07	4,84	0	98,91	951	II-С
17	Ворворка малая № 1		2-К	6	91,92	4,30	3,84	100,06	919	II-Л
18	Ворворка большая		3-К	6	94,56	4,51	0	99,07	954	II-С
19	Фрагмент пластины		6	4	93,86	4,72	0	98,58	952	II-С
20	Пластина ажурная большая		6-1-К	12	94,89	4,70	0,24	99,83	951	II-С
21	Пластина ажурная малая		4	6	94,34	5,41	—	99,75	946	II-С
22	Оковка сосуда малая в виде стилизованной головы птицы		К5-7-К	4	71,52	24,37	3,79	99,68	717	III-Л
23			7-К-1	5	97,28	2,38	0,13	99,79	975	I-С
24			7-К-2	8	93,99	4,78	0,74	99,51	945	II-С
25	Оковка сосуда большая в виде стилизованной головы птицы		8-К	6	81,84	14,29	3,68	99,81	820	III-Л

Окончание табл. 4.9

№ п/п	Изделие	№ могильной ямы	№ пробы	Кол-во анал.	Au	Ag	Cu	Сумма	Проба	Группа, тип Au
26	Обкладка малая № 1		5-К	24	81,38	13,27	5,22	99,88	815	III-Л
27			5-4-К	4	92,03	4,43	—	96,46	954	II-С
28	Обкладка большая		13-К	5	96,51	2,77	0,41	99,69	968	II-С
29	Обкладка крюка		12-К	15	94,95	4,81	0,04	99,80	951	II-С
30	Обкладка древка стрелы		19-К	6	91,97	4,65	3,56	100,18	918	II-Л
31	Обкладка древка стрелы		20-К-1	5	95,06	5,35	—	100,42	947	II-С
32	Обкладка древка стрелы № 1		20-К-2	2	94,7	5,02	—	99,72	950	II-С
33	Обкладка древка стрелы №2		20-К-3	2	95,59	4,41	—	100,00	956	II-С
34	Обкладка древка стрелы № 3		20-К-4	2	89,46	4,8	—	94,26	949	II-С
35	Обкладка древка стрелы № 4		20-К-5	2	95,00	5,00	—	100,00	950	II-С
36	Обкладка древка стрелы № 5	1	20-К-6	2	94,70	5,04	—	99,74	949	II-С
37	Обкладка древка стрелы № 6		20-К-7	2	94,78	5.01	—	99.79	950	II-С
38	Накладка на сосуд № 1		10-К	2	93,41	5,17	0	98,58	948	II-С
39	Накладка на сосуд № 2		11-К	5	85.28	10,17	4,41	99,86	854	III-Л
40			11-К	4	94,01	5,19	0	99,20	948	II-С
41	Накладка на сосуд № 3		9-К-1	3	86,58	9,88	3,36	99,82	867	III-Л
42			9-К-2	4	94.60	4,77	0	99,37	952	II-С
43	Серьга		18-2-К	7	94,72	4,98	0,08	99,78	949	II-С
44	Бляшка (№ 1) в виде лежащего льва с горита		22-2-К	8	95,92	3,02	0,62	99,56	963	II-С
45	Бляшка (№ 2) в виде лежащего льва с горита		20	10	94,71	4,68	0,44	99,83	949	II-С
46	Бляшка (№ 3) в виде лежащего льва с горита		21	10	94,52	4,79	0,49	99,80	947	II-С
47	Бляшка (№ 4) в виде лежащего льва с горита		22	10	94,39	4,93	0,48	99,80	946	II-С
48	Бляшка (№ 5) в виде лежащего льва с горита		14-16-К	18	95,68	2,96	0,99	99,62	960	II-С
49	Бляшка в виде лежащего льва с груди погребенного		17-К	6	94,29	5,25	—	99,54	947	II-С

Примечание: 1) анализы 1–14 выполнены на приборах: JEOL JXA 733 (аналитик Е. И. Чурин), 15–48 — РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров); 2) раскопки А. Д. Таирова; 3) жирным курсивом выделены пробы, содержащие платиноиды; 4) группы золота по пробности (‰): II — 969–900, III — 899–800; 5) типы золота: С — самородное. Л — легированное.

деревянного сосуда, накладки на такой же сосуд (пробы 5-К, 8-К, 9-К, 11-К) (фото V, *4, 12*) выполнены из золота средней пробности и имеют содержания (мас. %): Au 81–86; Ag 10–14; Cu 3–6. Единственным предметом, изготовленным из низкопробного золота в этом комплексе, является оковка деревянного сосуда в виде стилизованной головы хищной птицы (проба 7-К) (фото V, *13*), состав которой (мас. %): Au 71; Ag 24; Cu 4. Особенностью состава этой оковки является включение осмия. Интересно, что вторая, большая по размеру, оковка этого сосуда, также выполненная в виде стилизованной головы хищной птицы (проба 8-К) (фото V, *12*), изготовлена из золота средней пробности состава (мас. %): Au 81,84; Ag 14.29; Cu 3,68.

Концом V в. до н. э. датируется могильная яма 6 кургана 3 могильника Кичигино I. Яма полностью разграблена, но на ее краю найдена крупная серебряная ворворка, состава (мас. %): Ag 98,61; Cu 1,17. Изделия из серебра найдены еще в двух могильных ямах этого кургана, погребения в которых датируются IV в. до н. э. В могильной яме 4 на шее погребенной находилась гривна, изготовленная из железной проволоки, обернутой серебряным листом, состава (мас. %): Ag 96,28; Cu 3,00. У головы погребенной лежали две височные подвески, представляющие собой кольца в 1,5 оборота, к которым подвешена спираль из квадратной в сечении проволоки (фото V, *9*). Кольцо изготовлено из серебра состава (мас. %): Au 15,16: Ag 84,01; Cu 2,46, а спираль сделана из практически чистого серебра (мас. %): Ag 97,88; Cu 1,82. Гривна из серебра состава (мас. %) Au 8,06; Ag 75,93; Cu 2,94 украшала шею погребенной и в могильной яме 3.

Из могильных ям 3, 4 и 5 кургана 3 могильника Кичигино I микрозондовым анализом исследован состав золота 10 предметов, в числе которых гривны, браслет, кольцо, височная подвеска, фольга (фото V, *1, 14*). Выделяются три группы анализов золота. Четыре предмета из золота средней пробности имеют одинаковый состав (мас. %): Au 82–84; Ag 12–14; Cu 3,4–4,4. Один предмет (фольга браслета — фото V, *14*) изготовлен из низкопробного золота следующего состава (мас. %): Au 72–73; Ag 23–24; Cu 3–4, причем в этом изделии выявлены включения платиноидов. Сложный состав имеет фольга (пробы К-1-7, К-2-7) из могильной ямы 5. При микрогеохимическом картировании установлено, что в краевой части повышается содержание золота с 65 до 77 % и, соответственно, уменьшается содержание серебра (32 и 21 %) и меди (3,0 и 0,4%). Фольга пробы К-3-7 из этой же могильной ямы вообще изготовлена из кюстелита, состава (мас. %): Au 34,84; Ag 59,98; Cu 3,08. В золотых изделиях из курганов 3 и 5 выявлены включения платиноидов.

Состав золотых изделий из курганов 3 и 5 иллюстрируется рис. 4.10, на котором четко видны их различия. Для кургана 3 модальное значение 81–87 %, а для кургана 5 — 93–96 %.

В кургане Куйбас близ Магнитогорска найдена бляшка с изображением припавшего к земле кошачьего хищника (фото VI. *1*). Она имеет состав кюстелита (мас. %): Au 33,44; Ag 64,22; Cu 2,12.

В **кургане Соржан-Кыстау** сопроводительный инвентарь погребения, датированного IV в. до н. э., включал, помимо изделий из бронзы, небольшое колечко, свернутое из золотой проволоки и служащее застежкой сумочки, а

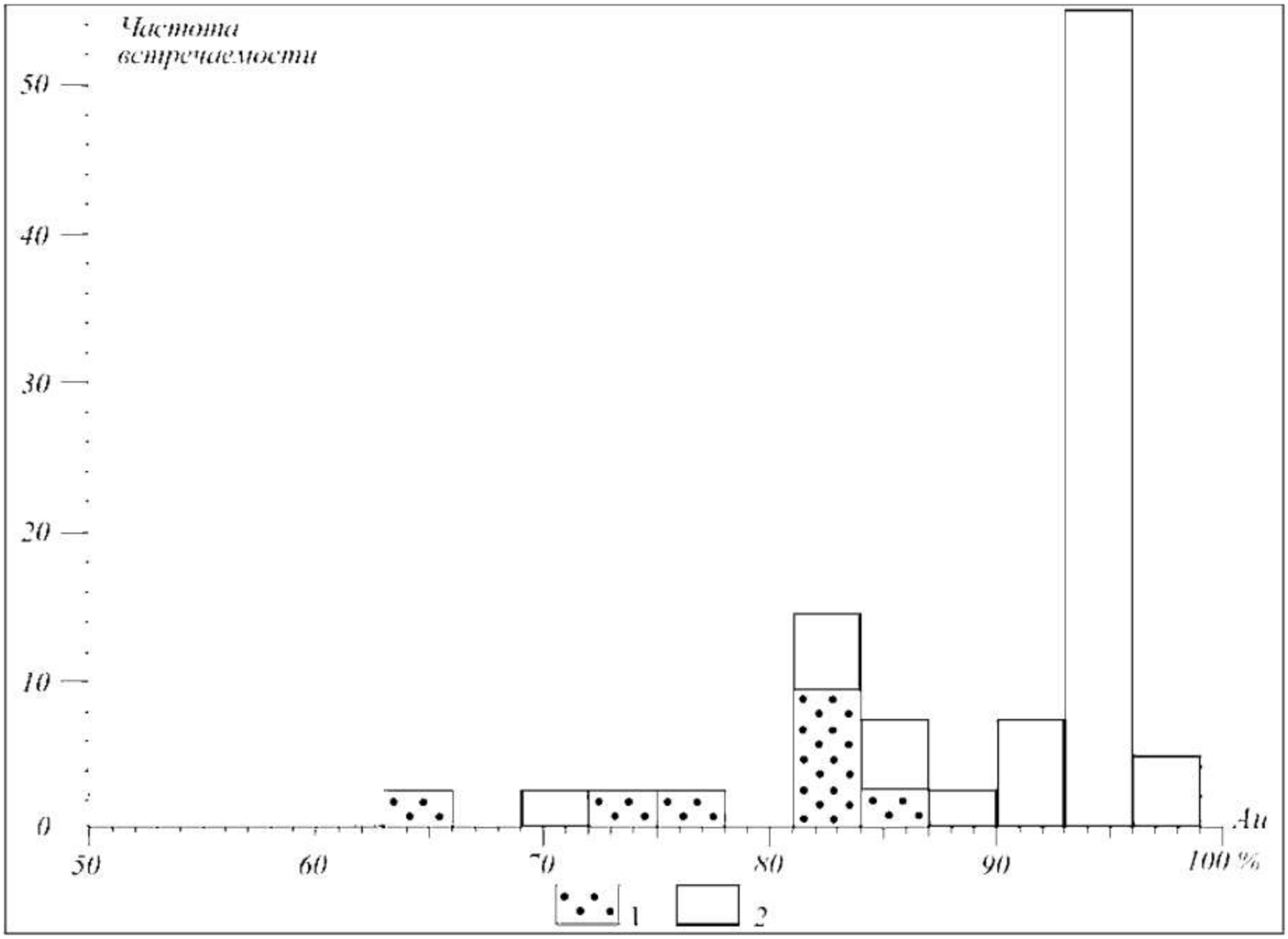


Рис. 4.10. Гистограмма состава золотых изделий из могильника Кичигино I по данным рентгеноспектрального анализа:
1 — в кургане 3 (8 проб), *2* — в кургане 5 (34 пробы)

также две золотые серьги, изготовленные из тонкой (0,2 мм) золотой проволоки, свернутой в 1,5 оборота в кольца диаметром 3,5–4,0 см (фото VI, *10, 12*). Состав колечка (обр. 531 СК/6) (мас. %) Au 70; Ag 29; Cu 3,0. Одна серьга (обр. 531 СК/5) имеет состав (мас. %): Au 80; Ag 15; Cu 3,0. Вторая (обр. 531 СК/7) — Au 83; Ag 15; Cu 3,0.

Могильник Мавринский Увал находился в черте города Кургана. В могильной яме 2 кургана 2 у черепа погребенного найдены две височные восьмерковидные подвески (фото VI, *11*) из золота средней пробности, состава (мас. %): Au 82,66; Ag 15,79; Cu 1,72.

Полученные материалы по изделиям из благородных металлов позволяют сделать некоторые заключения, носящие предварительный характер. Прежде всего, отметим, что в лесостепной и степной зонах Южного Зауралья изделия из серебра встречены пока лишь в памятниках, которые относятся ко времени не ранее конца V в. до н. э.

Изделия конца раннего железного века и начала средневековья
(III–V вв. н. э.)

Могильник Магнитный. Некрополь находится на вершине господствующей возвышенности в 2,5 км к северо-западу от поселка Магнитный Агаповского района Челябинской области. Некрополь состоит из более чем 30 грунтовых сооружений округлой, подпрямоугольной и гантелевидной формы. В состав могильника входит и курган с «усами». Было полностью исследовано самое крупное сооружение могильника (курган 21), представляющее собой округлую земляную конструкцию диаметром около 30 м и высотой почти 2 м. Основное погребение было совершено под западной полой кургана, поэтому оно оказалось непотревоженным, несмотря на неоднократные поиски его грабителями.

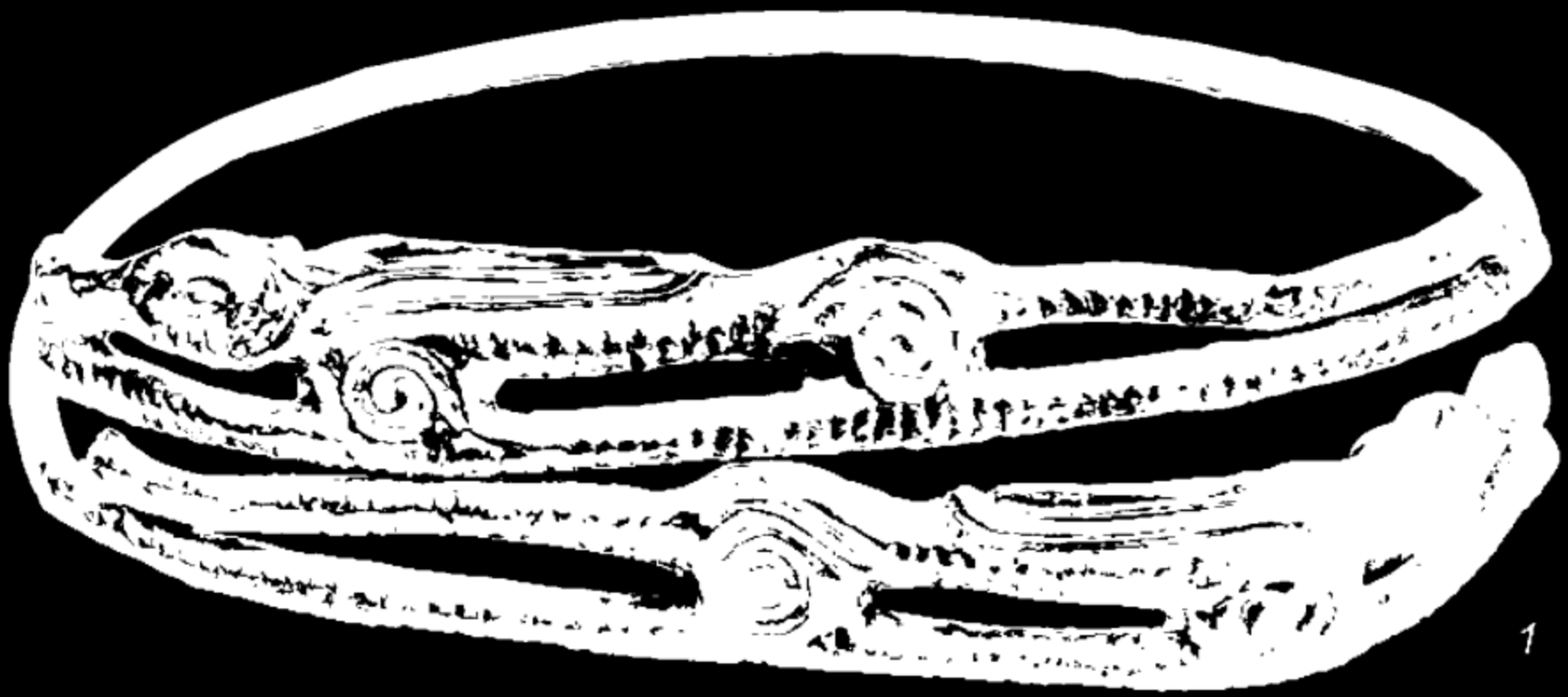
В могильной яме с подбоем вдоль продольной западной стенки выявлено захоронение в деревянной колоде. Пожилая женщина была уложена на спину, головой на север. Золотые украшения представлены бусинами, подвесками, полусферическими и треугольными нашивными бляшками. Шею погребенной украшало ожерелье, состоящее из круглых золотых бусин, разделяющих круглые и листовидные золотые подвески со вставками граната в обрамлении зерни. На плече погребенной находилась бронзовая фибула. Рукава и ворот одежды были расшиты золотыми бляшками волнообразной формы. Обувь украшалась золотыми полусферическими бляшками (фото VI, *4*). Набор бронзовой и стеклянной посуды, имеющий аналоги в позднеримских древностях Восточной Европы, позволяет отнести погребение к гунно-сарматскому времени и датировать его III в. н. э. [Зайков и др., 2012б; Боталов, Иванов, 2011; 2012; Боталов и др., 2011].

Исследованные золотые изделия представлены подвесками, бусинами и нашивными бляшками. Состав золота варьирует в пределах (мас. %): Au 80–99; Ag 0–16; Cu 0–6. Для каждого типа изделий состав близок, за исключением треугольных бляшек. В них состав золота представлен двумя группами анализов (мас. %): Au 93–94; Ag 5; Cu 1 и Au 83–85; Ag 12–13; Cu 3. Включения осмия (7 зерен) были выявлены в полусферических и треугольных бляшках.

Биктимировский могильник представляет собой грунтовый (бескурганный) некрополь, относящийся к Биктимировскому городищу. Условно археологический памятник делится на три части. Исследованный материал происходит из Биктимировского II могильника. В целом, весь археологический комплекс датируется III в. н. э. и относится к кара-абызской археологической культуре [Пшеничнюк, 1973: Археологические..., 1996; История..., 2009]. В. В. Овсянников заложил на Биктимировском II могильнике раскоп, в котором исследовано 6 погребений. Проанализированные изделия представлены золотыми и серебряными нашивными бляшками.

Состав золотых изделий довольно близок (см. табл. 4. 8; Приложение 3.2, пробы В2–В6). Содержания в большинстве кусочков фольги (мас. %): Au 85,9–86,2; Ag 12,8–13,8; Cu 0,8–0,9. Вторая группа отличается несколько повышенным содержанием меди (до 1,4%) и пониженным — золота (83 %).

Друженский могильник. В погребении кургана 3, датированного III–V в. н. э. [Боталов, Полушкин, 1996], обнаружен золотой овальный кулон



1

2

4

5

8

9

3

6

7

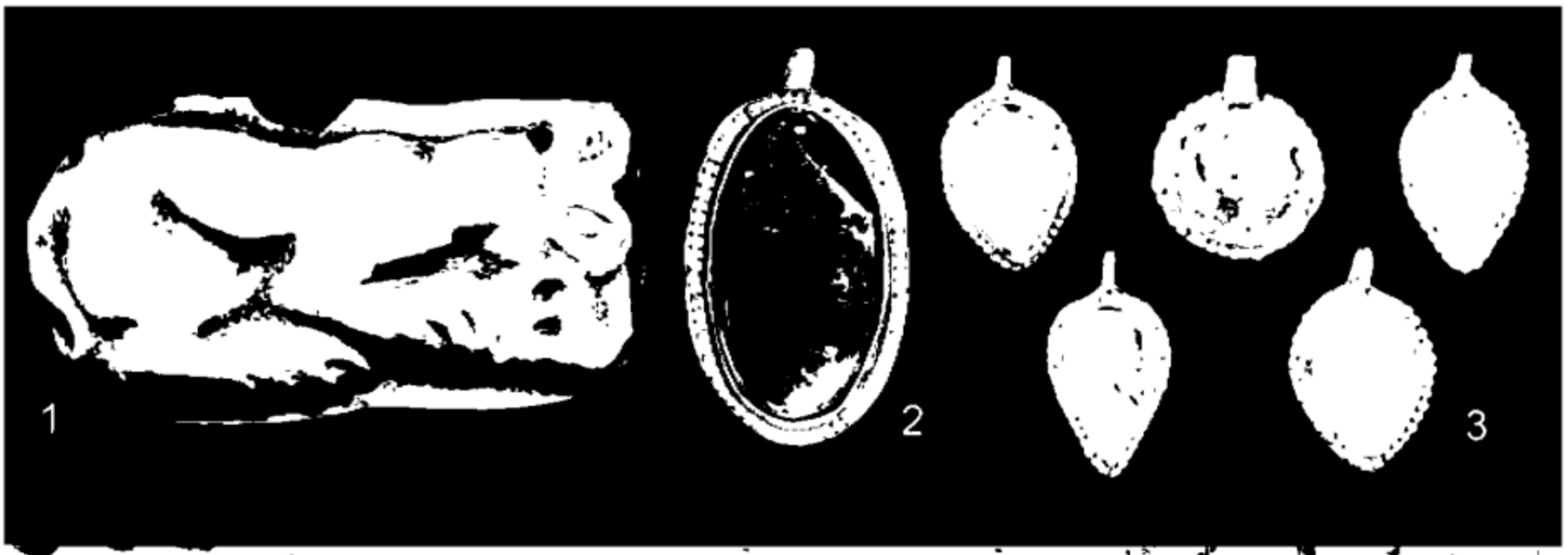
10

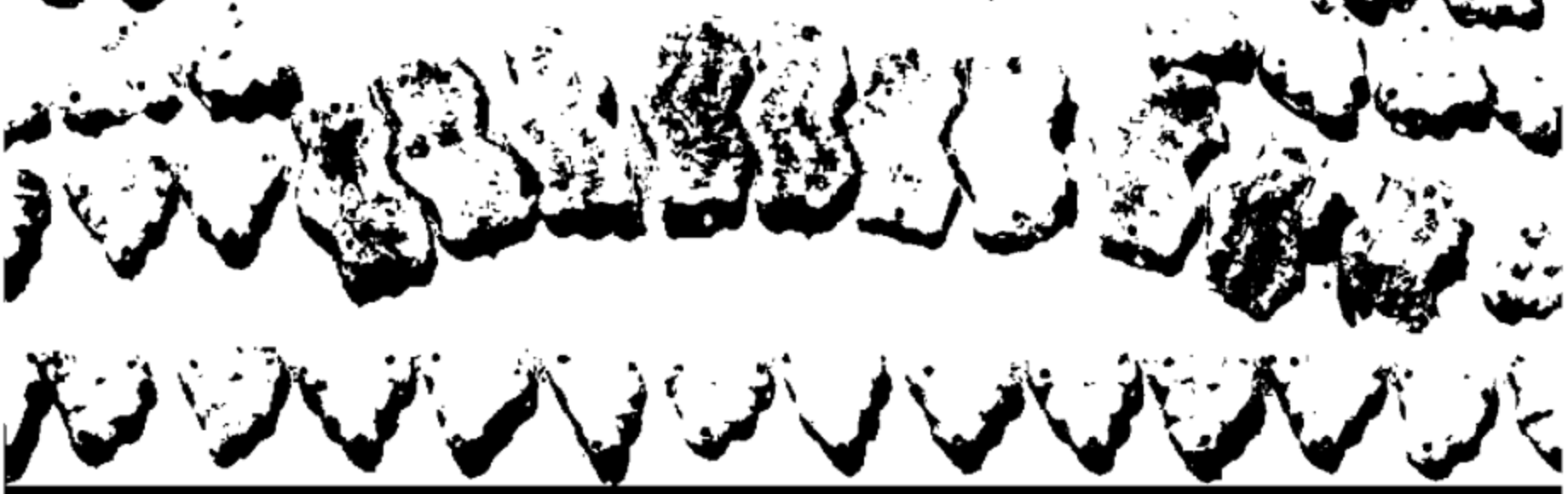
11

12

13

14


1
2
3


6
7
9
11
5
8
10
12

с сердоликовой вставкой (401Д/108) (фото VI, *2*). Вставка крепится в гнезде из припаянной ребром к овальной пластине золотой ленточки, концы которой накладываются друг на друга. По краю кулона идет ободок из зерни, вверху имеется ушко для крепления. Общие размеры кулона 1,9×3,2 см. Состав ленточки (мас. %): Au 88; Ag 10; Cu 4,0.

Комплекс кургана с «усами» Крутая Гора состоит из трех насыпей с каменными панцирями, вытянутыми в цепочку в направлении юго-юго-восток — северо-северо-запад [Боталов и др., 2006], Расстояние между центрами насыпей составляет 17–17,5 м. Центральный курган 2 расположен несколько юго-западнее от прямой линии между курганами 1 и 3. Он имеет диаметр 8 м, высоту 0,7 м. Под насыпью этого кургана обнаружен жертвенный комплекс, включающий кости лошади, а также три фрагмента керамики. При зачистке траншеи выявлена золотая тонкая пластинка, размером 1,6×7,6 см толщиной 0,1 мм. Цвет ярко-желтый, на поверхности заметны параллельные штрихи, вероятно, от прокатки металла. Состав пластины (мас. %): Au 65; Ag 31; Cu 1,4.

Комплекс кургана с «усами» Солончанка I. На основании обнаруженных при раскопках керамических предметов, вооружения. конской упряжи и разнообразного инвентаря, время сооружения кургана определено V — первой четвертью VI в. н. э. Из найденных здесь золотых изделий были проанализированы следующие предметы [Бушмакин и др., 1999]:

1) золотая фольга с обкладки бронзовой пластины колчана (обр. 551С/79) размером 3,2×8,5 см при толщине 0,2 см. Пластина имеет напаянные гнезда с вставками из граната, расположенными симметрично в два ряда, и орнаментирована треугольниками. выполненными в технике зерни. Образец на анализ был взят из краевой части. Фольга ломкая, толщиной 0,07–0,12 мм;

2) золотая фольга с обкладки ленчика седла (обр. 551С/147) представляет собой неравносторонние треугольники с закругленными углами размером 15×1,0–5,0×2,0 и 13×1,0–5,2×3.0 см. Изделие украшено чешуйчатым орнаментом, выполненным путем вдавливания. Судя по многочисленным вмятинам и разориентированным штрихам, наиболее вероятный способ изготовления данной фольги — ковка. Цвет белый со слабым желтоватым оттенком. Структура фольги равномерная микрозернистая, с поперечником изометричных зерен 5–10 мкм. Толщина фольги 0,05–0,10 мм;

3) фрагменты золотой фольги (обр. 551С/156), обтянутой по деревянной фигурке лошади. Полный внешний вид и точные размеры не установлены. Цвет серебристо-буроватый. Структура микрозернистая, толщина — в пределах 0,03–0,04 мм;

4) золотая фольга (обр. 551С/149) с точечным орнаментом из уздечной накладки прямоугольной формы, размером 1,0×2,5 см. Цвет фольги серебристо-буроватый, структура равномерная микрозернистая, с поперечником изометричных частиц 5–10 мкм. Толщина фольги 0,07–0.09 мм;

5) золотая фольга в виде пластинки 1×3 см (обр. 551С/150).

Состав всех проанализированных изделий близок (мас. %): Au 43–56; Ag 37–48; Cu 3–4.

Предметы из средневековой ювелирной мастерской городища Уфа-II

(VIII–IX вв. н. э.)

Памятник расположен в южной зоне города Уфы и известен с 1957 г., когда Н. А. Мажитовым были выявлены культурные напластования мощностью до 4 м. В 2006 г. начаты охранные археологические раскопки, в процессе которых на глубине 3,5 м были обнаружены куски золотой проволоки, послужившие. вероятно, заготовками для изготовления ювелирных украшений [Мажитов и др., 2007]. С этими находками соседствуют изделия из сплавов серебра и меди, содержащие примеси цинка, свинца, олова. Слой, в котором обнаружены предметы, находится ниже кладки крепостной стены и датируется VIII–IX вв. н. э.

Материал для исследований взят из проволочных заготовок А. Н. Султановой и Ф. А. Сунгатовым и передан для исследования в Институт минералогии УрО РАН [Зайков и др., 2009].

Большинство исследованных клубков золотой проволоки толщиной 2–4 мм относится к высокопробному металлу с содержанием серебра в пределах 2–3 % (см. табл. 4.8). Из такого золота сделана заготовка U2-GO12-4a, в которой выявлено включение платиноидов. Золото, из которого сделана спираль U2-GO12-3, имеет иной состав (мас. %): Au 61–64; Ag 31–32; Cu 5–6, в нем также установлено микровключение платиноида.

4.4. Сопоставление состава золота месторождений и изделий из археологических памятников

Составленные гистограммы (рис. 4.11) позволяют установить особенности состава золота в исследованных рудных объектах. Месторождения золото-сульфидные, золото-лиственитовые, золото-кварцевые и золото-порфировые объединяют сходные гистограммы. в которых мода находится в интервале 900–980 ‰. Подобная картина зафиксирована для уральских россыпей, что свидетельствует о главной россыпеобразующей роли перечисленных типов месторождений (рис. 4.12). Все эти типы сосредоточены в зонах глубинных разломов и их оперяющих. Наиболее ярким примером являются рудоносные структуры Главного Уральского разлома. В противовес указанному распределению, в месторождениях колчеданной и колчеданно-полиметаллических групп велика доля золота с пониженной пробностью: в первой — 900–720, во второй — 600–760 ‰. Это золото, соответствующее зонам окисления колчеданных залежей, влияло на снижение пробности в некоторых россыпях до 800 и даже 650 ‰ (рис. 4.13).

Состав золота в археологических памятниках различного возраста весьма показателен по отличию полученного в древности металла (рис. 4.14). Для бронзового века состав практически всех изделий находится в интервале 540–840 ‰. Это значит, что использовалось золото из упомянутых зон окисления колчеданных и золото-колчеданно-полиметаллических месторождений. Для более поздних изделий картина следующая. В раннем железном веке начинает преобладать высокопробный металл в сочетании с золотом

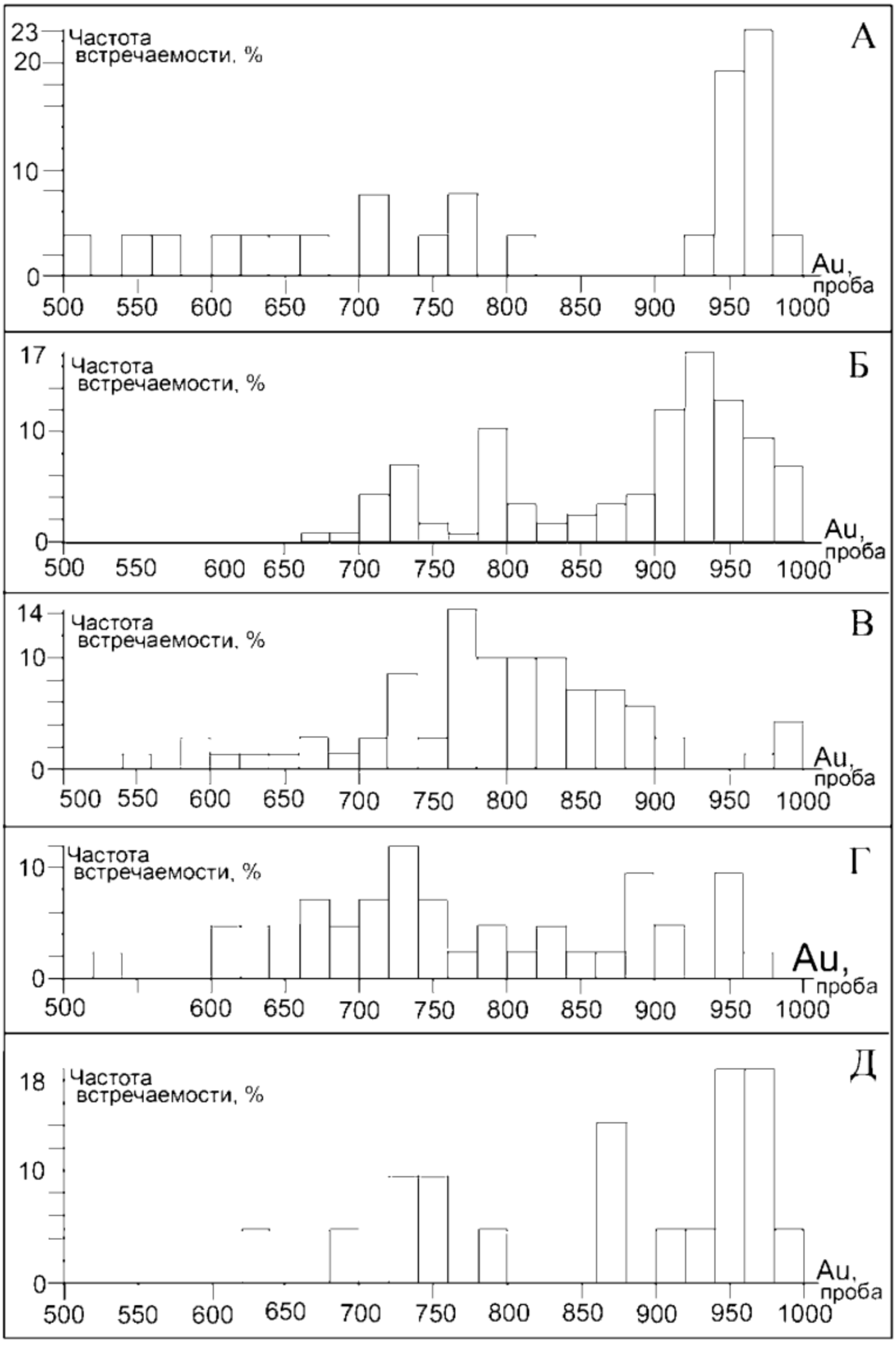


Рис. 4.11. Гистограммы состава самородного золота различных типов месторождений: *А* — золото-сульфидных (26 значений); *Б* — золото-лиственитовых (116 значений); *В* — колчеданных (70 значений); *Г* — золото-колчеданно-полиметаллических Баймакского рудного района (42 значения); *Д* — золото-порфировых Восточно-Уральской зоны (38 значений)

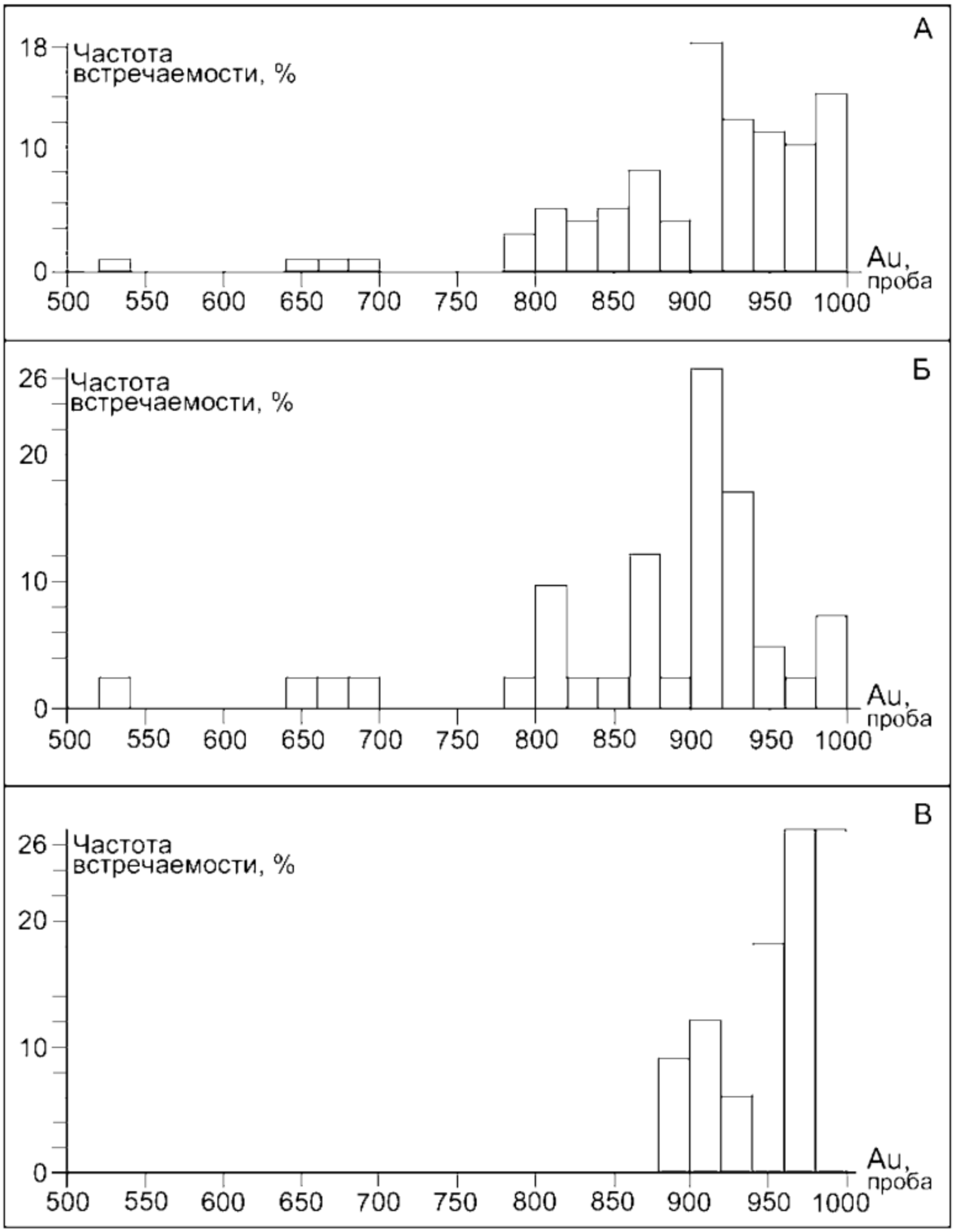


Рис. 4.12. Гистограммы пробности самородного золота в россыпях Южного Урала: *А* — во всех (с имеющимися данными по пробности). 98 значений; *Б* — в россыпях Миасской зоны, 41 значение; *В* — в россыпях восточных зон (Кочкарской, Гогинской, Амамбайской. Суундукской), 33 значения

средней и низкой пробности, как в бронзовом веке. Это свидетельствует о продолжении разработки золотоносных руд из месторождений колчеданного семейства. Для конца раннего железного века и начала средневековья характерны две моды: 780–880 и 940–1000 ‰.

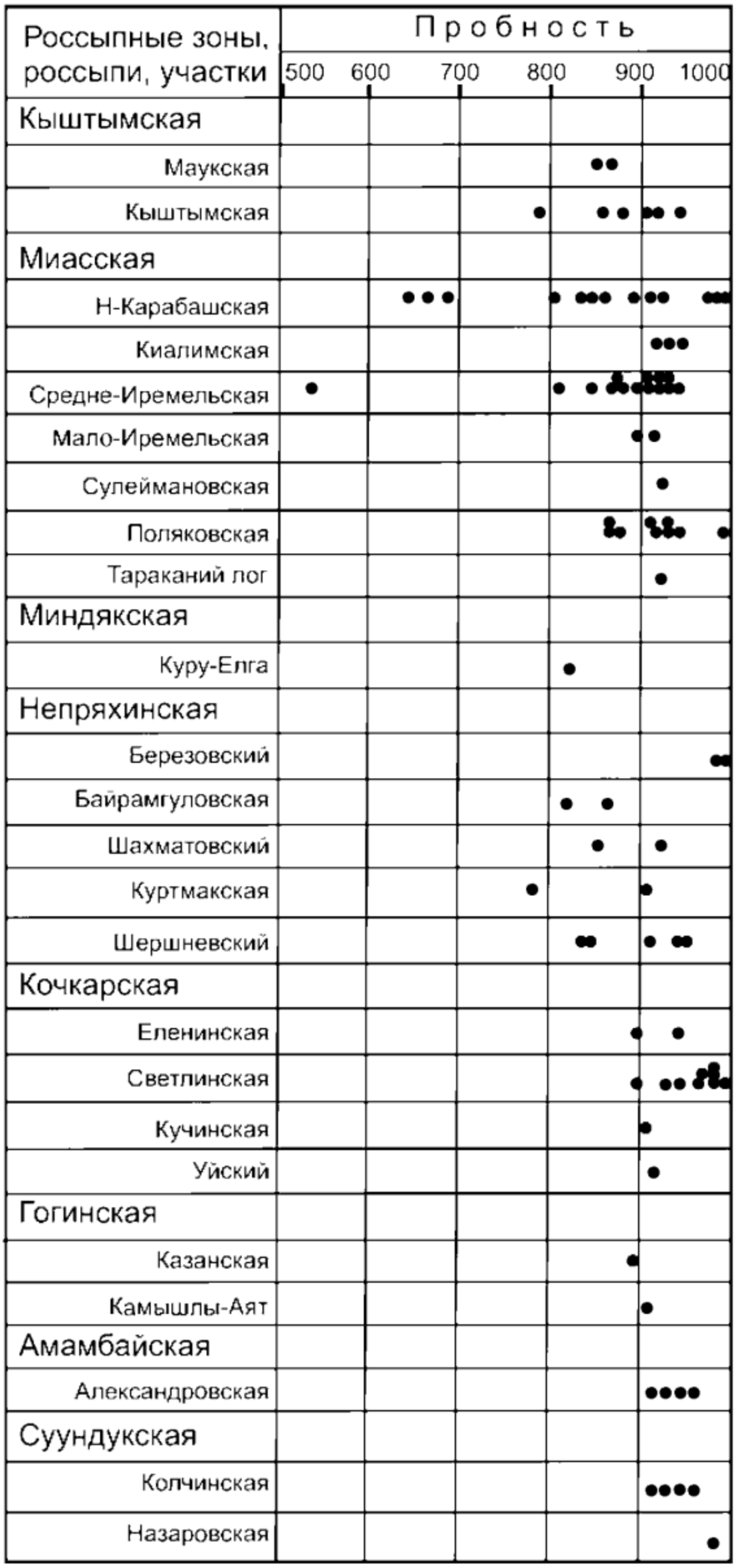


Рис. 4.13. Пробность зерен золота из россыпных зон Южного Урала
Примечание: 1) черными кружками обозначена пробность самородного золота, установленная рентгеноспектральным методом (прибор РЭММА 202М, аналитик В. А. Котляров);
2) для измерений использованы зерна из рабочих коллекций А. Г. Баранникова, М. Е. Романенко, А. М. Юминова, Ильменского государственного заповедника, ООО «Миасский прииск»

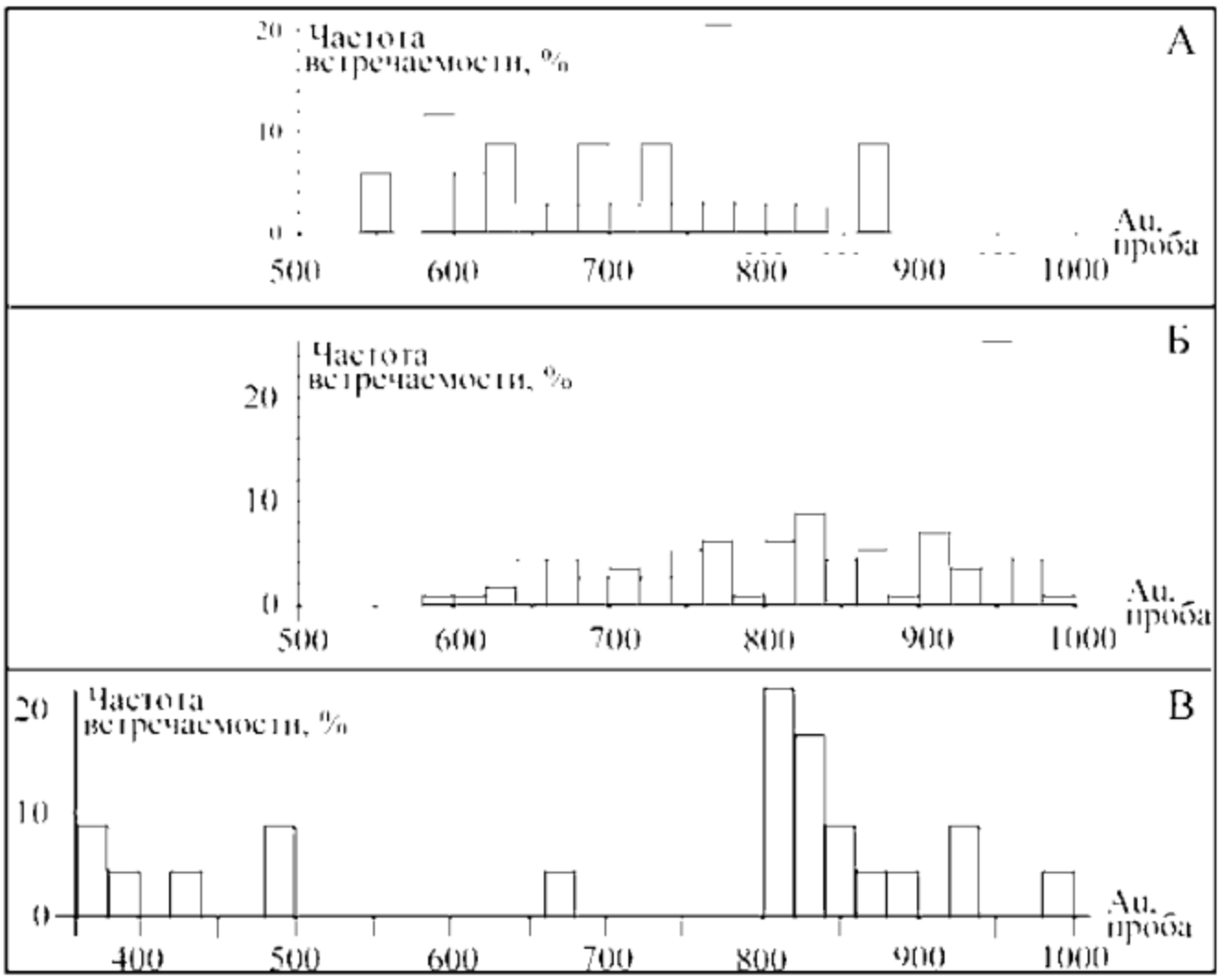


Рис. 4.14. Гистограммы состава золотых изделий из археологических памятников Урала: *А* — золотые изделия бронзового века, могильники: Степной, Ушкаттинский, Чекатай (данные РСА, табл. 4.3; РФА, табл. 4.4), 35 значений; *Б* — золотые изделия раннего железного века — до новой эры, могильники и курганы: Варненская группа, Большой Климовский, Переволочан I, курганы № 11 и 12, Переволочан II, курган № 3, Яковлевка II, Соржан-Кыстау, Прохоровка, Мавринский Увал, Филипповка I и II, Кичигино I, 114 значений; *В* — золотые изделия конца раннего железного века и раннего средневековья (Магнитный, II Биктимировский, Крутая Гора), 18 значений

Рассмотрим более детально ситуацию на примере конкретных археологических памятников (рис. 4.15). В курганах 1 и 4 могильника Филипповка I данные РФА показывают четко выраженную моду 900–960 ‰. В кургане 15 мода несколько смещена в сторону 860–900 ‰. Более разнообразна картина по данным РСА (рис. 4.16). В могильнике Филипповка I фиксируется золото с пробностью 900–960 ‰. Для могильника Филипповка II картина неопределенная из-за малого числа анализов.

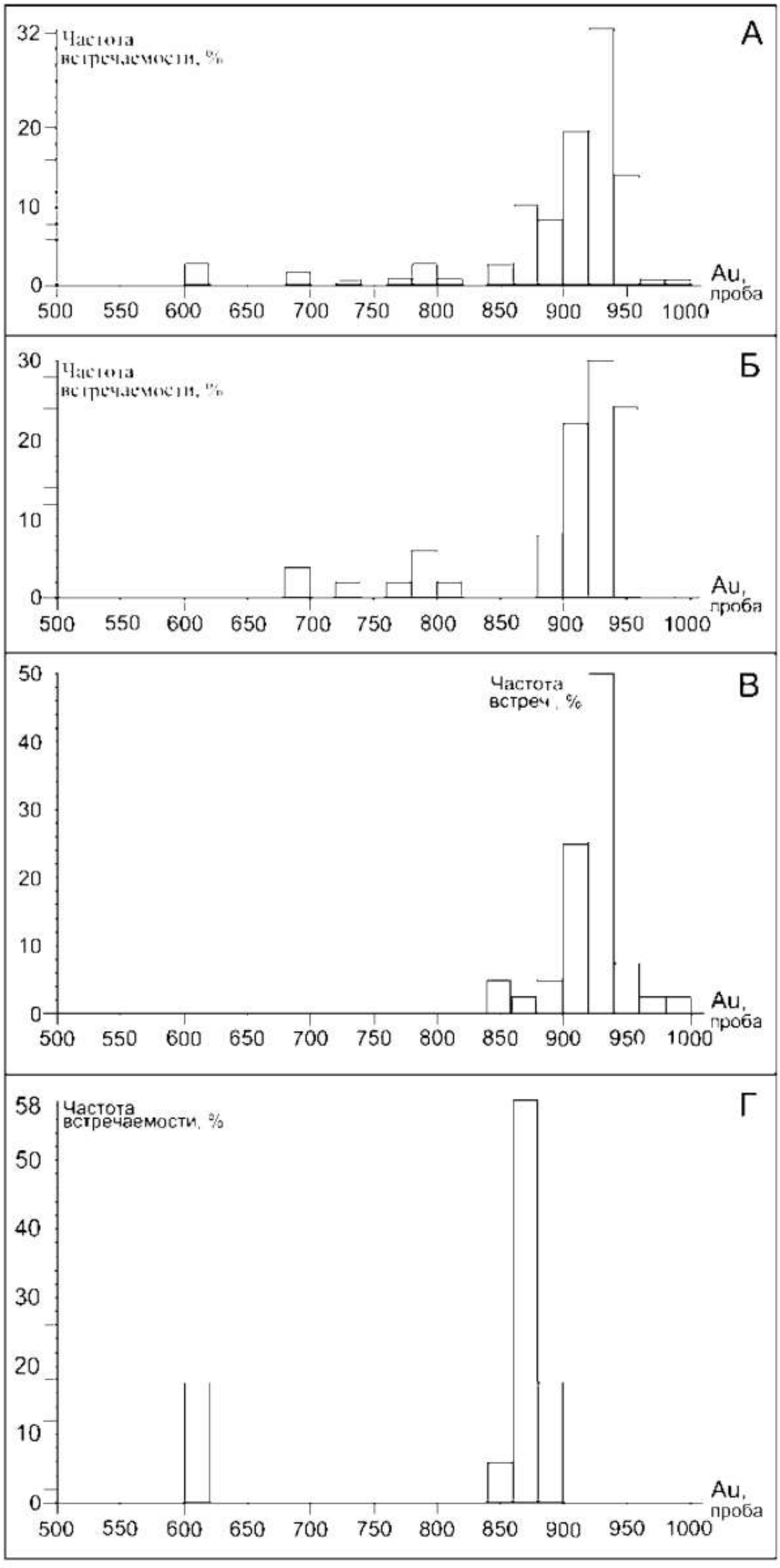


Рис. 4.15. Гистограммы пробности золотых изделий из могильника Филипповка I по данным РФА:

А — сводка по трем курганам (1, 4, 15), 107 значений; *Б* — курган 1, 50 значений; *В* — курган 4, 40 значений; *Г* — курган 15, 17 значений

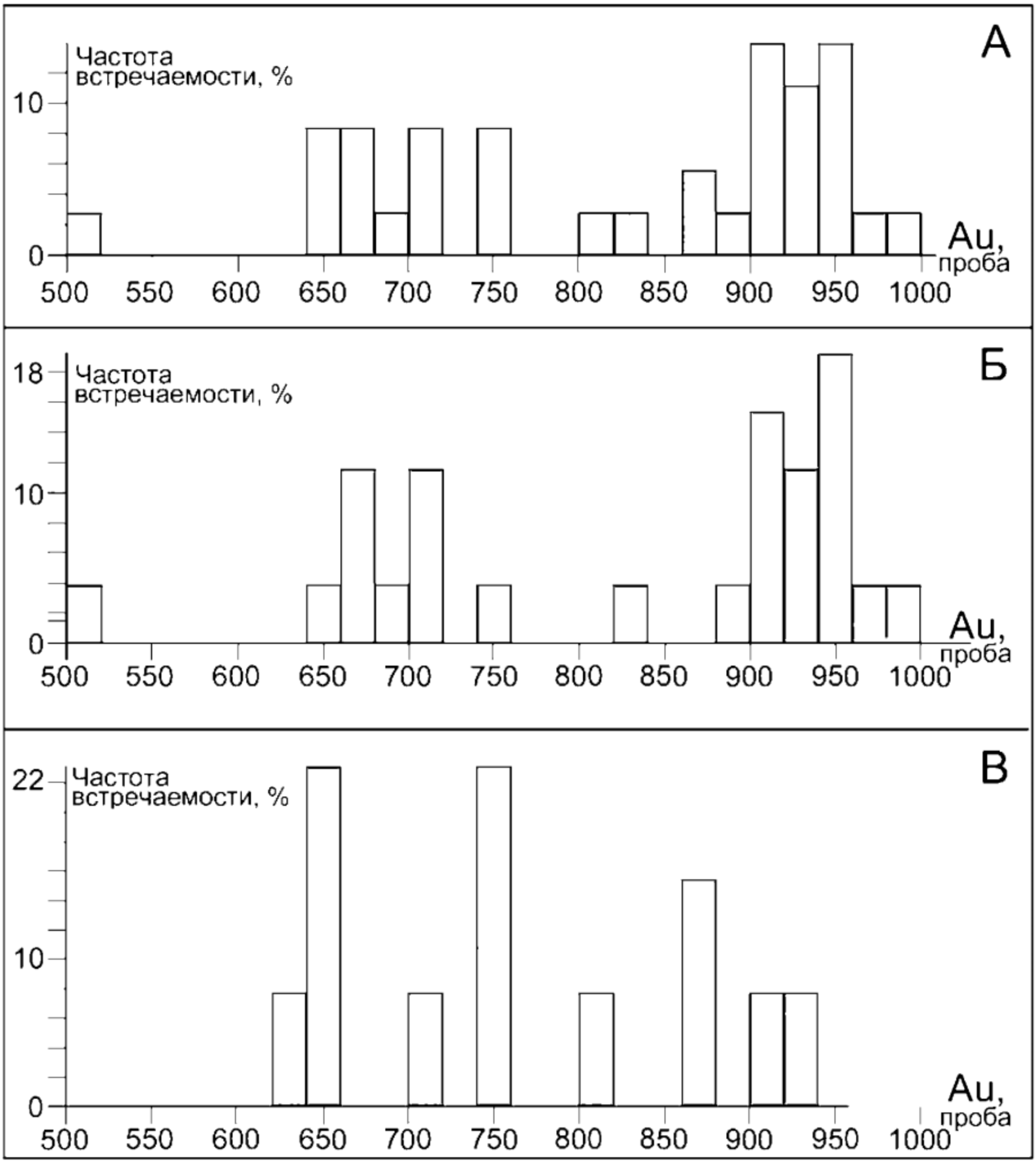


Рис. 4.16. Гистограммы характеризующие золотые изделия из могильников Филипповка I и Филипповка II по данным рентгеноспектрального анализа: А — все (34 значения). Б — Филипповка I (24 значения), В — Филипповка II (10 значений)

Золотые изделия могильника Кичигино I образуют на гистограмме две моды: более четкая в интервале 940–980 ‰ и меньшая по количеству предметов 800–860 ‰ (рис. 4.17). Первая мода идентична составу золота из могильника Филипповка I (см. рис. 4.15), что свидетельствует о близком, или

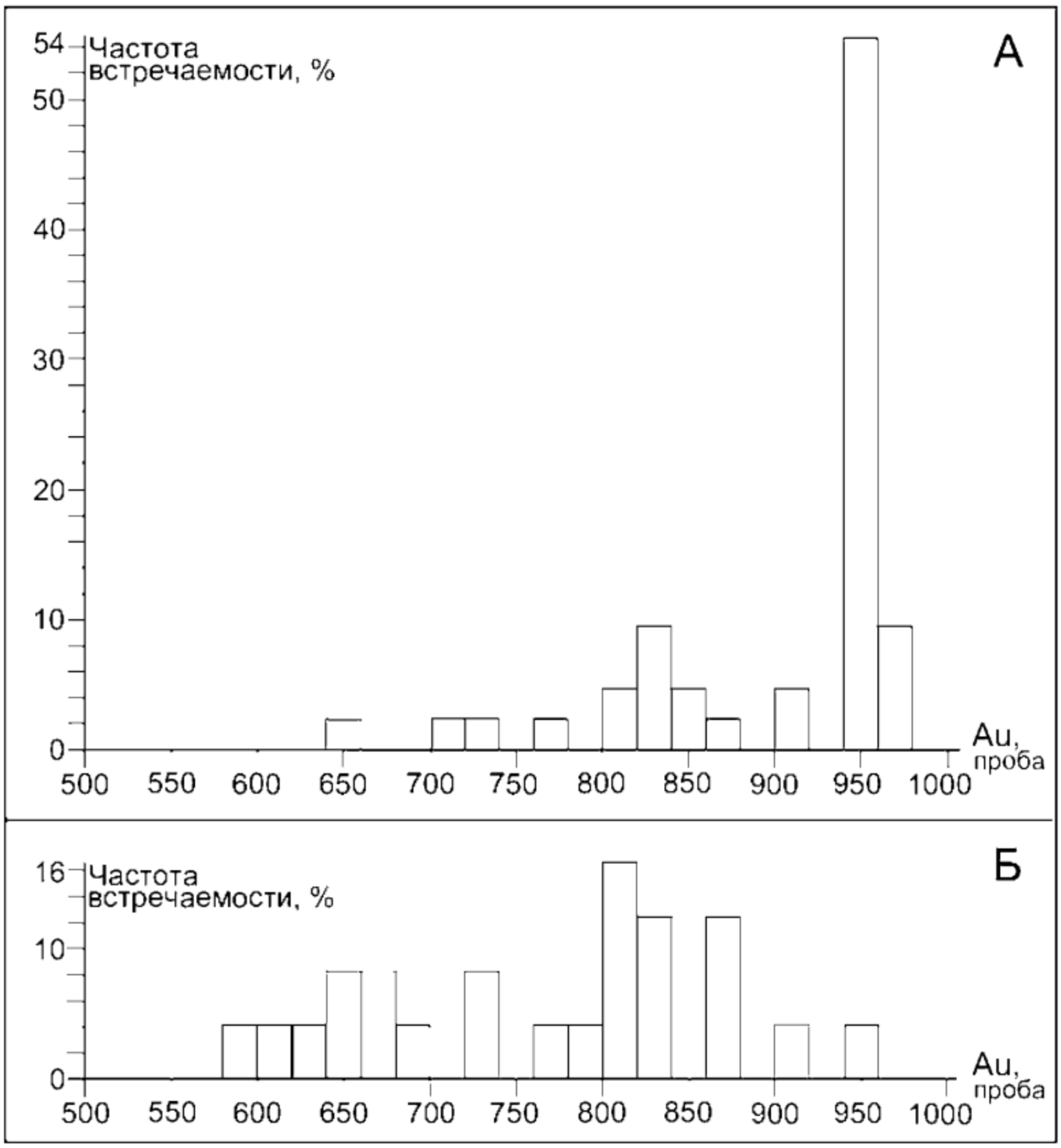


Рис. 4.17. Гистограммы характеризующие золотые изделия по данным рентгеноспектрального анализа. А — из могильника Кичигино. 42 значения, Б — из могильников Переволочан и Яковлевка, 24 значения

даже едином источнике сырья. Противоположная ситуация в археологических памятниках Переволочан I и Яковлевка II, в которых выделяются две моды: 640–680 ‰ и 800–880 ‰. Этот состав более соответствует золоту из зон окисления колчеданных и золото-колчеданно-полиметаллических месторождений.

ГЛАВА 5. ПЛАТИНОИДЫ В ЗОЛОТЫХ ИЗДЕЛИЯХ ИЗ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРАЗИИ

В результате минералогических исследований, выполненных авторами, получена первая информация о микровключениях платиноидов в изделиях из археологических памятников Центральной Евразии [Зайков и др., 2008; Юминов и др., 2008]. В дальнейшем аналогичные данные опубликованы в работах [Зайков и др., 2010а; 2010б; Shemakhanskaya et al., 2009; Дашковский, Юминов, 2012]. Исследованные находки микровключений сделаны в Алтае-Саянском и Уральском регионах. За пределами этой территории микровключения выявлены авторами в золотых изделиях из античного города Фанагория (Северное Причерноморье) и культового центра Гонур (Туркменистан). Другими регионами, где описаны микровключения, являются Египет, Сирия, Иран, Турция, Болгария (рис. 5.1).

Платиноиды относятся к минералам элементов платиновой группы (ЭПГ) и представлены металлами системы Os–Ir–Ru–Rh–Pt. Они обычны в россыпях золота, приуроченных к гипербазитам. В россыпи платиноиды попадали при эрозии коренных проявлений ЭПГ. Эти же минералы слагают микровключения платиноидов в древних золотых изделиях, чем и вызван интерес к ним с позиции геоархеологии.

Судя по округлой морфологии и широким вариациям состава большинства включений платиноидов, они были добыты в россыпях. Немногочисленные случаи, когда включения представлены пластинками, объясняются высокой хрупкостью минералов ЭПГ. Большинство из них имеют спайность и интенсивно измельчаются в водных потоках. Россыпное золото, содержащее платиноиды, использовалось древними ювелирами. В россыпях установлены также сульфиды и арсениды рутения, осмия, иридия, родия. В составе микровключений в изделиях они неизвестны, так как разлагались в процессе плавки золота. Не известны и микровключения платины, по-видимому вследствие ее высокой растворимости в золотом расплаве. По данным А. Е. Вол, И. К. Каган [1976] при температуре 1070°С расплав золота может содержать до 10 ат. % Pt. Растворимость Os и Ru значительно ниже: 2.86 и 2.78 ат. % соответственно.

Сравнительная характеристика химического состава выявленных платиноидов дана в заключительной части этой главы. Состав и номенклатура микровключений определялись по соотношению Os, Ru, Ir в кристаллохимических формулах (Harris, Cabri, 1991) с помощью соответствующих тройных диа-

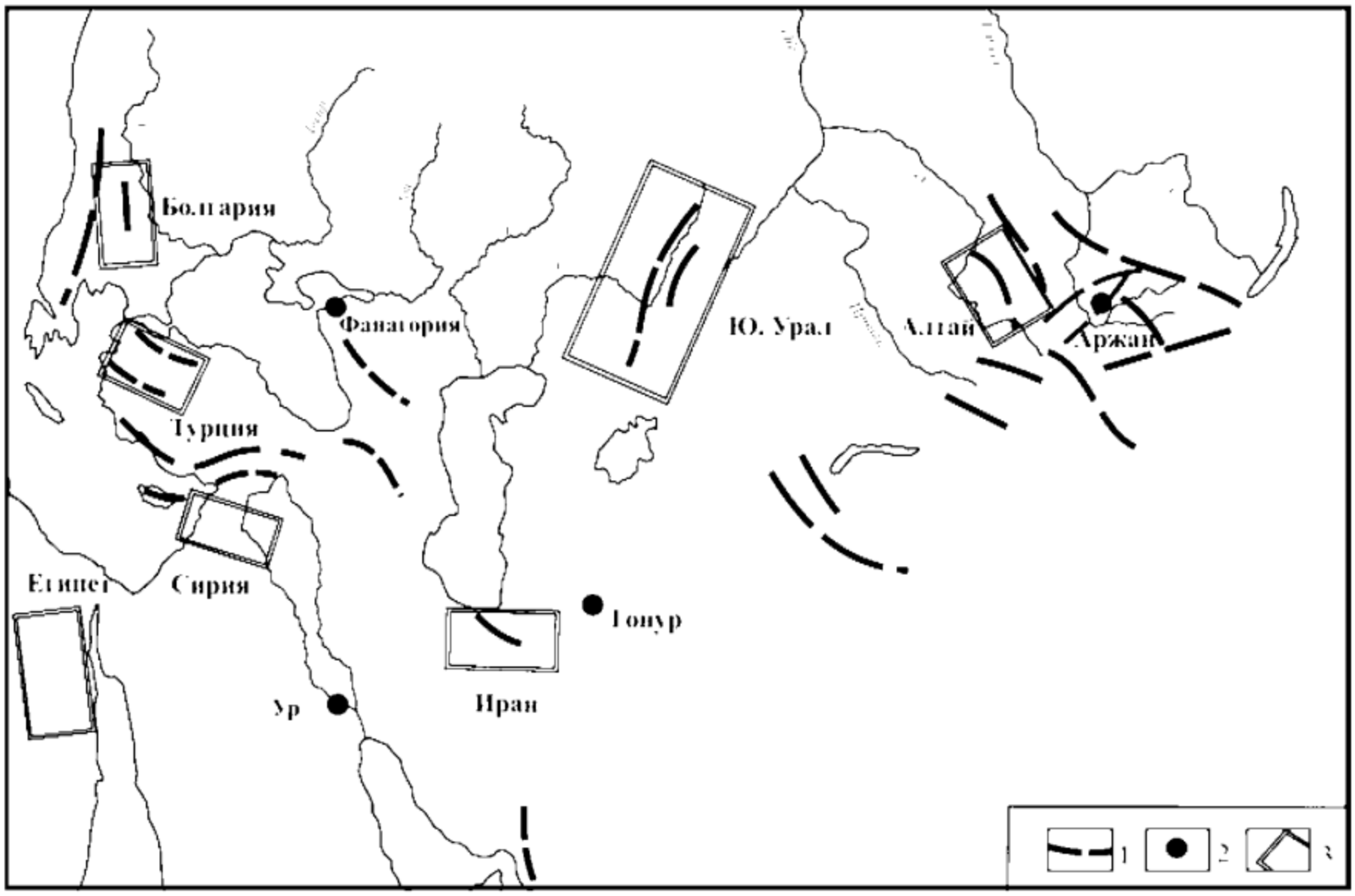


Рис. 5.1. Схема размещения археологических памятников Евразии с изделиями, содержащими микровключения платиноидов:
1 — гипербазитовые пояса, контролирующие размещение россыпей золота с платиноидами; *2* — одиночные археологические памятники с микровключениями платиноидов в золотых изделиях; *3* — участки распространения археологических памятников с золотыми изделиями, содержащими микровключения платиноидов

грамм. Наименование минерала производилось по превалирующему элементу в кристаллохимической формуле, указание разности — по подчиненным элементам и примесям. Приведем примеры: «осмий рутениево-иридиевый с примесью платины» ($Os_{0,42}\,Ir_{0,37}\,Ru_{0,17}\,Pt_{0,04}$), «рутений осмиево-иридиевый» ($Ru_{0.38}\,Ir_{0.31}\,Os_{0,27}$). Такой подход реализован в работе [Кобяшев, Никандров, 2007].

5.1. Коренные и россыпные проявления платиноидов

Платиноиды в гипербазитовых массивах Алтае-Саянского региона

В западной части Алтае-Саянского региона коренные проявления платиноидов установлены в гипербазитах Салаирского и Кузнецко-Алатауского разломов [Гусев, Кукоева, 2011]. Аналогичная минерализация выявлена в гипербазитах Тувы, описанная в работе [Агафонов и др., 2005]. Позиция проявлений показана на рис. 5.2. Все эти проявления, охарактеризованные по указанным выше работам, пока имеют только минералогический интерес, но указывают на источники элементов платиновой группы (ЭПГ) в россыпях.

Тогул-Сунгайский массив (Т-С). Одноименное проявление приурочено к небольшим линзам хромититов и родингитов в одноименном гипербазитовом массиве. В протолочке из родингитов установлены зерна изоферроплатины размером 0,05–0,1 мм, содержащие родий (4,2–4,8 мас. %).

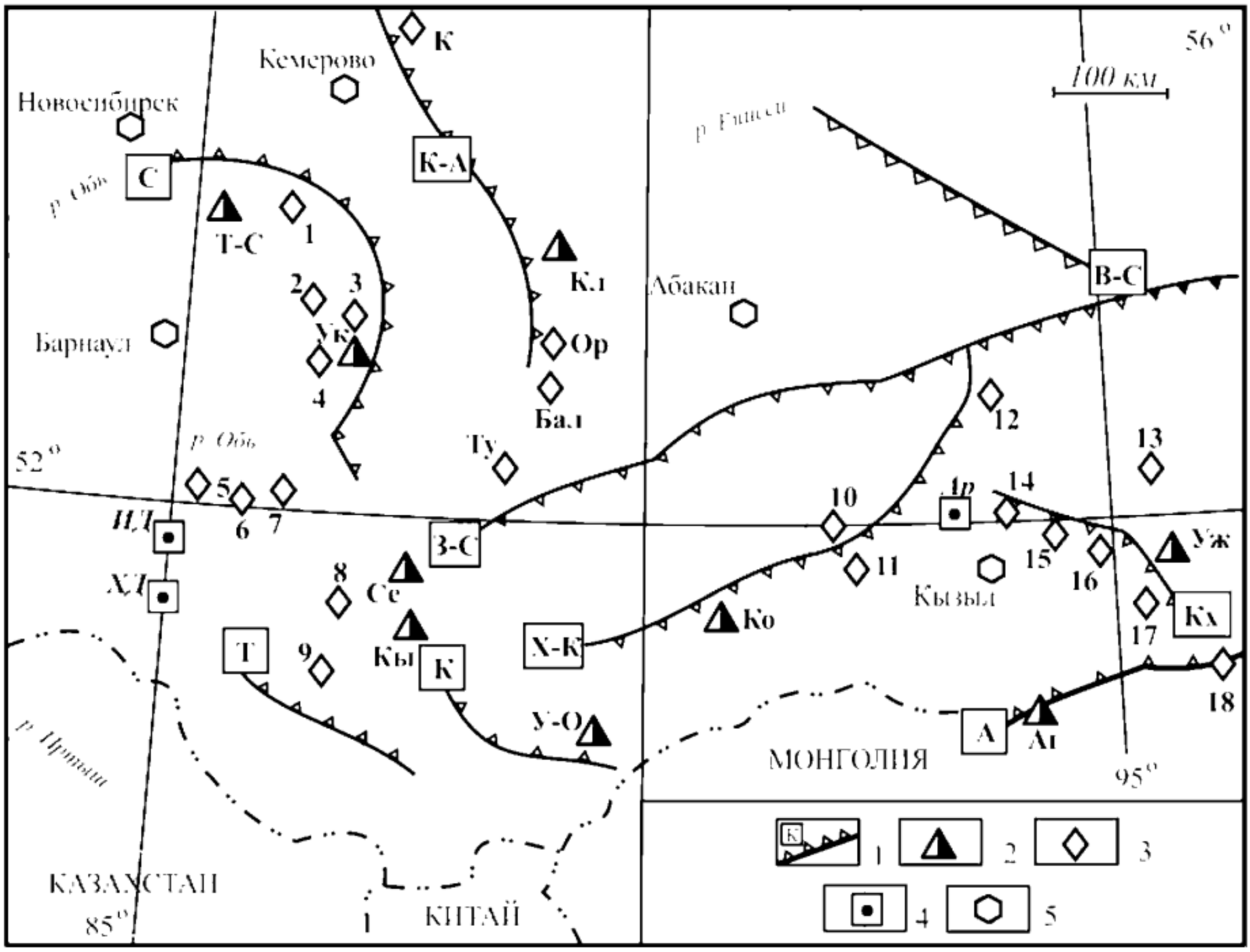


Рис. 5.2. Схема расположения коренных и россыпных проявлений платиноидов в Алтае-Саянском регионе:

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* — Каахемский; *А* — Агардагский): *2* — коренные проявления платиноидов в хромитовых рудах гипербазитовых массивов (*Т-С* — Тогул-Сунгайское, *Ук* — Уксунайское, *Се* — Сеглебирское, *Кы* — Кыркылинское, *У-О* — Узун-Оюкское, *Ко* — Копсек, *Уж* — Ужеп, *Аг* — Агардаг); *3* — находки платиноидов в россыпях: *4* — курганы с изделиями, содержащие платиноиды (*ИД* — Инской Дол, *ХД* — Ханкаринский Дол, *Ар* — Аржан); *5* — города

Проявления платиноидов в россыпях: *1* — Таловское, *2* — Суенга, *3* — Иродов Лог, *4* — Большая Ионихa, *5* — Николаевка. *6* — Ерусалимское, *7* — Светлая, *8* — Аксагысканская, *9* — Каянча, *10* — Золотая, 11 — Серлиг и Сектир, *12* — Алгияк и Черная, *13* — Харал, *14* — Кара-Хем, *15* — Неожиданный, *16* — Кара-Осс, *17* — Кундус, *18* — Эми.

К — Кельбес, *Ор* — Ортон, *Бал* — Балыкса, *Ту* — Туенза

Уксунайский массив (Ук). В верховьях реки Ионихи из плотика, сложенного выветренными серпентинитами, вместе с золотом вымывались платиноиды. При исследовании установлено, что они представлены осмистым иридием и платиной.

Кыркылинский массив (Кы). Проявление платиноидов приурочено к зоне вкрапленного и прожилково-вкрапленного хромит-магнетитового оруденения с шлирами массивных хромититов. Общая площадь минерализации 35×220 м, протяженность прожилков до 1,5 м, максимальные размеры шли-

ров 0,5×5 м. Платиноиды представлены осмием рутений-иридиевым и изоферроплатиной.

Узун-Оюкский массив (У-О) приурочен к Курайскому разлому. Хромитовая минерализация располагается в интенсивно серпентинизированных гипербазитах и образует зоны протяженность до 100 м при ширине 0,5–1 м. В пределах обогащенной части развиты линзы хромитов размером 1×15 см. В аншлифах установлена вкрапленность платиноидов размером от 0,05 до 0,5 мм. По данным микрозондового анализа минерал относится к осмию рутений-иридиевому.

По данным А. И. Гусева и М. А. Кукоевой [2011], единичные зерна платиноидов установлены микрозондовым анализом в хромитовых рудах Сеглебирского, Мартыново-Шалапского и Серпентинитового проявлений. Все они являются осмием рутений-иридиевым.

Копсекский массив (Ко) на западном фланге Хемчикско-Куртушибинского разлома вмещает небольшие (первые метры) тела сплошных и вкрапленных хромитовых руд [Агафонов и др., 2005]. Платиноиды были обнаружены в средневкрапленных хромититах. По составу они соответствуют осмию иридиевому с примесью родия и платины. В хромититах обнаружены также зерна лаурита и фазы состава Ir, Ni, Sb, S. Присутствует также золото, которое разбилось на две группы: медистое (пробность 517–580 ‰) и серебристое (пробность 766–896 ‰). В шлиховых пробах из элювиальных отложений выявлено зерно осмия размером около 1 мм.

Ужепский массив (Уж) в зоне Каахемского разлома [Ойдуп и др., 2012] представлен серпентинизированными гарцбургитами с телами талькитов, лиственитов, родингитов. В линзах хромититов обнаружены зерна осмия рутений-иридиевого.

Агардагский массив (Аг) в одноименном разломе Южной Тувы [Агафонов и др., 2005] содержит несколько проявлений хромитов в виде линзовидных тел, залегающих среди дунитов. В них зафиксированы гексагональные зерна осмия размером менее 0,1 мм. Обычно они представлены пластинчатыми кристаллами и их обломками. На диаграмме Os–Ru–Ir точки составов минерала образуют протяженный рутениевый тренд, а один анализ попал в иридиевую область (рис. 5.3, А). Платина в их составе не характерна, ее примесь в подавляющем большинстве случаев не превышает 3 %.

Платиноиды в россыпных месторождениях золота Алтае-Саянского региона

В западной части региона группа золотых россыпей, включающих платиноиды, установлена в россыпных зонах, тяготеющих к Салаирскому разлому и области сочленения Теректигского и Западно-Саянского разломов. Основной информацией послужила монография А. И. Гусева [2011а], а также работы [Кривенко и др., 1994; Толстых и др., 1997; 1999].

1. Россыпь реки Суенга расположена в северной части Салаирской зоны. 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. 5.4).

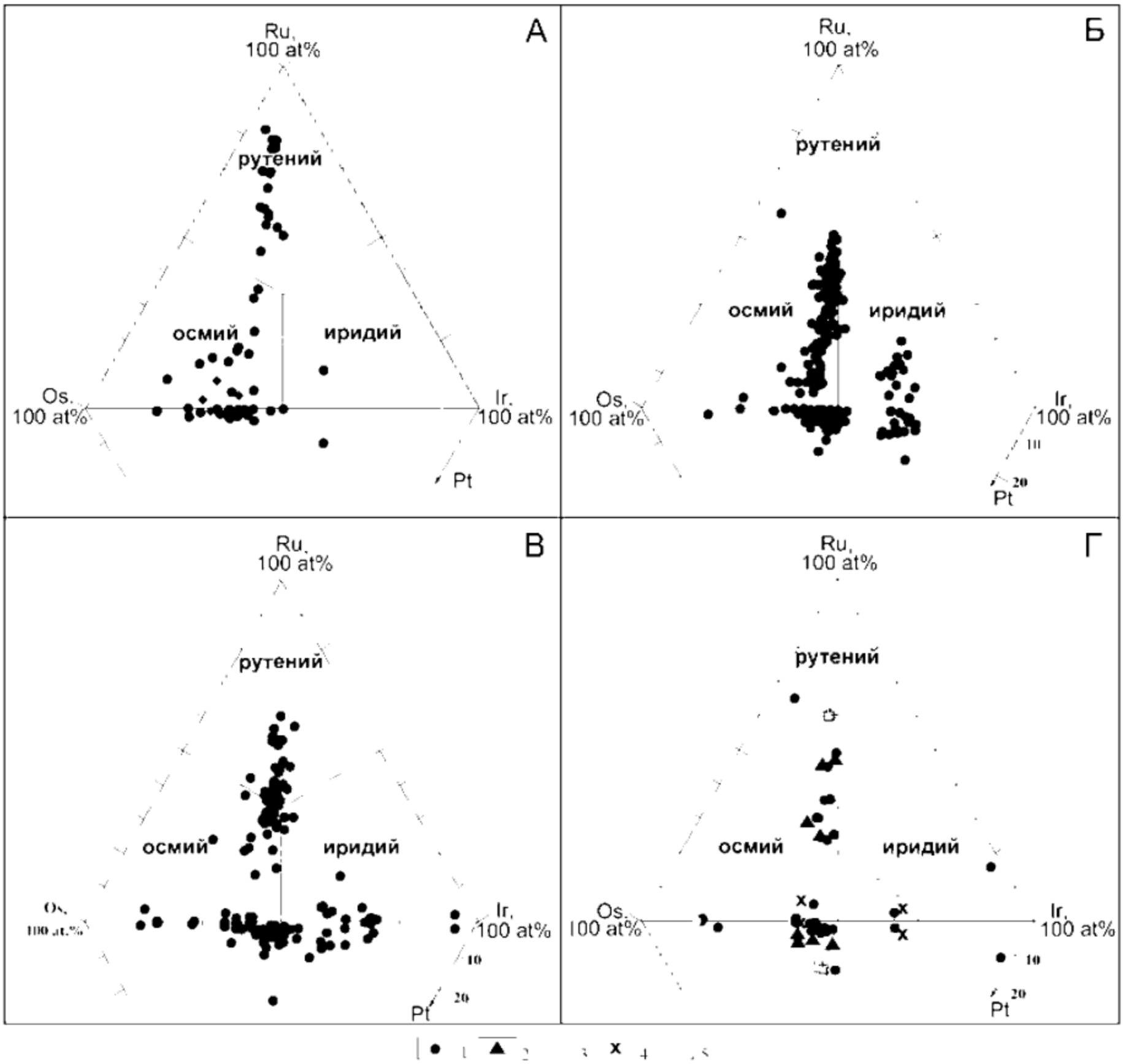


Рис. 5.3. Фигуративные точки составов минералов ЭПГ из коренных проявлений и россыпей восточной части Алтае-Саянского региона (по: [Агафонов и др., 2005] с изменениями):
А — Агардагский массив (32 анализа), *Б* — ручей Неожиданный (199 анализов), *В* — р. Золотая (82 анализа), *Г* — р. Алгияк (5 анализов). р. Черная (14 анализов), р. Сектир, (12 анализов), р. Харал (2 анализа), р. Эми (5 анализов)
Фигуративные точки: *1* — Агардагского массива. россыпей ручья Неожиданного, р. Золотой, р. Черной; *2* — р. Алгияк; *3* — р. Сектир; 4 — р. Харал; 5 — р. Эми

2. Таловская россыпь. Золотоносными являются отложения первой и третьей 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 срастании с кварцем. Встречались самородки весом до 600 г. Содержание золота составляло от 2 до 7 г/м^3 в «песках». По данным [Агафонов и др., 2005], в шлихах было зафиксировано 2 зерна минералов ЭПГ — осмий рутений-иридиевый и лаурит. Пробность золота — 940 ‰.

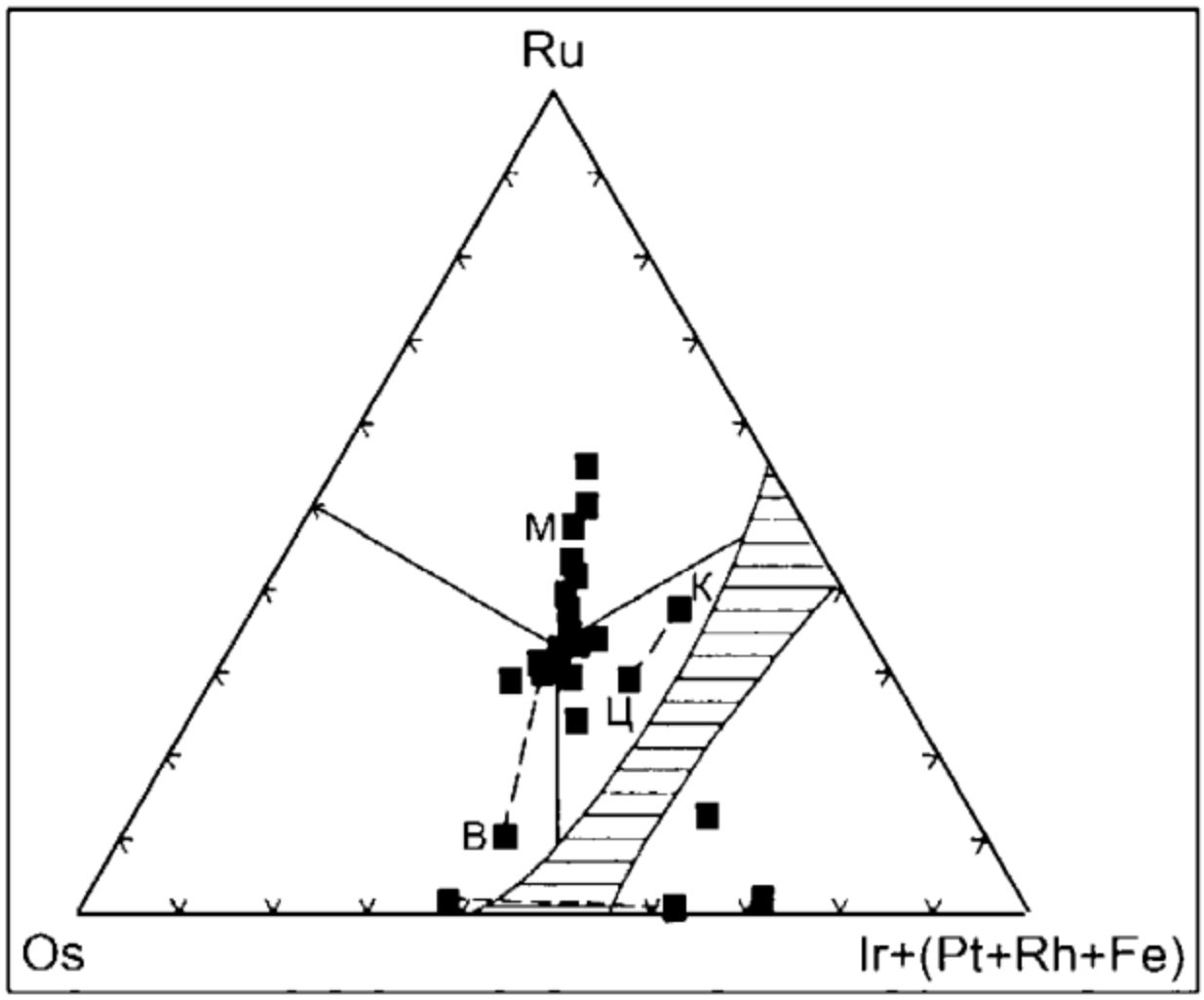


Рис. 5.4. Состав Os-Ir-Ru твердых растворов в системе Os–Ru–Ir + (Pt + Rh + Fe), россыпь р. Суенга, Салаир

Заштриховано поле несмесимости 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]

3. Россыпь ручья Иродов Лог приурочена к отложениям высокой поймы, имеет длину 2 км, ширину 10–15 м. Золото крупное, слабоокатанное, пористое, иногда ветвистое, часто отмечались самородки весом от 400 г до 1,8 кг. В плотике отмечены серпентиниты, при отработке россыпи встречались платина и иридий осмиевый.

4. Россыпь реки Большая Иониха имела длину около 4 км при ширине 25–50 м. Распределение золота в пласте равномерное, из примесей в небольших количествах установлена платина и иридий осмиевый. В пределах серпентинитового плотика количество минералов платиновой группы достигало 20 % от количества золота.

5. Россыпь реки Николаевка имеет общую длину 2 км при ширине около 20 м. Золото окатанное, полуокатанное и слабоокатанное. Наряду с золотом встречается иридий осмиевый (на 1 кг золота 1–2 г иридий осмиевый). Средняя пробность золота — 933 ‰.

6. Россыпь ключа Ерусалимского (правого притока реки 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^3. Золото россыпи повышенной крупности, пробность 960 ‰, окатанность низкая, содержит примесь платиноидов.

7. Россыпь реки Светлой аллювиальная долинная, имеет длину 4,6 км при ширине 10–60 м. Золото крупное, встречались самородки весом до 30–64 г

в сростках с кварцем. Отмечалась примесь осмия рутениево-иридиевого. Средняя пробность золота в россыпи реки Светлой составляет 931 ‰.

8. Аксагысканская россыпь в правом притоке реки Сумульта имеет длину 2,7 км. Вместе с золотом присутствует иридий осмиевый в количестве около 1 %.

9. Россыпь реки Каянча является долинной и террасовой и содержит примесь платиноидов.

В восточной части Алтае-Саянского региона находки зерен платиноидов установлены в россыпях, связанных с Хемчикско-Куртушибинским и Каахемским гипербазитовыми поясами [Агафонов и др., 2005; Ойдуп и др., 2012; Зайков и др., 2014].

10. Россыпь реки Золотой принадлежит системе реки Ус, вмещавшей многочисленные россыпные месторождения [Толстых и др., 1997; Tolstykh et al., 2002; Агафонов и др., 2005]. Источником золота и платины являются гипербазиты и золото-кварцевые жилы северного склона Куртушибинского хребта. В россыпи обнаружено около 50 зерен осмия размером до 2,5 мм. По данным рентгеноспектрального анализа зерна принадлежат твердым растворам Os–Ru–Ir с четким иридиевым трендом (см. рис. 5.3, В). Два зерна соответствуют по составу самородному осмию. Отмечаются также зональные зерна, в которых центр зерен обогащен осмием, а периферия обеднена этим элементом (44,6 и 35,8 % соответственно). Некоторые зерна осмия содержат включения изоферроплатины и сульфидов, арсенидов ЭПГ. Включения имеют гексагональную форму и толщину 3–5 мкм.

11. Россыпи ручьев Серлиг и Сектир располагаются на южном склоне Куртушибинского хребта. В первом встречена изоферроплатина, содержащая примесь Ir, Os, Rh, Pd, Cu и твердые растворы Os–Ru–Ir [Высоцкий, 1933]. В Сектирской россыпи платиноиды более разнообразны (см. рис. 5.3, Г). Наряду с изоферроплатиной встречен сросток зерен кубического и гексагонального габитусов, при этом первый обогащен платиной и родием, а второй — рутением [Агафонов и др., 2005].

12. Россыпи по рекам Алгияк и Черная питаются продуктами размыва гипербазитов и кварцевых жил западного фланга Куртушибинского хребта. Из россыпи реки Черной Л. В. Агафонов с коллегами [2005] проанализировал 13 зерен ЭПГ (см. рис. 5.3, Г). Большинство из них представлено твердыми растворами Os–Ir–Ru, редкие — изоферроплатиной. Наиболее крупные зерна размером 2,5×5 мм относятся к иридию. Золото в срастании с платиноидами имеет высокую пробность — 970 ‰. В россыпи реки Алгияк установлены зерна твердых растворов Os–Ir–Ru с микровключениями изоферроплатины.

К Каахемскому гипербазитовому поясу и его оперяющим приурочены россыпи ручьев Неожиданный, Кара-Осс, Кундус и реки Харал.

13. Россыпи реки Харал питаются, в основном, продуктами размыва метаморфических комплексов верхнего протерозоя с отдельными телами гипербазитов Каахемского пояса. Пока установлено лишь одно зерно, которое представлено сростком кубического и гексагонального твердых растворов осмия и иридия.

14. Россыпь ручья Неожиданного располагается на западном окончании группы массивов гипербазитов Каахемского пояса, испытавших лиственитизацию и оталькование [Агафонов и др., 1999; 2005]. Зерна платиноидов имеют размер до 4 мм и разнообразный состав. Большинство зерен представлены гексагональными твердыми растворами системы Os–Ir–Ru (см. рис. 5.3, Б). Кроме этого присутствуют микровключения изоферроплатины, сульфидов и арсенидов Ir, Ru, Os, Rh, Pt. Сульфиды образуют каемки, тонкие прожилки, включения в осмии и рутении, что свидетельствует об их наложенном характере. Пробность золота в россыпи колеблется от 845 до 911 ‰.

15. В россыпи ручья Кара-Осс зерна ЭПГ слабо окатаны, отшлифованные индивиды характерны для таблитчатых разновидностей [Агафонов и др., 2005]. Большинство выявленных зерен имеют размеры менее 2 мм. Сульфиды осмия, рутения, иридия отмечаются по трещинам.

16. Платиноиды россыпи ручья Кундус охарактеризованы на основании исследования черных шлихов, отобранных Н. Ю. Петровым из скважин, которые были пройдены при разведке россыпи [Ойдуп и др., 2012; Зайков и др., 2014]. Состав золота, ассоциирующего с осмием и платиноидами (мас. %): Au 86–91; Ag 8–14; Cu 0,1. Такой же состав имеет золото в россыпи ручья Неожиданного в западной части Каахемской офиолитовой зоны — проба 845–911 ‰.

Большинство зерен представлено пластинчатыми индивидами с четко выраженной спайностью. Размер зерен от 0,3 до 3 мм. Половина проб относится к рутению иридиево-осмиевому, остальные — к осмию иридиево-рутениевому (табл. 5.1). В зернах отмечены микровключения изоферроплатины, железистой и медистой платины, арсенидов и теллуридов платины, селенидов рутения, арсенида палладия-родия (палладодимит), сульфида рутения (лаурит) и осмия (эрликманит).

17. Россыпь реки Эми приурочена к восточному флангу Агардагского гипербазитового пояса. В россыпи обнаружено одно зерно рутения иридий-осмиевого с каемками и включениями сульфидов осмия, иридия и рутения.

Платиноиды в гипербазитовых массивах Южного Урала

В коренных месторождениях хромитов и золота на Южном Урале установлены локальные проявления платиноидной минерализации (рис. 5.5), которые относятся к кемпирсайскому, кракинскому, шандашинскому и нуралинскому типам. Их обзор дан в монографии [Золоев и др., 2001]. Общая информация по минеральным парагенезисам дана в табл. 5.2.

Карабашский массив (Кр). Присутствие осмия установлено в хромитовых рудах [Савельев и др., 2010] северо-восточнее вершины с отметкой 587 м. Оруденение было вскрыто небольшим карьером, остатки хромитовых руд массивной и густовкрапленной текстуры сохранились лишь в отвалах. Вмещающими породами для хромититов служат массивные серпентиниты.

При оптическом исследовании полировки КШ-507-3 (коллекция Д. Е. Савельева) был выявлен кристалл осмия размером 6×8 мкм. Состав вмещающего хромита (мас. %): Cr_2O_3 60–61; MgO 11–12; Al_2O_3 12–13; FeO 14–15. Кристалл платиноида относится к осмию иридиевому, образованному гексагональной призмой в комбинации с пинакоидом. Состав

Таблица 5.1

Результаты анализа зерен платиноидов из россыпи р. Кундус (Тува)

№ п/п	№ препарата	№ зерна	№ анализа	Содержания, мас.%							Кристаллохимические формулы минералов
				Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Fe	Сумма	
1	Kn1-1	Kn1-1-1-1-4	14219d	41,18	32,39	22,29	1,38	1,94	—	99,18	$Ru_{0,35}Os_{0,34}Ir_{0,27}Rh_{0,02}Pt_{0,02}$
2		Kn1-1-2	14219e	41,44	23,99	29,73	1.33	2,59	—	99.08	$Ru_{0,44}Os_{0,33}Ir_{0,19}Pt_{0,02}Rh_{0,02}$
3		Kn1-1-3	14219f	37,90	30,99	26,15	0.92	4,17	0,46	100,59	$Ru_{0,39}Os_{0,30}Ir_{0,25}Pt_{0,03}Rh_{0,02}Fe_{0,01}$
4		Kn1-1-4-3	14219j	37,72	32,37	26,87	0,44	1,40	0,36	99,16	$Ru_{0,41}Os_{0,30}Ir_{0,26}Pt_{0,01}Fe_{0,0}Rh_{0,01}$
5		Kn1-1-5-2	14219l	34,46	28.72	32,38	2,38	1,59	—	99,53	$Ru_{0,47}Os_{0,27}Ir_{0,22}Rh_{0,03}Pt_{0,01}$
6	Kn1-2	Kn1-2-1	14222a	45,61	35,18	17,35	0,79	1,06	0,25	100,24	$Os_{0,39}Ir_{0,30}Ru_{0,28}Rh_{0,01}Pt_{0,01}Fe_{0,01}$
7		Kn1-2-2	14222b	40,66	31,31	24,05	1.03	2,96	—	100,01	$Ru_{0,37}Os_{0,33}Ir_{0,26}Pt_{0,02}Rh_{0,02}$
8		Kn1-2-3	14222c	48,27	31,74	16,00	2,24	0,99	0,25	99,49	$Os_{0,42}Ir_{0,27}Ru_{0,26}Rh_{0,04}Pt_{0,01}Fe_{0,01}$
9		Kn1-2-4-2	14222e	42,21	36.79	18,66	1.02	0,64	—	99,32	$Os_{0,36}Ir_{0,31}Ru_{0,30}Rh_{0,02}Pt_{0,01}$
10		Kn1-2-5	14222f	36,49	32.39	25,47	1.65	4,00	—	100,00	$Ru_{0,39}Os_{0,30}Ir_{0,26}Pt_{0,03}Rh_{0,02}$
11	Kn1-3	Kn1-3-1-2	14224b	41,17	25,33	29,62	0,53	2,83	0,20	99,68	$Ru_{0,44}Os_{0,33}Ir_{0,20}Pt_{0,02}Rh_{0,01}$
12		Kn1-3-2-2	14224d	39,05	31,37	27,38	1.66	—	0,34	99,80	$Ru_{0,41}Os_{0,31}Ir_{0,25}Rh_{0,02}Fe_{0,01}$
13		Kn1-3-3-1	14224e	41,19	33,50	22,3	0,41	1,86	0,33	99,59	$Ru_{0,35}Os_{0,34}Ir_{0,28}Pt_{0,02}Fe_{0,}$
14		Kn1-3-4	14224h	48,83	25.12	21,93	1,49	2,02	—	99,39	$Os_{0,41}Ru_{0,34}Ir_{0,21}Rh_{0,02}Pt_{0,02}$
15		Kn1-3-5-5	14224n	33,20	29,97	32,04	1,39	3,40	0,29	100,29	$Ru_{0,46}Os_{0,25}Ir_{0,23}Pt_{0,03}Rh_{0,02}Fe_{0,01}$
16	Kn1-4	Kn1-4-1	14223a	38,49	30,20	27,26	1,73	1,79	0,25	99,72	$Ru_{0,41}Os_{0,31}Ir_{0,24}Rh_{0,02}Pt_{0,01}Fe_{0,01}$
17		Kn1-4-2	14223b	45,31	33,18	19,55	0.20	2,44	—	100,68	$Os_{0,39}Ru_{0,31}Ir_{0,28}Pt_{0,02}$
18		Kn1-4-3-2	14223d	41,57	36,16	20,83	0,61	—	—	99,17	$Os_{0,35}Ru_{0,34}Ir_{0,30}Rh_{0,01}$
19		Kn1-4-3-3	14223e	53,35	42.98	3,55	—	—	—	99,88	$Os_{0,52}Ir_{0,41}Ru_{0,07}$
20		Kn1-4-4-3	14223h	33,43	37,90	24,76	1,09	2,08	0,23	99,49	$Ru_{0,38}Ir_{0,31}Os_{0,27}Pt_{0,02}Rh_{0,02}$
21		Kn1-4-5-2	14223m	32,23	31,19	31,88	1,30	2,64	0,22	99,46	$Ru_{0,46}Os_{0,25}Ir_{0,24}Pt_{0,02}Rh_{0,02}Fe_{0,01}$
22	Kn2	Kn2-1	14220a	39,90	31,92	24,17	0,9	2,31	0,25	99,45	$Ru_{0,37}Os_{0,33}Ir_{0,26}Pt_{0,02}Rh_{0,01}Fe_{0,01}$
23		Kn2-2	14220b	32,02	27,77	38,35	1,03	—	—	99,17	$Ru_{0,54}Os_{0,24}Ir_{0,21}Rh_{0,01}$

Окончание табл. 5.1

№ п/п	№ препарата	№ зерна	№ анализа	Содержания, мас.%							Кристаллохимические формулы минералов
				Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Fe	Сумма	
24		Kn2-3	14220c	36,04	31,41	29,26	1.80	1,21	0,15	99,87	$Ru_{0,43}Os_{0,28}Ir_{0,25}Rh_{0,03}Pt_{0,01}$
25		Kn2-4	14220d	40,45	32,15	22,57	1,36	2,39	0,37	99,29	$Ru_{0,35}Os_{0,34}Ir_{0,26}Rh_{0,02}Pt_{0,02}Fe_{0,01}$
26		Kn2-5	14220e	47,19	32,54	17,35	0,68	1,73	—	99,49	$Os_{0,41}Ru_{0,28}Ir_{0,28}Pt_{0,02}Rh_{0,01}$
27		Kn2-6	14220f	41,71	30,85	26,14	0,44	—	0,21	99,35	$Ru_{0,40}Os_{0,34}Ir_{0,25}Rh_{0,01}$
28	Kn3	Kn3-1	14221a	37,57	40,06	21,65	0,45	—	0,26	99,99	$Ru_{0,34}Ir_{0,33}Os_{0,31}Fe_{0,01}Rh_{0,01}$
29		Kn3-2	14221c	44,12	36,89	16,58	1,01	0,80	0,49	99,89	$Os_{0,38}Ir_{0,31}Ru_{0,27}Rh_{0,02}Fe_{0,01}Pt_{0,01}$
30		Kn3-3	14221d	40,62	33,66	22,34	0,84	2,19	0,18	99,83	$Ru_{0,35}Os_{0,34}Ir_{0,28}Pt_{0,02}Rh_{0,01}$
31		Kn3-4	14221e	37,45	32.96	25,46	0,85	2,52	0,26	99,50	$Ru_{0,39}Os_{0,30}Ir_{0,27}Pt_{0,02}Rh_{0,01}Fe_{0,01}$
32		Kn3-5	14221f	39,38	33,84	24,16	0,55	2,02	0,25	100,20	$Ru_{0,37}Os_{0,32}Ir_{0,27}Pt_{0,02}Rh_{0,01}Fe_{0,01}$
33	Kn4	Kn4-1	14225a	39,23	34,18	23,31	0.95	1,51	0,39	99.57	$Ru_{0,36}Os_{0,32}Ir_{0,28}Rh_{0,02}Pt_{0,01}Fe_{0,01}$
34		Kn4-2-3	14225e	41,72	32,83	22,08	0,86	1,86	0,28	99,63	$Os_{0,35}Ru_{0,35}Ir_{0,27}Pt_{0,01}Rh_{0,01}Fe_{0,01}$
35		Kn4-3	14225f	45,63	38,40	14,28	0,48	0,89	—	99,68	$Os_{0,40}Ir_{0,34}Ru_{0,24}Rh_{0,01}Pt_{0,01}$
36		Kn4-4	14225g	35,98	31,06	32,29	0,91	—	0,19	100,43	$Ru_{0,47}Os_{0,28}Ir_{0,24}Rh_{0,01}$
37		Kn4-5-3	14225j	58,50	33,12	7,50	—	—	—	99,12	$Os_{0,56}Ir_{0,31}Ru_{0,13}$
38		Kn4-5-4	14225k	42,99	33,60	19,91	1,06	1,27	0,26	99,09	$Os_{0,36}Ru_{0,32}Ir_{0,28}Rh_{0,02}Pt_{0,01}Fe_{0,01}$
39	Kn-5	Kn-5-1	14226a	41,33	34,21	22,35	0,77	0,74	0,34	99,74	$Ru_{0,35}Os_{0,34}Ir_{0,28}Rh_{0,01}Fe_{0,01}Pt_{0,01}$
40		Kn-5-2	14226b	42,90	32.06	23,22	1,05	—	—	99,23	$Ru_{0,36}Os_{0,36}Ir_{0,26}Rh_{0,02}$
41	Kn6	Kn6-1-3	14227e	39,13	33,33	22,94	1,11	3,07	0,31	99,89	$Ru_{0,36}Os_{0,32}Ir_{0,27}Pt_{0,02}Rh_{0,02}Fe_{0,01}$
42		Kn6-3-1	14227g	49,40	38,29	11,81	0,50	—	—	100,00	$Os_{0,45}Ir_{0,34}Ru_{0,20}Rh_{0,01}$
43		Kn6-3-2	14227i	37,59	30,72	27,15	1,10	2,88	—	99,44	$Ru_{0,41}Os_{0,30}Ir_{0,25}Pt_{0,02}Rh_{0,02}$
44		Kn6-4-2	14227n	38,81	29,45	29,16	0,83	0,88	—	99,13	$Ru_{0,44}Os_{0,31}Ir_{0,23}Rh_{0,01}Pt_{0,01}$
45		Kn6-6-2	14227t	45,63	33,10	19,53		1,33	—	99.59	$Os_{0,39}Ru_{0,32}Ir_{0,28}Pt_{0,01}$

Примечание: анализ выполнен на приборе TescanVega 3 sbu (аналитик И. А. Блинов).

Рис. 5.5. Схема расположения проявлений и микровключений платиноидов в древних золотых изделиях на Южном Урале. 1) археологические памятники бронзового века с включениями платиноидов в золотых изделиях; 2) то же раннего железного века; 3) проявления платиноидов в коренных породах (Кр — Карабаш, Нр — Нурали, Кл — Калкан, СК — Средний Крака, Ва — Варшавский, Км — Кимперсай); 4) археологические памятники раннего средневековья с включениями платиноидов в золотых изделиях: 5) россыпные зоны и россыпи с примесью платиноидов (Ми – Миасская, Мн – Миндякская, Бр – Байрамгуловская, Кч — Кочкарская, В-И — Восточно-Ирендыкская, Го — Гогинская, Су — Суундукская); 6) фрагменты глубинных разломов с массивами платиноносных гипербазитов (ГУР – Главный Уральский разлом, ВУР – Восточно-Уральский разлом); 7) города

(мас. %): Os 54–55; Ir 41–42; Ru 3–4. Лаурит представлен зернами овальной морфологии размером 5–8 мкм состава (мас. %): Ru 42–44; Ir 1–3, Ni 8–12; As 17–18; Sb 1–3; S 23–26.

К Карабашскому массиву с юга примыкает Киалимская золото-платиновая россыпь [Зайков и др., 2010в], для которой массив мог служить источником питания. Позиция Карабашского осмия относительно известных находок осмия в россыпях показана на треугольной диаграмме (см. рис. 5.7), при этом фигуративная точка попадает в поле платиноидов Киалимской россыпи.

Таблица 5.2

Парагенезисы минералов ЭПГ в хромит-платинометальных рудах альпинотипных комплексов Южного Урала

[Золоев и др., 2001]

Типы минерализации	Кракинский Иридиево-осмиево-рутенивый	Кемпирсайский Рутениево-иридиево-осмиевый	Нуралинский Платино-иридиево-осмиевый	Шандашинский Платино-палладиевый (с серебром и золотом)
Главные минералы ЭПГ	(Ru,Os,Fe) (Ru.Os.Rh)S_2 (Ir.Rh.Pt,Ru)AsS (Ru,Os,Ir,Ni,Cu) (Pt.Fe,Ni,Cu) (Pt,Fe)	(Ru,Os,Ph)$(S.As)_2$ (Os,Ru,Ir)$(S,As)_2$ (Os.Ir.Ru) (Ir,Os,Ru)	(Ru,Os,Ir)S_2 (Os,Ru,Ir,Fe,Ni) (Os,Ir) (Ir,Os)	Pt_3Fe (Pt,Fe,Ru.Ni) (Pt,Fe,Rh,Ir) $(As,S)_2$ $(Pd,Ni,Cu)_5$ $(Sb,S)_2(Fe,Pt)$
Второстепенные и редкие минералы ЭПГ	(Ir,Fe) (Pt,Pd,Fe)Pt As_2(Pt,Ir) $(Fe,Ni,Cu)S_2$	(Os,Ru,Ir)AsS (Ru,Os,Ir)AsS (Ir,Os,Ru)AsS (Ir.Rh,Cu,Ni)S (Rh,Ir,Ru)AsS	IrAsS Pt_3Fe (Ir,Fe) (Rh.Fe) $PtAs_2$ RhAsS	(Pt,Pd)S (Os.Ru,Fe) Ag(Fe,Pd) Fe,Ni(Pt,Pd,Ru) Cu,Ni(Pt,Pd,Ru)

Нуралинский массив (Нр) вмещает Приозерное хромитопроявление, в котором выявлена разнообразная платиноидная минерализация [Золоев и др., 2001]. Содержание элементов платиновой группы в густовкрапленных рудах (в г/т): осмий — 7,0, рутений — 1,3, иридий — 1,0 (табл. 5.3). Собственные минералы платиноидов относятся к ряду лаурит-эрликманит, а также представлены многокомпонентными твердыми растворами Os–Ir–Ru. Размеры выделений варьируют от 5 до 120 мкм, среднее значение 25 мкм. Более поздние работы Дж. Гриеко с соавторами [Grieco et al., 2001] привели к выявлению на контакте дунит-верлит-пироксенитового комплекса с молодыми габбро зоны хромитоносного и платиноносного полосчатого комплексов. Выделены и опробованы три слойка хромититов мощностью от 5–10 см до 3 м. Главными минералами платиновых металлов являются лаурит-эрликманит, осмиево-рутениево-железные сплавы и пентландит рутенийсодержащий. Наряду с гомогенными зернами минералов, встречены идиоморфные кристаллы со сложной зональностью, обусловленной широкими замещениями между осмием и иридием. В хромитовых рудах области Милиа (офиолиты, Греция) изучение подобных выделений лаурита показало, что хромитовые руды кристаллизовались из ультраосновного расплава [Kapsiotis et al., 2009].

Таблица 5.3

Результаты рентгеносруктурного анализа минералов в хромитовых рудах рудопроявления «Приозерное» [Золоев и др, 2001]

№ п/п	Os	Ru	Ir	Rh	Pt	Fe	Ni	S	As	Сумма
1	15,7	37,8	6,1	4,9	н/о	1,9	1,0	34,5	н/о	101,9
2	28,0	30,1	6,4	3,3	0,3	0,9	0,6	32,5	0,5	102,6
3	30,2	30,0	7,1	3,5	0,6	2,0	0,9	26,6	0,6	101,5
4	30,4	32,6	4,3	3,6	0,3	2,0	0,7	28,6	0,4	102,9
5	31,4	28,4	7,3	2,8	0,4	0,6	0,4	30,1	0,8	101,8
6	32,9	25,0	6,9	2,7	0,3	1,7	0,3	28,0	1,0	98,8
7	37,7	27,0	6,6	2,8	0,4	1,0	0,5	25,6	0,3	101,5
8	48,5	18,0	4,9	1,9	0,4	0,8	0,9	25,1	1,2	101,7
9	24,6	32,0	7,0	3,3	0,5	6,3	11,6	14,9	0,7	100,9
10	33,0	29,9	6,8	4,7	1,1	11,3	1,5	12,5	0,9	101,7
11	38,9	37,7	10,0	4,1	0,7	5,5	0,8	н/о	н/о	97,7
12	41,0	34,4	9,0	3,6	0,4	6,1	0,6	н/о	н/о	94,6
13	39,4	32,5	5,4	3,1	н/о	4,5	4,9	н/о	н/о	89,9
14	39,7	28,2	8,9	3,1	0,9	7,6	5,7	н/о	н/о	94,1

Примечание: 1 — лаурит; 2–4 — лаурит осмиевый; 5–8 — эрлихманит рутениевый; 9, 10 — метасульфиды Ru, Os, Ir; 11–14 — многокомпонентные твердые растворы системы Ru-Os-Ir-Fe-Ni.

В образцах 147, 161, 170, отобранных Д. Е. Савельевым из хромитовых проявлений северной части Нуралинского массива (Мокрая Яма и др.), выявлены включения, относящихся к осмию и сульфидам платиноидов.

Ургунский массив (Ур). В юго-западной части массива выделяется Калканский блок, представленный чередованием аподунитовых и апогарцбургитовых серпентинитов. Они сменяются на севере гарцбургитами горы Калкан. Дуниты этого блока вмещают наиболее крупные месторождения хромитов Учалинского района [Ковалев. Салихов, 2000].

Калкановское-1 расположено в 0,5 км восточнее д. Калканово. В апоперидотитовых серпентинитах на протяжении 60 м вскрыто линзообразное тело хромититов субмеридионального простирания. Мощность на глубине 18 м составляет 4–6 м, уменьшаясь к поверхности до 0.8 м. Сложено рудное тело вкрапленными рудами с участками до 1,5 м сплошных.

Калкановское-2 («Старые выработки») приурочено к полосе апоперидотитовых серпентинитов, контактирующих с известняками. Рудные выходы территориально размещаются на трех участках, отстоящих друг от друга на расстоянии 150–180 м в субмеридиональном направлении. Всего на месторождении насчитывается 9 линз со средней длиной 15–20 м и одной линзы длиной 65 м (карьер № 2). Руды представлены, в основном, массивными разновидностями.

В рудах Калкановской группы месторождений установлены включения осмия иридиево-рутениевого [Салихов и др., 2001].

Массив Средний Крака (СК) имеет овальную в плане форму и размеры 20×10 км [Савельева, Савельев, 1991]. Он состоит из двух комплексов — ультрабазитового (реститового) и габброидного (магматического). Первый занимает около 75 % площади массива и в восточной части сложен преимущественно лерцолитами и гарцбургитами, а в юго-западной преобладают дуниты, вмещающие ряд месторождений хромовых руд вкрапленного типа (Правый Саксей, Шатран, Ключевское и др.). Габброидный комплекс примыкает к ультрабазитовому с запада, разрез начинается верлитами и клинопироксенитами, которые в восточном направлении сменяются меланократовыми гнейсовидными габбро и массивными среднезернистыми габбро и габбро-диоритами.

Минералы платиноидов выявлены на хромитовых рудопроявлениях Западно-Саксейском и Логиновском, приуроченных к клинопироксенитам и верлитам основания габбрового комплекса. Мелкозернистые хромититы повышенной железистости образуют систему маломощных (первые см) прожилков.

На Западно-Саксейском рудопроявлении хромитов установлено несколько зерен платиноидов: кристалл тетраферроплатины с элементами каркасности и вытянутые групповые обособления [Савельев и др., 2014]. Кристалл тетраферроплатины (обр. СК-186-1) характеризуется постоянным составом, практически не изменяющимся от его периферии к центру; среднее содержание (мас. %): Pt 76,73; Fe 21,25; Rh 1,17; Ni 0,49; Cu 0,36. Особенностью данного минерала является повышенная концентрация железа. В образце СК-186-1 выявлены также три зерна железистого брэггита вытянутой формы размером 6–10 мкм. В образце СК-186 выявлен овальный нодуль миллерита с точечным выделением палладийсодержащего минерала.

Оптико- и электронно-микроскопическое изучение клинопироксенитов (СК-1505/1) и хромититов (СК-1505/2) Логиновского проявления позволило выявить собственные минералы рутения, осмия и палладия. Лаурит и эрликманит образуют идиоморфные кристаллы в хромите. Плюмбопалладинит, совместно с пентландитом, пирротином, железистым никелем и магнетитом, входит в состав сложных псевдоморфоз по неизвестному минералу, который образует гипидиоморфнозернистые агрегаты с хромитом.

Варшавский массив (Ва) вмещает несколько хромитовых месторождений [Иванушкин, 2006ф]. На месторождении Владимир выявлено присутствие платиноидов в хромитовых рудах [Анкушев и др., 2013; 2015]. Хромиты залегают среди серпентинизированных дунитов, серпентинитов и тальк-карбонатных пород. Пластообразное рудное тело имеет мощность 5 м и сложено полосчатыми разностями. Падение тела пологое западное. В восточной части карьера задокументирован разрез рудной пачки мощностью 0,6 м среди аподунитовых серпентинитов. Преобладают густовкрапленные разности с полосами сплошных хромитовых руд. Хромиты деформированы, рассечены жилками серпофита и вдоль жилок затронуты магнетитовой минерализацией.

Включение лаурита выявлено в густовкрапленной хромитовой руде в основании полосчатой пачки (обр. 871-1). Состав вмещающего хромита (мас. %): Cr_2O_3 49–0; Al_2O_3 17–9; MgO 8–9; FeO 23–24; MnO 0,01–0,33;

TiO_2 0,4–0.5. Состав ассоциирующего золота (мас.%): Au 87–90; Ag 8–11; Cu 1–2 (табл. 5.4). Размер выделений лаурита 10×12 мкм, форма округлая с элементами огранки (рис. 5.6). Состав минерала (мас. %): Ru 39–42; Os 15; Ir 12–14; S 31–32. Кристаллохимическая формула соответствует промежуточному члену ряда лаурит-эрликманит.

Таблица 5.4

Результаты рентгеноспектрального анализа самородного золота из гипербазитов Южного Урала

№ п/п	№ анализа	Au	Ag	Cu	Pd	Сумма	Проба Au	Группа Au
1	17706a	87,14	10,80	2,08	—	100,02	871	III
2	17706b	88,66	9,30	2,00	—	99,96	887	III
3	17706c	87,04	10,61	2,17	—	99,82	872	III
4	17706d	89,76	8,29	1,69	—	99,73	900	II
	Среднее	88,15	9,75	1,99	—	99,88	883	III
5	1	89,55	7,61	1,06	0,85	99,07	904	II
6	2	89,22	8,06	1,12	0,54	98,94	902	II
	Среднее	89,38	7,82	1,09	0,69	99,01	903	II
7	3	89,21	7,08	3,03	—	99,32	898	III

Примечание: 1) 1–4 — месторождение Владимир (Варшавское рудное поле, обр. В-871-4), анализы выполнены на приборе РЭММА-202М (ИМин УрО РАН, аналитик В. А. Котляров); 5–6 — месторождение Хамитовское; 7 — рудопроявление Сарангаевское, анализы 5–7 — выполнены на приборе JSM-840 с приставкой «Link» [Ковалев и др., 2007]; 2) группы золота по пробности: II — 969–900, III — 899–800.

Кемпирсайский массив (Км) широко известен благодаря уникальным хромитовым месторождениям. Чрезвычайно детальные исследования платиноидов выполнены В. В. Дистлером с коллегами [2003] на основании промышленных проб, характеризующих полугодовую добычу руд общим объемом около 0,5 млн т. Авторы изучили состав редких минералов платиновой группы (МПГ) из трех основных месторождений: Алмаз-Жемчужина, 40 лет Казахской ССР, Молодежного. Полученные выводы основаны на 500 рентгеноспектральных анализах минералов. «Хромитовые месторождения обычно состоят из серии сближенных линзовидных и реже жилообразных рудных тел. Размер отдельных рудных тел варьирует по протяженности от нескольких десятков метров до 1,5 км при мощности от первых м до 150 м» [Дистлер и др., 2003, с. 46]. Среди платиноидов присутствует твердый раствор осмия, рутения и иридия, а также металлические соединения ЭПГ с цветными металлами (сульфиды, мышьяксодержащие сульфиды, арсениды и сульфоарсениды). Осмий образует кристаллы и зерна гексагональной и кубической сингоний размером до 0,5 мм. На треугольной диаграмме точки анализов

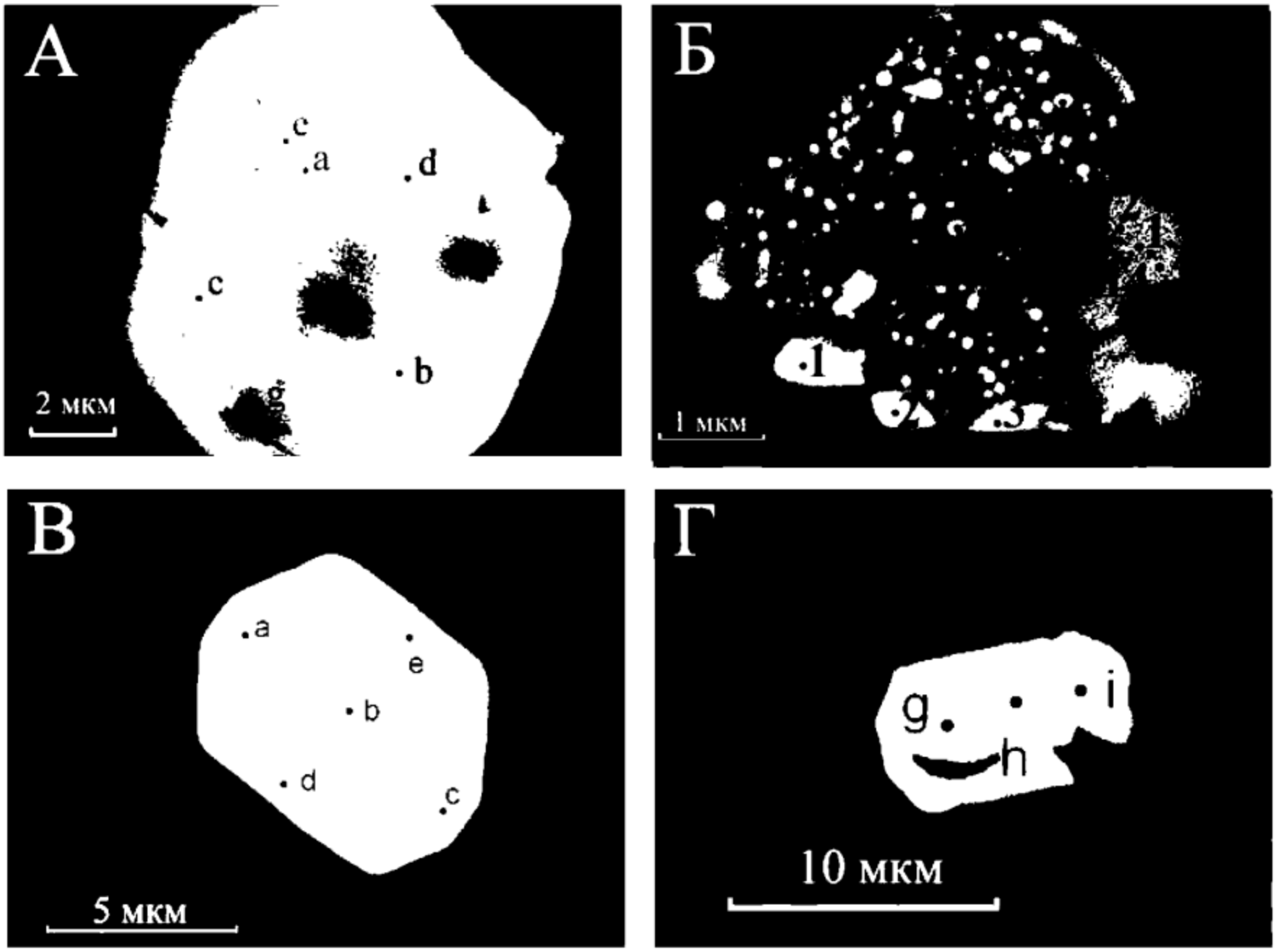


Рис. 5.6. Зерна платиноидов в хромитовых рудах Южного Урала:
А — лаурит с включением иридирсита. Варшавский массив, обр. 871-1; *Б* — осмий с точечными выделениями лаурита, Варшавский массив, обр. В2-3; *В*, *Г* — кристаллы осмия в хромитовых рудах Карабашского массива (обр. КШ-507-3)

сосредоточены в полях осмия и иридия. Таким образом, выявление платиноидов в гипербазитовых массивах Южного Урала — актуальная задача, решение которой может привести к новому пониманию природы включений платиноидов в древних золотых изделиях.

Платиноиды в россыпных месторождениях золота Южного Урала

Большинство россыпных месторождений с примесью платиноидов приурочено к зоне Главного Уральского разлома, и это не удивительно. Данная структура вмещает массивы альпинотипных гипербазитов, для которых характерны включения платиноидов. Перечень россыпей, содержащих платиноиды, дан в Приложениях 8 и 9. При описании использованы данные [Салихов и др., 2001; Иванищев 2005 ф; Казаков, Салихов, 2006].

Миасская россыпная зона (Ми) включает несколько россыпей с примесью платиноидов. К ним относятся Киалимская, Среднемиасская, Мало-Иремельская, Воронцовский лог, Уйская, Петровская, Рысаевская, Карасуль, Устиновская I россыпи. В пяти наиболее продуктивных россыпях было добыто по 2–10 тонн золота с примесью осмия (2–10 % по отношению к золоту).

Киалимская россыпь находится в левом притоке реки Миасс (см. рис. 4.4). Она примыкает к северной части Таловского гипербазитового

массива, где известны проявления хромитов [Савельев и др., 2008]. Авторы для исследования состава платиноидов использовали шлиховой материал, переданный В. В. Мурзиным [Зайков и др., 2010в].

По особенностям морфологии, строения зерен, набору минералов-сростков и химическому составу самородные фазы системы Os–Ir–Ru разделены на шесть групп, отличающихся положением на диаграмме (рис. 5.7) в соответствии с содержаниями основных компонентов, платины и родия [Harris, Cabri, 1991]. В табл. 5.5 показаны средние значения полученных анализов каждой группы составов. Практически во всех анализах обнаружено железо (0,1–1,6), а в трети анализов — никель (0,1–0,6).

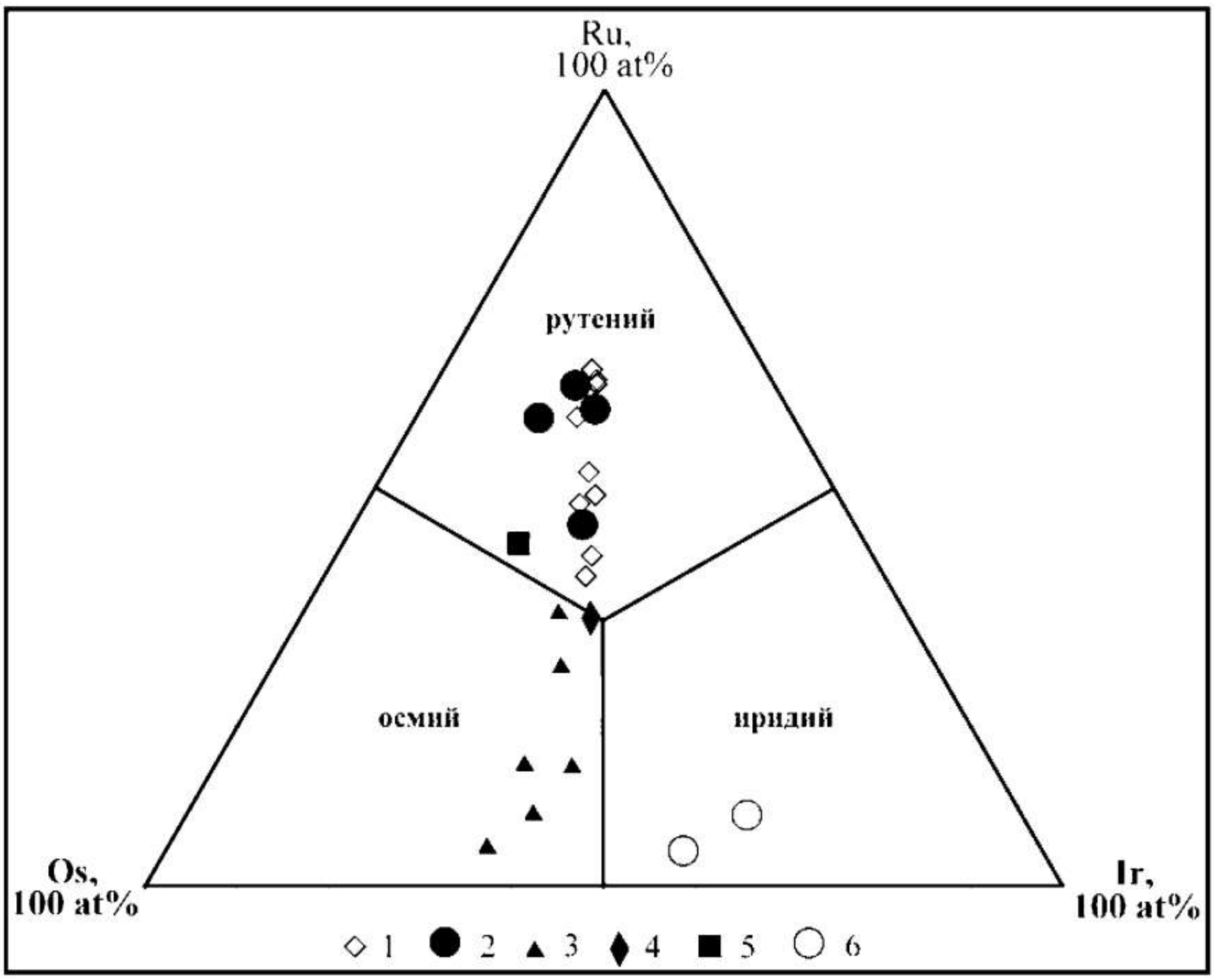


Рис. 5.7. Треугольная диаграмма соотношения Os–Ru–Ir–Pt в платиноидах Киалимской россыпи: *1* — группа I, 45 анализов; *2* — группа II, 15 анализов; *3* — группа III, 14 анализов; *4* — группа IV, 5 анализов: *5* — группа V, 3 анализа; *6* — группа VI, 6 анализов

Наиболее распространена первая группа, которая охватывает узкое протяженное поле в рутениевой части диаграммы (см. рис. 5.7). К этой группе относятся агрегаты величиной до 2 мм. По составу они соответствуют рутению иридиево-осмиевому, содержащему кристаллы и зерна платины, сульфидов рутения и никеля, сульфоантимониды иридия и рутения, золота. Включения гексагональных кристаллов относятся к изоферроплатине состава (мас. %): Pt 83–87; Rh 4–6; Fe 3–8; Ni 1,6 и медьсодержащей ферроникельплатине (мас. %): Pt 72–73; Rh 6; Fe 3; Ni 6; Cu 0,3–3,5. Сульфиды рутения представ-

Таблица 5.5

Средние составы минералов группы платины из Киалимской россыпи

№ п/п	№ зерен	Кол. анал.	Содержание, масс. %							Формула
			Os	Ir	Ru	Pt	Rh	Fe	Ni	
группа I										
1	К2-1-1	2	38,49	34,14	24,42	2,20	0.74	—	—	$Ru_{0,38}Os_{0,31}Ir_{0,28}Pt_{0.02}Rh_{0,01}$
2	К2-5-2	5	36,45	33,69	26,25	2,74	0.74	—	—	$Ru_{0,40}Os_{0,30}Ir_{0,27}Pt_{0.02}Rh_{0,01}$
3	К2-1	4	23,96	20,90	43,84	6,64	4,45	0,08	—	$Ru_{0,57}Os_{0,17}Ir_{0.16}Rh_{0,06}Pt_{0,04}$
4	К2-5-1	10	25,52	23,63	44,33	3,04	2,65	0,46	0,22	$Ru_{0,58}Os_{0,18}Ir_{0,17}Rh_{0.03}Pt_{0.02}Fe_{0,02}$*
5	К2-В	3	29,53	22,35	44,43	1,65	2,03	—	—	$Ru_{0,57}Os_{0,20}Ir_{0,20}Rh_{0,02}Pt_{0,01}$
6	К2-С-1	4	31,03	23,55	41,46	1,41	2,29	0,10	—	$Ru_{0,54}Os_{0,21}Ir_{0,21}Rh_{0,03}Pt_{0,01}$
7	К2-5-1	4	25,30	23,44	44,97	3,02	2,55	0,44	0,22	$Ru_{0,58}Os_{0,18}Ir_{0,17}Rh_{0.03}Pt_{0,02}Fe_{0.02}$*
8	К2-6	7	32,28	30,31	31,90	3,82	1,45	—	—	$Ru_{0.468}Os_{0,25}Ir_{0\,24}Pt_{0,03}Rh_{0,02}$
9	К2-А +	3	34,87	28,70	31,05	2,41	2.42	0,41	0,05	$Ru_{0,43}Os_{0,26}Ir_{0,25}Rh_{0\,03}Pt_{0,02}Fe_{0.01}$*
10	К2-А-3	3	31,65	27,85	34,06	2,86	3,30	0,21	—	$Ru_{0,47}Os_{0,23}Ir_{0,23}Rh_{0,05}Pt_{0,02}$
группа II										
11	К2-5-3	5	29,47	24.09	44,11	—	—	1.58	0,58	$Ru_{0,58}Os_{0\,20}Ir_{0,17}Fe_{0,05}$*
12	К2-5-5	2	29,62	23,37	45,06	—	—	1,45	0,46	$Ru_{0,59}Os_{0\,21}Ir_{0,16}Fe_{0,04}$*
13	К2-6-1	5	36,65	31,33	29,87	—	1,27	0,49	0,23	$Ru_{0,44}Os_{0\,28}Ir_{0,24}Rh_{0,02}Fe_{0.02}$*
14	К2-А-4	3	36,82	18,16	41,53	—	3,36	0,07		$Ru_{0,56}Os_{0,26}Ir_{0,13}Rh_{0,04}$
группа III										
15	К2-А-5	3	43,15	32,38	20,85	1,47	1,65	0,39	—	$Os_{0,36}Ru_{0,33}Ir_{0,27}Rh_{0.02}Pt_{0,01}Fe_{0,01}$
16	К2-С-2	5	48,66	41,81	8,49	—	0,52	0,40	0,03	$Os_{0,45}Ir_{0,38}Ru_{0,15}Fe_{0,01}Rh_{0,01}$
17	К2-В-1	1	61,32	35,94	2,63	—		—	—	$Os_{0,60}Ir_{0,35}Ru_{0.05}$
18	К2-В-2	1	45,93	35,8	16,46	—	1.68	—	—	$Os_{0,40}Ir_{0,30}Ru_{0,27}Rh_{0.03}$
19	К2-В-3	1	54,08	36,38	8,65	—	0,9	—	—	$Os_{0,50}Ir_{0,33}Ru_{0,15}Rh_{0,02}$
20	К2-4-d	3	55,00	39.45	4,97	—	—	0,30	0,05	$Os_{0,53}Ir_{0,38}Ru_{0\,09}$
группа IV										
21	К2-6-3	5	40,68	37,81	21,00	—	—	0,45	—	$Os_{0.34}Ru_{0\,33}Ir_{0\,31}Fe_{0.01}$
группа V										
22	К2-А-2	3	45,88	23,49	27,52	1,48	1,43	0,08	—	$Ru_{0,41}Os_{0,37}Ir_{0.19}Rh_{0,02}Pt_{0,01}$
группа VI										
23	К2-А-1	3	37,48	54,62	2,22	4,85	0,27	0,28	0,06	$Os_{0,44}Ir_{0,44}Pt_{0,05}Ru_{0.05}Fe_{0,01}Rh_{0,01}$
24	К2-4-а	3	30,29	62,19	4,76	1,66	0,53	0,39	0,18	$Os_{0,30}Ir_{0.61}Ru_{0,09}$

Примечание: 1) в пробе К2-А присутствует Cu — 0,06 %; $Fe_{0,01}$* — Fe+Ni; — элемент не обнаружен; 2) анализы получены на приборе РЭММА-202М с (ИМин УрО РАН, аналитик В. А. Котляров).

лены лауритом, сульфоантимониды — минералом, близким по составу толовкиту. Включения золота имеют состав (мас. %): Au 93–95; Ag 2–6; Cu 1–4.

Вторая группа включает обломки однородных кристаллов рутения иридиево-осмиевого. Третья группа представлена окатанными зернами осмия иридиево-рутениевого размером 100–300 мкм, иногда с включениями сульфидов никеля и иридия, а также в срастании с сульфоарсенидом осмия. К четвертой и пятой группам относятся окатанные однородные зерна со следами огранки. Минералы IV группы близки к I, но отличаются отсутствием платины, а от II — несколько меньшим содержанием рутения и относятся к осмию иридиевому. Минералы шестой группы относятся к осмию иридиевому, содержащему платину. От остальных анализов они отличаются высоким содержанием иридия.

В Мало-Иремельской россыпи (см. рис. 4.4), приуроченной к Нуралинскому гипербазитовому массиву, выявлена значительная примесь платиноидов. Их содержание в «песках» достигало 11,7 г/т и были найдены самородки весом 200 и 500 г [Салихов и др., 2001]. Среди платиноидов преобладает осмий иридиево-рутениевый и рутениево-иридиевый, ограниченно развита платина, встречены также сульфиды и сульфоарсениды рутения и осмия, в том числе зональные зерна.

Авторы исследовали состав 50 зерен платиноидов из шлиха, полученного ООО «Миасский прииск». Половина зерен (51 %) принадлежит осмию рутениево-иридиевому со средним составом (мас. %): Os 38–56; Ru 2–25; Ir 32–38. По 2–4 % зерен относится к рутению осмиево-иридиевому и иридию рутениево-осмиевому. Около 12 % составляют зерна платины состава (мас. %): Pt 91–92; Rh 3; Fe 5–6. Сульфиды платиноидов — OsS, IrS, RuS, PtS присутствуют в количестве 2–10 % (рис. 5,8).

В ***Леонтьевской россыпи***, приуроченной к Нуралинскому массиву, выявлены зерна платиново-осмисто-иридиевого состава.

Уйская россыпь располагается вблизи Поляковского месторождения меди и приурочена к многочисленным телам гипербазитов. Платиноиды представлены пластинчатыми табличками, удлиненными и окатанными зернами размером до 2,3 мм. Концентрат представлял собой смесь (мас. %): Pt — 61,4; Os — 17,3; Ir — 13,2; Pd — 0,3; Rh — 0,92; Ru — 5,44 [Шумихин, 1987ф].

Рысаевская россыпь расположена среди серпентинитов Ургунского массива. «Пески» россыпи содержат 5–20 % платиноидов по отношению к золоту, содержание которого 5 г/м^3. Основным минералом является иридий осмиевый, содержащий платину в количестве 2–6 %. Форма зерен таблитчатая и чешуйчатая.

Непряхинская россыпная зона (Нп). Примесь платиноидов установлена в Байрамгуловской россыпи. Они представлены осмием рутениево-иридиевым и платиной с включениями сульфидов платиноидов.

Миндякская россыпная зона (Мн). Платиноиды установлены в россыпях Террасовой I и II, Куру-Елга, Тарлауской, Афонинской, Миндякской.

Восточно-Ирендыкская россыпная зона (В-И) связана с многофазными габброидами и гипербазитами, несущими медно-никелевую минерализацию. Минералы платинидов были выявлены в тяжелой фракции из следую-

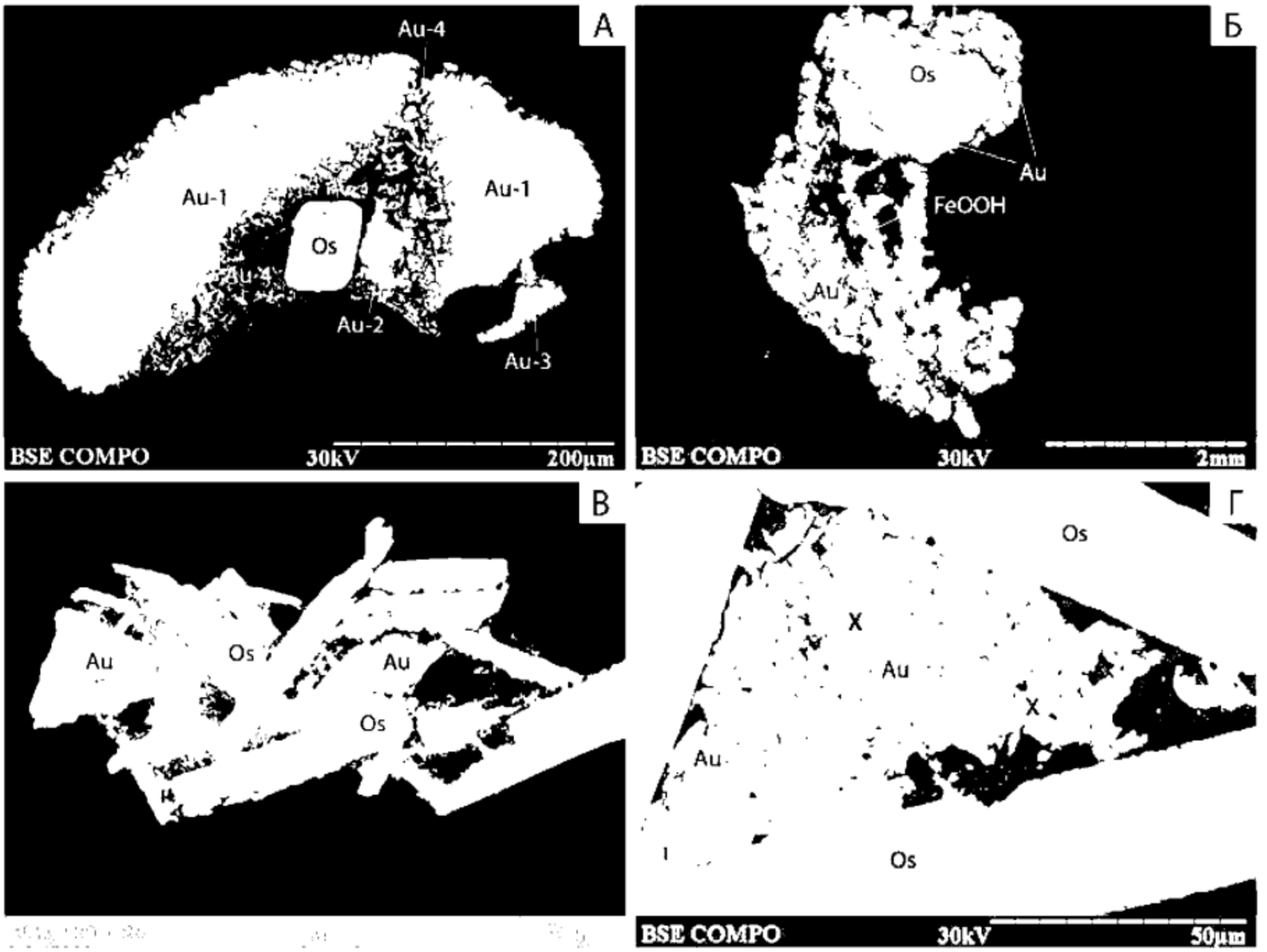


Рис. 5.8. Сростки платиноидов с золотом из Мало-Иремельской россыпи: *А* — зерно Ир3-5-1: обломки остаточного золота Au-1, Au-2, Au-3 и осмия Os цементируются новообразованным золотом Au-4; *Б* — зерно Ир3-5-2: обломки осмия Os и остаточного золота Au в гетитовой рубашке FeOOH: *В* — зерно Ир2-4-2: сростки осмия Os, золота Au и ксингхонгита X; *Г* — деталь снимка В: каркас кристаллов осмия со сростками золота и ксингхонгита

щих россыпей [Салихов и др., 2001]: Гадельшинской, Атангуловской, Султанкульской, Япракинской, Баскунзякской. Кроме этого сходные минералы установлены в элювиально-делювиальных шлейфах метасоматитов с сульфидной медно-никелевой минерализацией (проявления Сунар-Узяк, Бускун-2, Северный Бускун). Особенностью этой зоны является преобладание в тяжелой фракции поликсена. Ограниченно развиты иридий рутениево-осмиевый и платина.

Кочкарская россыпная зона (Кч). Примесь платиноидов установлена в Северо-Светлинской россыпи.

Гогинская россыпная зона (Го). Платиноиды установлены в нижнемиоценовой Бессоновской россыпи, сохранившейся в глубоком карсте. В качестве примеси к золоту отмечались платина и минералы ее группы. Размер зерен не превышал 0,5–1,0 мм, но наряду с зернами встречались самородки массой до 4 г [Баранников, 2006].

Суундукская россыпная зона (Су). Примесь платиноидов установлена в Колчинской россыпи.

5.2. Платиноиды в изделиях из курганов Алтае-Саянского региона

В археологических памятниках Алтае-Саянского региона микровключения осмия выявлены в трех археологических памятниках из девяти, в которых был изучен состав золота: в царском кургане Аржан-2 (Тува), могильниках Ханкаринский Дол и Инской Дол в Чинетском археологическом районе (Алтай) (табл. 5.6). Все они датируются ранним железным веком. Морфология типовых микровключений из исследованных археологических памятников показана на рис. 5.9. Краткая характеристика микровключений дана в работах [Дашковский, Юминов, 2012; Зайков и др., 2015а; 2015б].

Таблица 5.6

Состав включений минералов группы осмия в золотых изделиях из курганов раннего железного века Алтае-Саянского региона

№ п/п	Место отбора	Изделия	№ зерна	Кол-во анал.	Содержания, мас.			Кристаллохимические формулы минералов
					Os	Ir	Ru	
1	Аржан-2	Инкрустация на железном чекане	Ар2-3-1	2	72,52	27,48	—	$Os_{0,73}Ir_{0,27}$
2	Ханкаринский дол, курган № 5	Золотая обкладка гривны	Ха-15-1а	3	32,24	37,71	24,68	$Ru_{0,38}Ir_{0,31}Os_{0,27}Pt_{0,04}$
3			Ха-15-1б	3	42,12	46,71	10,68	$Ir_{0,43}Os_{0,39}Ru_{0,18}$
4		Аппликация с головного убора	XD-15-2-1	5	39,84	34,47	22,19	$Ru_{0,53}Os_{0,44}Ph_{0,02}Ir_{0,01}$
5			XD-15-2-2	4	59,03	1,94	37,14	$Ru_{0,35}Os_{0,33}Ir_{0,28}Pt_{0,02}Rh_{0,02}$
6		Золотая окантовка головного убора	Ха-15-6	1	17,28	82,17	—	$Ir_{0,82}Os_{0,18}$
7			Ха-15-7	1	35,75	30,17	30,24	$Ru_{0,45}Os_{0,29}Ir_{0,24}Pt_{0,02}$
8		Золотая нашивка	Ха-15-8	1	45,71	39,83	9,65	$Os_{0,42}Ir_{0,37}Ru_{0,17}Pt_{0,04}$
9	Инской дол, курган № 1	Золотая нашивка	ID 5	6	51,74	37,47	8,63	$Os_{0,48}Ir_{0,34}Ru_{0,15}Rh_{0,02}Pt_{0,01}Fe_{0,01}$
10		Золотая нашивка*	ID 8	1	51,92	38,76	7,86	$Os_{0,49}Ir_{0,36}Ru_{0,14}Rh_{0,01}$

Примечание: 1) материал из раскопок: 1 — К. В. Чугунова; 2–10; 2) анализы выполнены на приборе РЭММА 202 М (аналитик В. А. Котляров).

Могильник Ханкаринский Дол, курган № 15 (ХД). При раскопках найдены предметы из золота: обкладка гривны, зооморфные аппликации, нашивка и окантовка из фольги женского головного убора, восьмеркообразная проволочная серьга [Дашковский, Юминов, 2012]. Курган относится к пазырыкской археологической культуре и датирован по признакам погре-

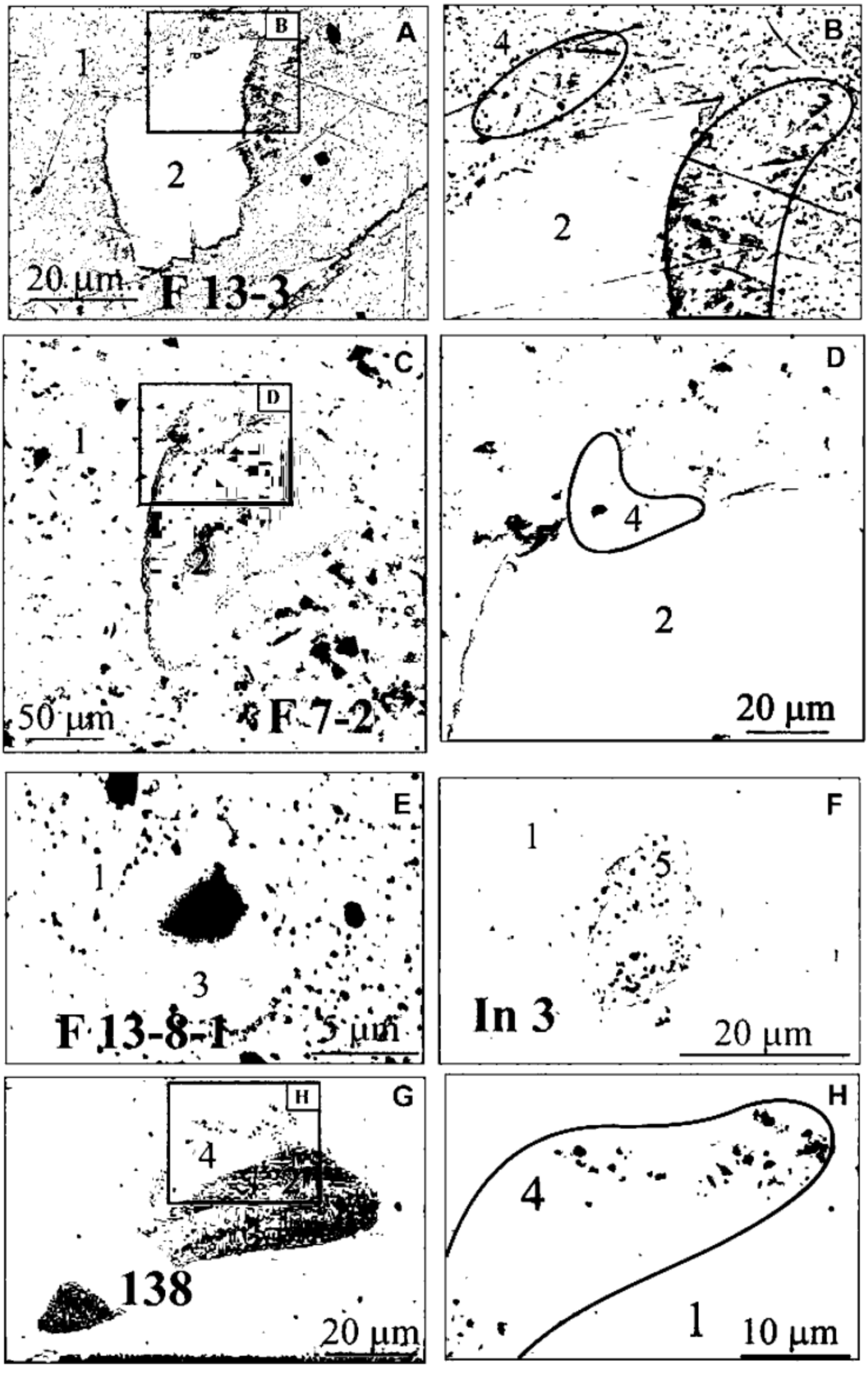


Рис. 5.9. Микровключения платиноидов в золотой фольге (снимки в отраженных электронах)
Цифрами обозначены: *1* — вмещающее золото; *2* — первичные микровключения осмия; *3* — промежуточная зона воздействия на первичные микровключения осмия золотого расплава; *4* — поля распространения вторичных микровключений рутения и иридия (овалы); *5* — микровключение осмия трещиноватое. Положение фрагментов снимков показано прямоугольниками. номера микровключений указаны на снимках. Место взятия: F13-3, F7-2, F13-8-1 — Филипповка I; In3 — Инской Дол; 138 — Фанагория

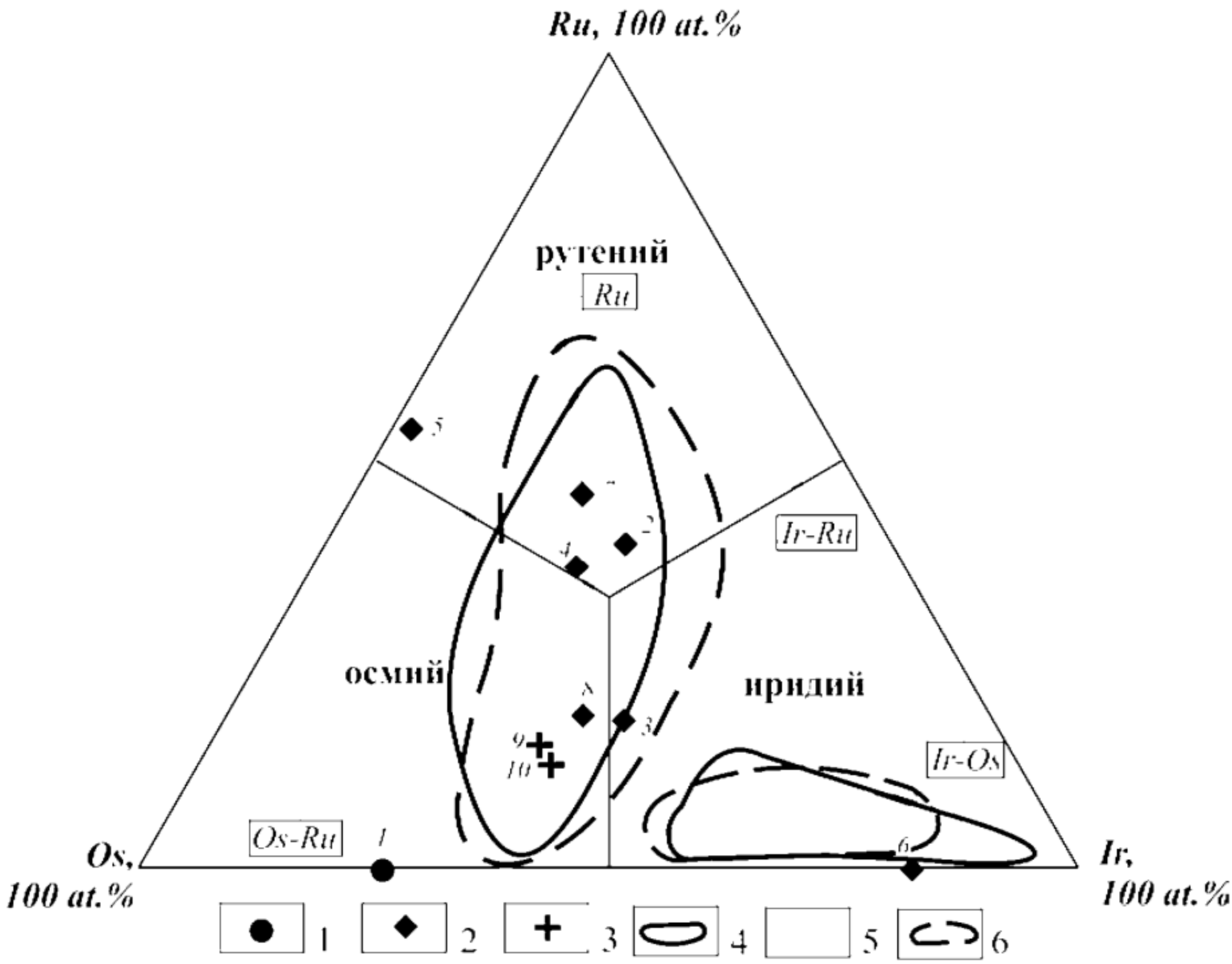


Рис. 5.10. Тройная диаграмма состава микровключений платиноидов из археологических памятников и месторождений Алтае-Саянского региона и Южного Урала:
1 — курган Аржан-2: *2* — могильник Ханкаринский Дол. курган № 15; *3* — могильник Инской Дол, курганы № 1 и № 2; *4* — поле состава платиноидов из месторождений золота и платиноидов Сибири; *5* — тренды составов микровключений платиноидов из могильников Филипповка I и II (Южный Урал) (*Ru* — рутениевый. *Os-Ru* — осмий-рутениевый, *Ir-Ru* — иридий-рутениевый, *Ir-Os* иридий-осмиевый); *6* — поля составов фигуративных точек платиноидов из россыпных месторождений платиноидов Урала

бального обряда и инвентаря, а также данным радиоуглеродного анализа IV — началом III вв. до н. э. [Тишкин, Дашковский, 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 пяти изделиях были выявлены семь включений платиноидов размером от 2 до 10 мкм удлиненной и близкой к линзовидной форме. 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; Хп-25) — осмий рутениево-иридиевый с небольшим количеством платины и родия;

2) с преобладанием рутения — рутений иридиево-осмиевый с небольшим количеством платины и родия (ХД-15-2-1; Ха-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).

Особенностью золотых изделий Ханкаринского Дола является присутствие включений кислородных медисто-железистых соединений в пробе № Xn 19. Они имеют размер 20–250 мкм, овальную, треугольную и дугообразную форму, подвержены растрескиванию. Величина мелких блоков находится в пределах 10–60 мкм. Состав включений показан в табл. 5.7. Судя по примеси Si, P, Ca, они могли возникнуть как технический продукт при воздействии золотого расплава на сульфиды железа и меди, присутствовавшие в россыпи. Такие соединения могли образоваться и при воздействии медного расплава на оксиды железа в процессе выплавления меди — легирующей добавки к золоту.

Могильник Инской Дол (ИД) по признакам погребального обряда и инвентаря датирован IV — началом III вв. до н. э.

В кургане № 1 зафиксирована деревянная конструкция в виде перекрытия из плах. Рядом с погребенным находились керамический сосуд, железный нож, деревянная гривна, обложенная золотой фольгой, сильно корродированный железный предмет и многочисленные фрагменты золотой фольги от головного убора.

В золотой фольге 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) и 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. Состав вмещающего золота (мас. %): Au 61–64, Ag 32–33, Cu 3.

Курган Аржан-2 (Ар) находится в Туве. Под каменной насыпью кургана, по периметру которой находилась крепида, вскрыто захоронение двух человек с золотыми украшениями. Памятник является погребением представителей высшей знати и датируется второй половиной VII в. до н. э. Вещи из кургана демонстрируют четыре манеры исполнения [Чугунов, 2011]. Наиболее многочисленны тиражированные бляшки в виде профильных изображений кошачьих хищников и кабанов, портупейные обоймы и пряжки кинжала и акинака, ворворки поясного набора. Вторая группа включает бляшки головных уборов в виде лошадей, баранов и оленей. Фигуры вырезаны из плоских листов металла.

Микрозондовый анализ показал, что изделия изготавливались из самородного золота средней пробности. В золотой инкрустации железного меча (состав, мас %: Au 89,72–92,21; Ag 7,8–9,01; Cu 0,67–0,89) обнаружено микровключение осмия иридиевого (Ар-2-3-1) размером 7×10 мкм, угловатой формы, слабоокатанное, разбитое сетью трещин.

5.3. Платиноиды в изделиях из археологических памятников Уральского региона

Микровключения осмия обнаружены в золотых изделиях девяти археологических памятников. Наиболее ранние находки в могильниках Степное и Ушкаттинский датируются бронзовым веком. Большинство «осмийсодержащих»

Таблица 5.7

Состав минеральных включений в золоте — кислородных соединений железа и меди, а также силикатных минералов

Состав кислородных соединений железа и меди										
Анализ	**O**	**Mg**	**Al**	**Si**	**P**	**Ca**	**Fe**	**Cu**	**сумма**	**Формула**
a	29,98	—	—	—	—	0,19	69,82		100	$(Fe_{2,00}Ca_{0,01})_{2,01}O_3$
b	31,99	—	—	—	—	0,21	66,64	0,55	99,39	$(Fe_{1,79}Cu_{0,01}Ca_{0,01})_{1,81}O_3$
c	30,26	—	—	—	—	0,15	69,14	0,44	100	$(Fe_{1,97}Cu_{0,01}Ca_{0,01})_{1,98}O_3$
f	31,88	—	0,17	—	—	0,31	59,03	8,61	100	$(Fe_{1,59}Cu_{0,20}Ca_{0,01}Al_{0,01})_{1,82}O_3$
l	31,98	—	0,1	0,16	—	0,32	62,18	5,39	100,14	$(Fe_{1,67}Cu_{0,13}Ca_{0,01}Al_{0,01}Si_{0,01})_{1,83}O_3$
n	29,73	—	0,16	0,18	—	0,45	56,36	13,13	100	$(Fe_{1,63}Cu_{0,33}Ca_{0,02}Al_{0,01}Si_{0,01})_{2,00}O_3$
o	31,27	—		0,12	—	0,41	57,38	10,19	99,38	$(Fe_{1,58}Cu_{0,25}Ca_{0,02}Si_{0,01})_{1,85}O_3$
r	31,33	—	0,14	0,1	—	0,35	53,96	13,21	99,08	$(Fe_{1,48}Cu_{0,32}Ca_{0,01}Al_{0,01}Si_{0,01})_{1,83}O_3$
w	34,87	0,23	0,14	0,2	0,42	0,79	56,41	6,95	100	$(Fe_{1,86}Cu_{0,20}Ca_{0,04}Mg_{0,02}P_{0,02}Si_{0,01}Al_{0,01})_{2,16}O_4$
Состав включений силикатов										
Анализ	**Na_2O**	**Al_2O_3**	**SiO_2**	**K_2O**	**CaO**	**Fe_2O_3**	**сумма**	**Формула**		
m	10,14	19,19	69,22	0,72	0,72	—	99,99	$(Na_{0,85}K_{0,04}Ca_{0,03})_{0,93}Al_{0,99}Si_{3,03}O_8$		
p	11,9	20,06	65,99	0,28	0,46	1,31	100	$(Na_{1,02}K_{0,02}Ca_{0,02})_{1,06}Al_{1,05}Fe_{0,04}Si_{2,92}O_8$		
q	11,3	20,36	65,32	0,51	1,03	1,48	100	$(Na_{0,98}K_{0,03}Ca_{0,05})_{1,06}Al_{1,07}Fe_{0,05}Si_{2,92}O_8$		
s	9,55	19,71	66,45	1,84	0,56	1,89	100	$(Na_{0,67}K_{0,09}Ca_{0,02})_{0,78}Al_{0,84}Si_{2,41}Fe_{0,05}O_8$		
v	12,21	20,09	66,7	0,53	0,47	—	100	$(Na_{1,04}K_{0,3}Ca_{0,02})_{1,09}Al_{1,04}Si_{2,95}O_8$		

Примечание: 1) анализы выполнены на приборе РЭММА 202 М (аналитик В. А. Котляров); 2) все анализы силикатов представлены альбитом.

комплексов (Кичигино I, Большой Климовский, Яковлевский II, Переволочанский I, Филипповка I и II) относятся к раннему железному веку, а наиболее поздний — к раннему средневековью (ювелирная мастерская Уфа II).

Золотые изделия эпохи бронзы

Могильник Степное, курган № 7. Включения (1367a, b) выявлены в золотой фольге, покрывающей бронзовую подвеску. Они имеют пластинчатую форму, толщину 5–10 мкм [Юминов и др., 2008] и принадлежат осмию рутениево-иридиевому.

Могильник Ушкаттинский, курган № 12. Включение (Ук7) осмия рутениево-иридиевого размером 8×10 мкм обнаружено в золотой височной подвеске треугольной формы.

Золотые изделия раннего железного века

Наибольшее количество микровключений осмия — 42 экземпляра — установлено в изделиях из Филипповских могильников. Они встречены в золоте четырех интервалов пробности: от 650 до 980 ‰.

Могильник Филипповка I, курган № 1 (останец, раскопки Л. Т. Яблонского 2013 г.). В погребении найдены многочисленные золотые нашивные бляшки, содержащие микровключения платиноидов [Блинов и др., 2014]. Размер последних варьирует от нескольких до 100 мкм. Вмещающее золото имеет состав (мас. %): Au 93–95; Ag 3; Cu 1–2. По соотношению атомов Os, Ru, Ir в кристаллохимических формулах выделяются три минерала (см. табл. 5.8; рис. 5.11):

1) осмий, две разности — осмий рутениево-иридиевый (F-13-2-1, F-13-9-2), осмий иридиево-рутениевый (F-13-3-5-1, F-13-3-9); в ряде случаев в незначительных количествах (1–3 ат. %) присутствуют родий и платина;

2) рутений, две разности — рутений иридиево-осмиевый, резко преобладающий, 11 микровключений (F-13-2, F-13-2-3, F-13-3, F-13-1, F-13-3-4, F-13-5-2, F-13-5-3, F-13-8-1, F-13-8-3, F-13-8-4, F-13-9-1); рутений осмиево-иридиевый (F-13-2-2, F-13-3-5-1, F-13-3-5-2, F-13-5-4, F-13-8-2); примесями являются родий и платина;

3) иридий рутениево-осмиевый (F-13-8-5).

Могильник Филипповка I, курган № 4 (раскопки Л. Т. Яблонского 2006 г.). В золотой инкрустации железного меча обнаружено 18 включений платиноидов [Зайков и др., 2009; 2013]. Вмещающее золото имеет состав (мас. %): Au 98; Ag 1; Cu 1. Форма микровключений удлиненная, треугольная и округлая размером 40–200 мкм. Часть зерен раздроблена, а часть расщеплена по спайности. Выделяются следующие минералы:

1) осмий рутениево-иридиевый (образцы 7-1, 7-16);

2) рутений иридиево-осмиевый, иногда с примесью платины (образцы 7-2, 7-3, 7-6, 7-8, 7-9, 7-11);

3) иридий рутениево-осмиевый, содержащий платину (образцы 7-7, 7-10, 7-12, 7-17, 7-18).

Могильник Филипповка II расположен в 11 км к юго-западу от могильника Филипповка I. В кургане № 1 (раскопки Л. Т. Яблонского, 2013 г.) исследовано золото предметов из центральной погребальной камеры № 2.

Таблица 5.8

Состав включений минералов группы осмия в золотых изделиях Филипповских могильников

№ п/п	Место отбора	Изделия	№	Кол-во анал.	Содержания, мас. %						Кристаллохимические формулы минералов
					Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Fe	
1	Филиппов-ка I, курган № 1	Золотые нашивки	F-13-2	2	31,03	29,50	33,27	2,48	3,36	—	$Ru_{0,48}Os_{0,24}Ir_{0,22}Rh_{0,04}Pt_{0,02}$
2			F-13-2-1	4	54,25	39,01	5,18	0,45	0,54	0,29	$Os_{0,52}Ir_{0,37}Ru_{0,09}Fe_{0,01}Rh_{0,01}$
3			F-13-2-2	4	18,38	52,09	27,72	0,79	0,00	0,78	$Ru_{0,41}Ir_{0,41}Os_{0,15}Fe_{0,02}Rh_{0,01}$
4			F-13-2-3	2	31,52	25,87	39,84	1,58	0,70	0,04	$Ru_{0,55}Os_{0,23}Ir_{0,19}Rh_{0,02}Pt_{0,01}$
5			F-13-3	1	41,08	32,30	21,70	1,59	3,02	—	$Ru_{0,34}Os_{0,34}Ir_{0,27}Pt_{0,03}Rh_{0,02}$
6			F-13-3-1	3	33,56	17,33	46,88	1,81	0,11	—	$Ru_{0,62}Os_{0,24}Ir_{0,12}Rh_{0,02}$
7			F-13-3-4	4	39,50	17,76	40,44	1,77	0,26	—	$Ru_{0,56}Os_{0,29}Ir_{0,13}Rh_{0,02}$
8			F-13-3-5	2	56,33	21,80	21,04	0,57	0,00	—	$Os_{0,48}Ru_{0,33}Ir_{0,18}Rh_{0,01}$
9			F-13-3-5-1	1	2,26	62,05	33,99	0,54	1,15	—	$Ru_{0,49}Ir_{0,47}Os_{0,02}Pt_{0,01}Rh_{0,01}$
10			F-13-3-9	4	61,14	13,65	19,65	1,91	3,00	0,14	$Os_{0,52}Ru_{0,31}Ir_{0,11}Rh_{0,03}Pt_{0,03}$
11			F-13-5-1	2	9,715	46,05	43,07	1,16	—	—	$Ru_{0,58}Ir_{0,33}Os_{0,07}Rh_{0,02}$
12			F-13-5-2	2	9,83	6,84	79,70	0,60	0,76	S 2,27	$Ru_{0,89}Os_{0,06}Ir_{0,04}Rh_{0,01}$
13			F-13-5-3	1	41,58	15,98	39,62	0,60	0,76	S 2,27	$Ru_{0,56}Os_{0,31}Ir_{0,12}Rh_{0,01}$
14			F-13-5-4	4	7,23	20,58	60,91	5,54	5,74	—	$Ru_{0,73}Ir_{0,13}Os_{0,05}Rh_{0,06}Pt_{0,03}$
15			F-13-8-1	1	30,22	28,36	39,46	0,84	0,22	0,68	$Ru_{0,55}Os_{0,23}Ir_{0,21}Rh_{0,01}$
16			F-13-8-2	1	7,09	34,31	57,49	0,49	0,02	Cu 0,37 Fe 0,24	$Ru_{0,72}Ir_{0,22}Os_{0,05}Rh_{001}Fe_{0,01}$
17			F-13-8-3	1	36,11	32,80	26,58	0,77	2,78	0,35	$Ru_{0,40}Os_{0,29}Ir_{0,26}Pt_{0,02}Rh_{0,01}Fe_{0,01}$
18			F-13-8-4	1	44,45	22,23	32,32	0,14	—	—	$Ru_{0,48}Os_{0,35}Ir_{0,17}$
19			F-13-8-5	1	34,51	48,43	16,40	—	—	—	$Ir_{0,42}Os_{0,31}Ru_{0,27}$
20			F-13-9-1	2	47,54	8,40	42,21	1,12	—	—	$Ru_{0,57}Os_{0,35}Ir_{0,06}Rh_{0,02}$
21			F-13-9-2	4	42,37	35,88	18,39	0,93	1,94	—	$Os_{0,36}Ir_{0,31}Ru_{0,30}Pt_{0,02}Rh_{0,01}$

Окончание табл. 5.8

22	Филипповка I, курган № 4	Золотая инкрустация железного меча	7-1	6	45,76	36,10	17,45	—	—	—	$Os_{0,40}Ir_{0,31}Ru_{0,29}$
23			7-2	10	34,54	29,30	27,66	—	8,06	—	$Ru_{0,42}Os_{0,28}Ir_{0,24}Pt_{0,06}$
24			7-3	7	35,28	29,20	27,63	—	7,36	—	$Ru_{0,42}Os_{0,29}Ir_{0,23}Pt_{0,06}$
25			7-4	1	57,58	14,82	27.02	—	—	—	$Os_{0,47}Ru_{0,41}Ir_{0,12}$
26			7-5	8	56,88	17,04	25,57	—	—	—	$Os_{0,47}Ru_{0,39}Ir_{0,14}$
27			7-6	7	55,07	8,97	35,42	—	—	—	$Ru_{0,51}Os_{0,42}Ir_{0,07}$
28			7-7	5	32,67	53,85	3,43	—	9,50	—	$Ir_{0,53}Os_{0,32}Pt_{0,09}Ru_{0,06}$
29			7-8	6	45,03	20,56	33,93	—	—	—	$Ru_{0,49}Os_{0,35}Ir_{0,16}$
30			7-9	7	37,23	29,91	26.88	—	5.58	—	$Ru_{0,41}Os_{0,30}Ir_{0,24}Pt_{0,05}$
31			7-10	5	35,12	58,52	2,26	—	3,63	—	$Ir_{0,57}Os_{0,35}Ru_{0,04}Pt_{0,04}$
32			7-11	5	56,53	10,16	32,78	—	—	—	$Ru_{0,48}Os_{0,44}Ir_{0,08}$
33			7-12	5	37,74	56,05	5,87	—	—	—	$Ir_{0,55}Os_{0,37}Ru_{0,08}$
34			7-13	3	79,45	12,64	7,58	—	—	—	$Os_{0,75}Ru_{0,13}Ir_{0,12}$
35			7-14	2	73,36	16,17	10.09	—	—	—	$Os_{0,68}Ru_{0,17}Ir_{0,15}$
36			7-15	3	72,60	16,83	10,29	—	—	—	$Os_{0,67}Ru_{0,18}Ir_{0,15}$
37			7-16	6	40,32	38,13	17,28	—	3,80	—	$Os_{0,35}Ir_{0,33}Ru_{0,29}Pt_{0,03}$
38			7-17	5	35,83	53,34	2.85	—	7,59	—	$Ir_{0,52}Os_{0,36}Ru_{0,05}Pt_{0,07}$
39			7-18	8	38,99	42,80	17,71	—	—	—	$Ir_{0,37}Os_{0,34}Ru_{0,29}$
40	Филипповка II курган № 1	Золотая накладка	Ф 13-103ab	2	13,56	81,25	4,12	0,86	—	—	$Ir_{0,78}Os_{0,13}Ru_{0,07}Rh_{0,02}$
41			Ф-13-103c	1	18,42	76,84	3,57	0,88	—	—	$Ir_{0,74}Os_{0,18}Ru_{0,07}Rh_{0,01}$
42			Ф 13-103de	2	22,93	72,68	2,90	1,06	—	—	$Ir_{0,70}Os_{023}Ru_{0,05}Rh_{0,02}$
43			Ф 13-103jk	2	58,65	35,02	5,45	0,465	—	—	$Os_{0,56}Ir_{0,33}Ru_{0,10}Rh_{0,01}$
44			Ф 13-73	5	39,76	51,89	1,72	1,40	4,86	—	$Ir_{0,50}Os_{0,39}Pt_{0,05}Ru_{0,03}Rh_{0,03}$

Примечание: 1) материал из раскопок Л. Т. Яблонского; 2) анализы выполнены на приборе РЭММА 202 М (аналитик В. А. Котляров).

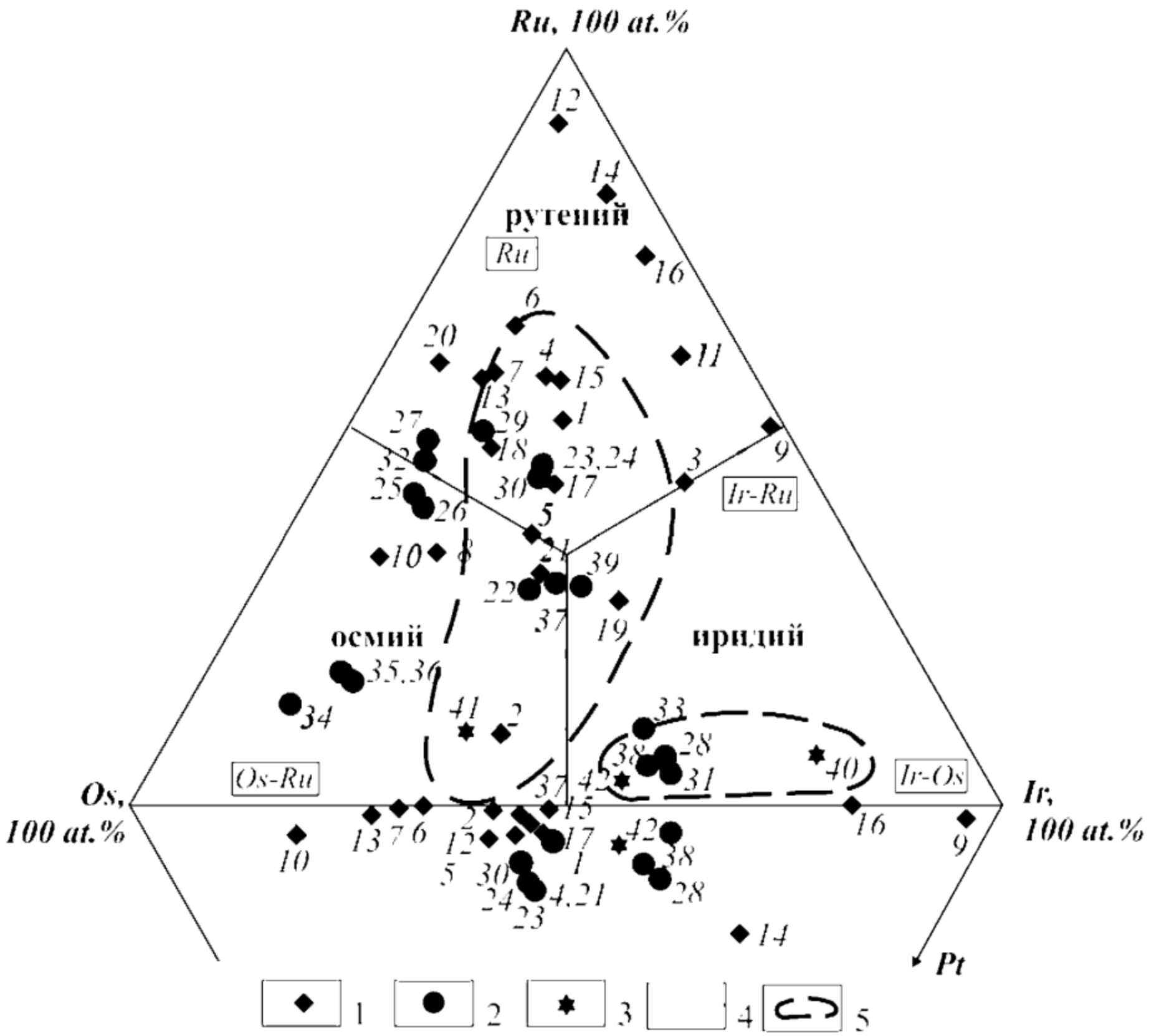


Рис. 5.11. Тройная диаграмма состава микровключений платиноидов из Филипповских могильников и месторождений Урала:
1 — Филипповка I, курган № 1; *2* — Филипповка I, курган № 4; *3* — Филипповка II, курган № 1: *4* — тренды составов микровключений осмия (Ru — рутениевый, Os-Ru — осмий-рутениевый, Ir-Ru — иридий-рутениевый, Ir-Os — иридий-осмиевый); *5* — поля составов фигуративных точек осмия из россыпных месторождений золота и платиноидов Урала

В золотой фольге Ф13-103 состава (мас. %): Au 74,58; Ag 22,86; Cu 2,12 найдены два включения: одно размером 50×10 мкм, соответствующее иридию рутениево-осмиевому, второе — длиной 5 мкм — осмий рутениево-иридиевый. Золотая фольга Ф13-73 состава (мас. %): Au 65,66; Ag 30,57; Cu 3,37 содержит зерно иридия рутениево-осмиевого размером 10×15 мкм.

Этим не исчерпывается число микровключений в Филипповских могильниках. На поверхности 12 золотых изделий из этого памятника М. С. Шеманханская отметила темные точечные включения, похожие на платиноиды [Влияния…, 2012], исследование которых пока не проводилось.

Могильник Переволочан I. Включение осмия было выявлено в литой декоративной накладке состава (мас. %): Au 88; Ag 3; Cu 8. Форма включения

(11.5.8) близка к треугольной, размеры 8×10 мкм. Состав соответствует осмию рутениево-иридиевому.

Одиночный курган Яковлевка II. Включение (Я-3), соответствующее осмию рутениево-иридиевому, найдено в височной подвеске-серьге, имеющей состав (мас. %): Au 81; Ag 17; Cu 2. Включение линзовидной формы размером 16×22 мкм соответствует осмию рутениево-иридиевому.

Состав включений осмия из курганов могильника Переволочан I и кургана Яковлевка II практически идентичен при существенных различиях в составе вмещающего золота [Юминов и др., 2010].

Могильник Кичигино I. В золотых изделиях из двух курганов установлены включения платиноидов овальной формы, имеющие размеры 7×18 и 20×50 мкм [Зайков и др., 2009б]. Состав их различен, они относятся к осмию рутениево-иридиевому (курган 3) и рутению осмиевому с иридием (курган 5). Золото изделий (обкладка деревянного сосуда из кургана 5 и браслет из кургана 3 практически одинаково (мас. %): Au 71–72; Ag 23–24; Cu 3.

Большой Климовский курган. В золотой фольге найдено включение осмия линзовидной формы длиной 10 мкм [Зайков и др., 2012]. Включение относится к рутению осмиево-иридиевому с родием и платиной.

Могильник Магнитный. Включения осмия установлены в бляшках полусферических и треугольных [Зайков и др., 2011]. В исследованных зернах выделяются три типа составов:

1 — с преобладанием Os: осмий рутениево-иридиевый (М-2-А), осмий иридиево-рутениевый (М-II), осмий иридиевый (М3-1);

2 — с преобладанием Ru: рутений иридиево-осмиевый, родий- и платину-содержащий (М2-1-1, М3-1-1);

3 — с преобладанием Ir: иридий рутениево-осмиевый (М2-1), иридий осмиевый, содержащий рутений (М-III).

Золотые изделия средневековья

Городище Уфа II, ювелирная мастерская. В золотой проволоке с содержанием серебра в пределах 2–3 %, меди 0,4 % обнаружено включение платиноида (UII-GO12-4a), которое относится к рутению иридиево-осмиевому [Зайков и др., 2009б]. Во второй проволоке состава (мас. %): Au 61–64; Ag 31–32; Cu 5–6 выявлено треугольное зерно (UII-GO123-4, -5) осмия рутениево-иридиевого.

5.4. Платиноиды в изделиях из Фанагории и Гонура

Фанагория — крупнейший памятник археологии мирового значения на Таманском полуострове. Основанный в VI в. до н. э. греческими переселенцами, город долгое время был азиатской столицей эллинистического Боспорского царства, просуществовавшего до VI в. н. э. (ru.wikipedia.org/wiki/Фанагория). Характеристика платиноидов получена в процессе изучения состава фанагорийского золота из коллекции Института археологии РАН [Зайков и др., 2015].

В исследованных изделиях микровключения осмия установлены в листочках золотого венка кат. № 138. Всего зафиксировано 15 зерен (табл. 5.9),

которые не могли быть удалены древними ювелирами при подготовке металла для плавления ввиду исключительно малых размеров. Зерна 138c-2 и 138c-10 представляют собой фрагменты кристаллов размером 50 и 80 мкм. Зерна 138a и 138b — вытянутые частицы длиной 12–20 мкм при ширине 4–8 мкм. Однако, большинство из микровключений имеют размер 3–10 мкм, округлую или сглаженную морфологию. Описанная форма объясняется окатыванием при речном переносе.

Таблица 5.9

Результаты анализа включений платиноидов в листках золотого венка из Фанагории, каталожный № 138

№ п/п	№ зерна	Кол-во анал.	Os	Ir	Ru	Rh	Pt	Fe	Сумма	Кристаллохимическая формула
1	138a	3	36,82	35,36	23,05	2,00	2,00	0,27	99,50	$Ru_{,36}Os_{,30}Ir_{,29}Rh_{,03}Pt_{,0.1}Fe_{,01}$
2	138c-1	3	37,17	33,44	26,41	1,43	0,95	0,24	99,65	$Ru_{,40}Os_{,30}Ir_{,26}Rh_{,02}Pt_{,0.1}Fe_{,01}$
3	138c-2	3	42,30	32,29	22,13	1,53	0,81	0,27	99,33	$Os_{,35}Ru_{,35}Ir_{,26}Rh_{,02}Fe_{,01}Pt_{,0.1}$
4	138c-3	1	17,06	40.38	39,70	0,94	—	1,76	99,84	$Ru_{,54}Ir_{,29}Os_{,12}Rh_{,01}Fe_{,04}$
5	138c-4	1	34,97	20,55	41,83	1,96	—	0,23	99,54	$Ru_{,57}Os_{,25}Ir_{,15}Rh_{,03}$
6	138c-5	1	20,29	46,60	31,44	0,84	—	0,36	99,53	$Ru_{,46}Ir_{,36}Os_{,16}Rh_{,01}Fe_{,01}$
7	138c-6	1	10,57	37.58	48,22	0,61	—	2,14	99,12	$Ru_{,62}Ir_{,25}Os_{,07}Fe_{,05}Rh_{,01}$
8	138c-7	1	29,70	32,15	35,48	0,82	—	1,18	99,33	$Ru_{,50}Ir_{,24}Os_{,22}Fe_{,03}Rh_{,01}$
9	138c-8	1	16,76	42,19	37,65	0,99	—	1,90	99,49	$Ru_{,52}Ir_{,30}Os_{,12}Fe_{,05}Rh_{,01}$
10	138c-9	1	11,19	40,33	42.46	1,21	—	4,13	99.32	$Ru_{,54}Ir_{,27}Os_{,08}Fe_{,10}Rh_{,01}$
11	138c-10	5	42,69	33,26	19,56	1,34	2,43	0,23	99,52	$Os_{,36}Ru_{,31}Ir_{,28}Rh_{,02}Pt_{,0.2}Fe_{,01}$
12	138c-11	2	39,87	37,76	19,18	2,07	0,85	0,44	100,17	$Os_{,33}Ir_{,31}Ru_{,30}Rh_{,03}Fe_{,01}Pt_{,0.1}$
13	138b	6	45,30	39,57	12,62	0,89	0,90	0,20	99,48	$Os_{,41}Ir_{,35}Ru_{,21}Rh_{,01}Pt_{,0.1}Fe_{,01}$
14	138-5	*1*	35,46	35,96	24,26	1,39	1,95	—	99,02	$Ru_{,38}Ir_{,29}Os_{,29}Rh_{,02}Pt_{,02}$
15	138-5-1	4	37,02	32,93	25,53	1,58	2,24	0,23	99,52	$Ru_{,39}Os_{,30}Ir_{,26}Rh_{,02}Pt_{,0.2}Fe_{,01}$

Примечание: анализы выполнены на приборе РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров).

Изученные зерна осмия отличаются по составу. Большинство их относятся к осмию рутениево-иридиевому. Фигуративные точки составов (рис. 5.12) располагаются в центре диаграммы, образуя субвертикальный рутениевый тренд (зерна 138a, 138c-1, 138c-2, 138c-7. 138c-10, 138c-11, 138b, 138-5, 138-5-1). Практически во всех этих зернах присутствует платина в количестве 0,5–3,1 %. К осмию рутениевому относится зерно 138c-4. Самые мелкие включения (3–4 мкм), анализ которых выполнен на пределе разрешения прибора, принадлежат рутению иридиевому с пониженным содержанием осмия (138c-3. 138c-5, 138c-6. 138c-8, 138c-9).

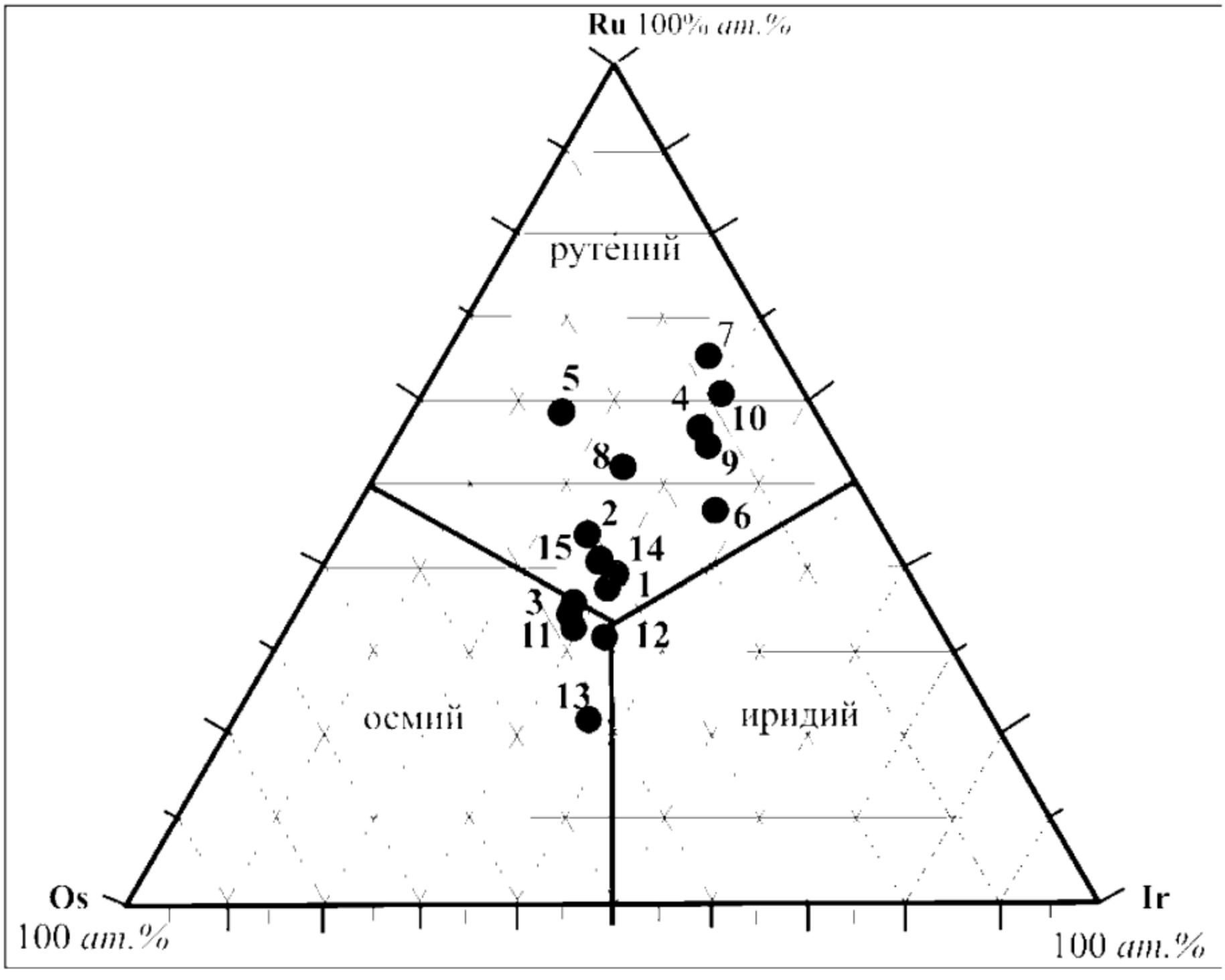


Рис. 5.12. Треугольная диаграмма Os–Ru–Ir в изделиях из Фанагории
Кружки — фигуративные точки составов микровключений платиноидов в золотых изделиях. Цифры соответствуют № п/п в табл. 5.9

Вмещающее золото практически одинаково по составу (мас. %): Au 97–98; Ag 0,6–2,5; Cu 0,3–0,9 (данные рентгеноспектрального анализа). Несомненно, оно получено путем рафинирования металла.

Административно-культовый комплекс Гонур Депе (пер. с туркменского — «Серый холм») был открыт В. И. Сарианиди в 1972 г. Он находится в 85 км севернее города Байрамали (Марыйский велаят, Республика Туркменистан). Комплекс основан в конце III тыс. до н. э. и просуществовал до середины II тыс. до н. э. [Сарианиди, 2007]. Древний город был обнесен тройным кольцом мощных крепостных стен с башнями. В центральной части располагались Царский дворец с огромными парадными помещениями, а также многочисленные культовые постройки. Общая площадь памятника превышает 25 га. В непосредственной близости от объекта находился Большой некрополь, который функционировал на всем протяжении существования комплекса.

За время археологических раскопок, наряду с уникальным археологическим материалом, была собрана богатая коллекция древних золотых изделий [Сарианиди, 2007; Сарианиди, Дубова, 2010]. Работы по определению состава гонурского золота начали проводиться в 2011 г. К настоящему времени

проанализированы изделия из золота, обнаруженные на царском некрополе (гробницы № 3880, 3915) и на раскопе № 18 (погребения № 3990, 4015). В первом случае в круг рассматриваемых предметов входила золотая фольга, использовавшаяся для обкладки деревянных изделий (их следы в данных погребениях не обнаружены), во втором — исследовались фрагменты бусин сферической и шайбовидной формы, а также золотая сережка.

В золотой серьге состава (мас. %): Au 88; Ag 10; Cu 1,4 присутствуют микровключения минералов платиновой группы (табл. 5.10). Размер наиболее крупного из них (Р18 П4015), имеющего удлиненную форму с многочисленными отростками, около 100 мкм. Углы и поверхность зерна сглажены, выступы и грани отсутствуют, по центру зерна проходит глубокая трещина. Микровключение относится к осмию иридиево-рутениевому. Второе микровключение округлой формы имеет размер 15 мкм и является иридием рутениево-осмиевым.

В фрагменте золотой шайбы выявлено удлиненное зерно размером 8×3 мкм (№ Го4070). Микровключение относится к рутению осмиево-рутениевому с родием и платиной. Состав золота (мас. %): Au 72; Ag 23; Cu 4.

Таблица 5.10

Результаты анализа включений платиноидов в золотых изделиях из погребений административно-культового центра Гонур Депе (раскоп 18, погребение 4015)

№ обр.	№ зерна	№ анализа	Содержание, мас. %				Сумма	Кристаллохимическая формула
			Ir	Os	Ru	Fe	%	
Р18 П4015		12234d	25,05	54,34	20,61	—	100	
	1	12234e	25,53	56,12	18,35	—	100	
		12234f	29,88	47,45	22,67	—	100	
		Среднее	26,82	52,64	20,54	—	100	$Os_{0,45}Ru_{0,33}Ir_{0,23}$
	2	12234g	81,73	16,54	1,09	0,64	100	$Ir_{0,80}Os_{0,16}Ru_{0,02}Fe_{0,02}$

Примечание: анализы выполнены на электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 (аналитик И. А. Блинов).

5.5. Сравнение состава платиноидов из коренных и россыпных проявлений с составом микровключений в древних золотых изделиях

Общими чертами составов исследованных платиноидов из россыпей и проявлений Алтае-Саянского и Уральского регионов является их принадлежность к рутениевому тренду, занимающему вертикальное положение на тройной диаграмме Os–Ir–Ru. Тем не менее, фиксируются некоторые отличия. Они заключаются в том, что для хромититов Агардагского массива характерен наибольший размах фигуративных точек, протягивающихся практически через всю диаграмму (см. рис. 5.3). Это определяется вариациями содержаний рутения от 2 до 67 %. Поле платиноидов Алтае-Саянского региона: из

россыпи реки Золотой занимает центральную часть диаграммы (содержание рутения от 12 до 37 %). Поле платиноидов из ручья Неожиданного смещено в нижнюю позицию из-за содержаний рутения 1–31 %. Точки анализов из россыпи реки Киалим на Южном Урале близки составам платиноидов ручья Неожиданного.

Состав микровключений из археологических памятников (см. в табл. 5.6–5.8) и на диаграммах Os–Ru–Ir–Pt (рис. 5.10–5.12), составленных по атомным количествам. Номера точек на диаграммах соответствуют номерам микровключений в таблицах.

Фигуративные точки составов сибирских микровключений на диаграмме (см. рис. 5.10) сосредоточены вблизи рутениевого тренда, зерно ХД-15-2-2 из могильника Ханкаринский Дол тяготеет к осмиево-рутениевому тренду, а зерно Ха-15-6 — к иридиево-осмиевому. Налицо ситуация, аналогичная и для уральских находок. Пока не установлены составы, принадлежащие иридиево-рутениевому тренду, но это может быть вызвано малым числом сибирских анализов.

Фигуративные точки составов уральских микровключений (см. рис. 5.11) распределены по всему полю диаграммы, причем выделяются четыре основных тренда. Рутениевый тренд (Ru) располагается в центре диаграммы, имея субвертикальное положение от основания (Os–Ir) к рутениевой вершине. Большинство микровключений относится к рутению, а меньшая часть — к осмию. Иридиево-осмиевый тренд (Ir→Os) располагается в правой части диаграммы и ориентирован в направлении от иридиевой к осмиевой вершине параллельно основанию (Os–Ir). Все микровключения этого тренда относятся к иридию. Фигуративные точки двух охарактеризованных трендов отвечают составам минералов из месторождений платиноидов, генетически связанных с гипербазитами [Tolstykh et al., 2002; Uysal et al., 2009; Агафонов и др., 2005; Зайков и др., 2015б; Ойдуп и др., 2012].

Иридиево-рутениевый тренд в правой части диаграммы характерен для наноразмерных частиц (менее 1–3 мкм). Они распространены по периферии более крупных микровключений (см. рис. 5.9), в них зафиксировано уменьшение количества осмия и возрастание содержание иридия и рутения (рис. 5.13). Данные по физическим и химическим свойствам осмия указывают, что изменение состава может быть вызвано окислительными процессами [Краткая …, 1964]. Известен факт окисления мелко раздробленных частиц осмия при нагревании. Реальность такого явления для исследованных случаев подтверждается наличием микропор размером 0,1–0,4 мкм, количество которых в изделиях составляет 5–10 %. При плавке золота раскаленный воздух, содержавшийся в микропорах, мог вызывать окисление осмия с последующей ассимиляцией продуктов окисления расплавом. Подтверждением тому могут быть повышенные содержания осмия (2 мас. %) в золоте, вмещающем раздробленные микровключения.

Появление мельчайших частиц по периферии более крупных микровключений могло быть обусловлено двумя основными причинами: механическими деформациями зерен осмия при изготовлении золотой фольги и растрескиванием (десквамацией) их в расплаве золота. Так как в первом случае состав микровключений оставался бы неизменным, то более реален второй вари-

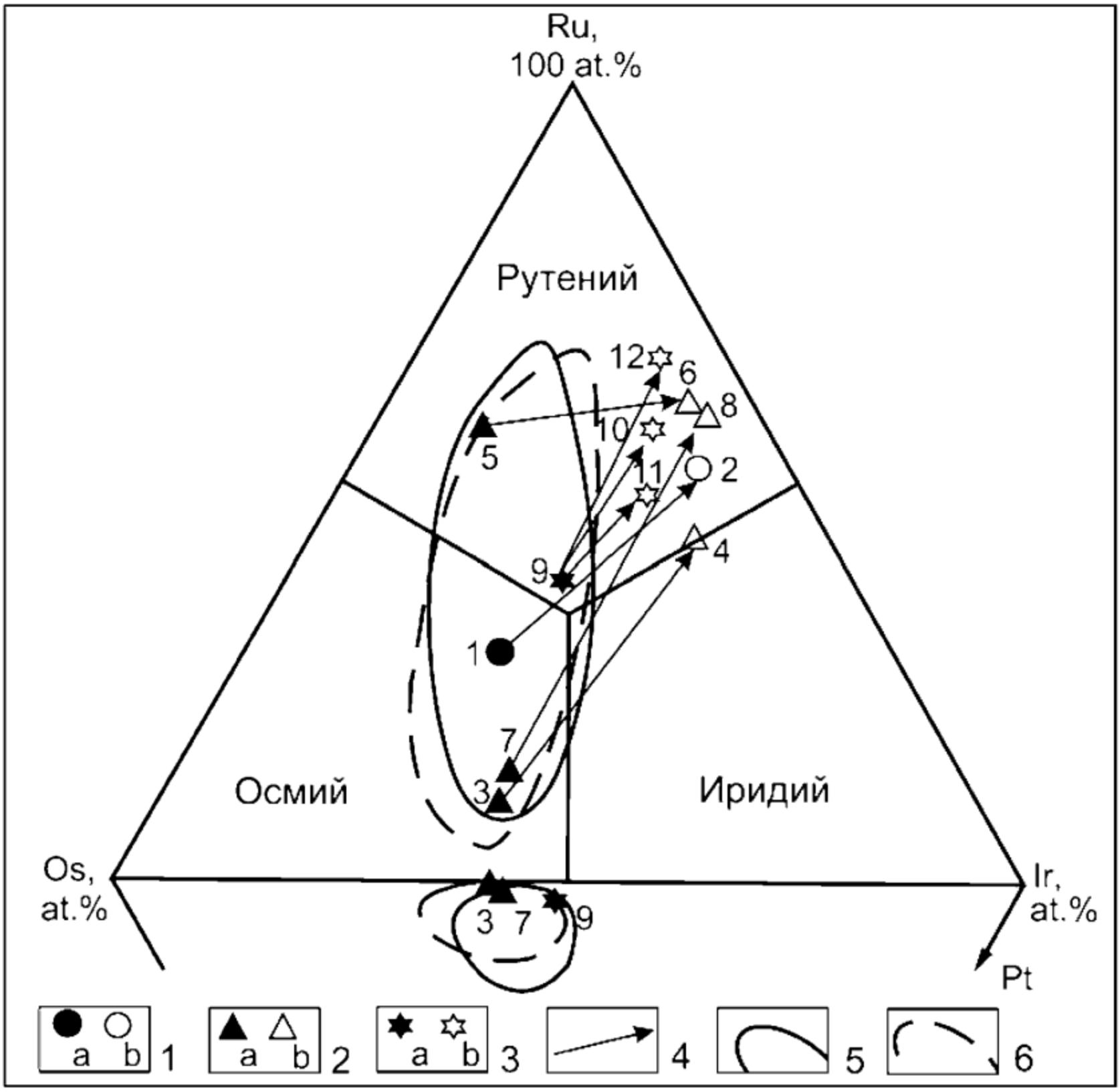


Рис. 5.13. Тройная диаграмма, иллюстрирующая воздействие золотого расплава на микровключения платиноидов:
1 — первичные (a) и вторичные (b) из могильника Кичигино I: *2* — первичные (a) и вторичные (b) из могильника Филипповка I: *3* — первичные (a) и вторичные (b) из Фанагории; *4* — траектории изменения состава; *5* — основное поле фигуративных точек составов микровключений платиноидов из древних золотых изделий; *6* — Киалимская россыпь

ант — растрескивание во время плавки, что сопровождалось уменьшением содержания осмия в отторгнутых частицах.

Природа осмий-рутениевого тренда не совсем ясна и, возможно, обусловлена геологическими различиями гипербазитов, дающих россыпи платиноидов. В связи с этим обращает на себя внимание публикация В. В. Мурзина с соавторами [2015] по характеристике минералов платиновой группы из Мурзинско-Адуйской россыпи Среднего Урала. Эта россыпь приурочена к останцу гипербазитов в гранитогнейсах. На треугольной диаграмме платиноиды образуют рутениевый и осмий-рутениевый тренды (рис. 5.14). Поскольку россыпепроизводящие гипербазиты, несомненно, испытали тепловое воздействие гранитоидов, естественно предположить влияние магмогенера-

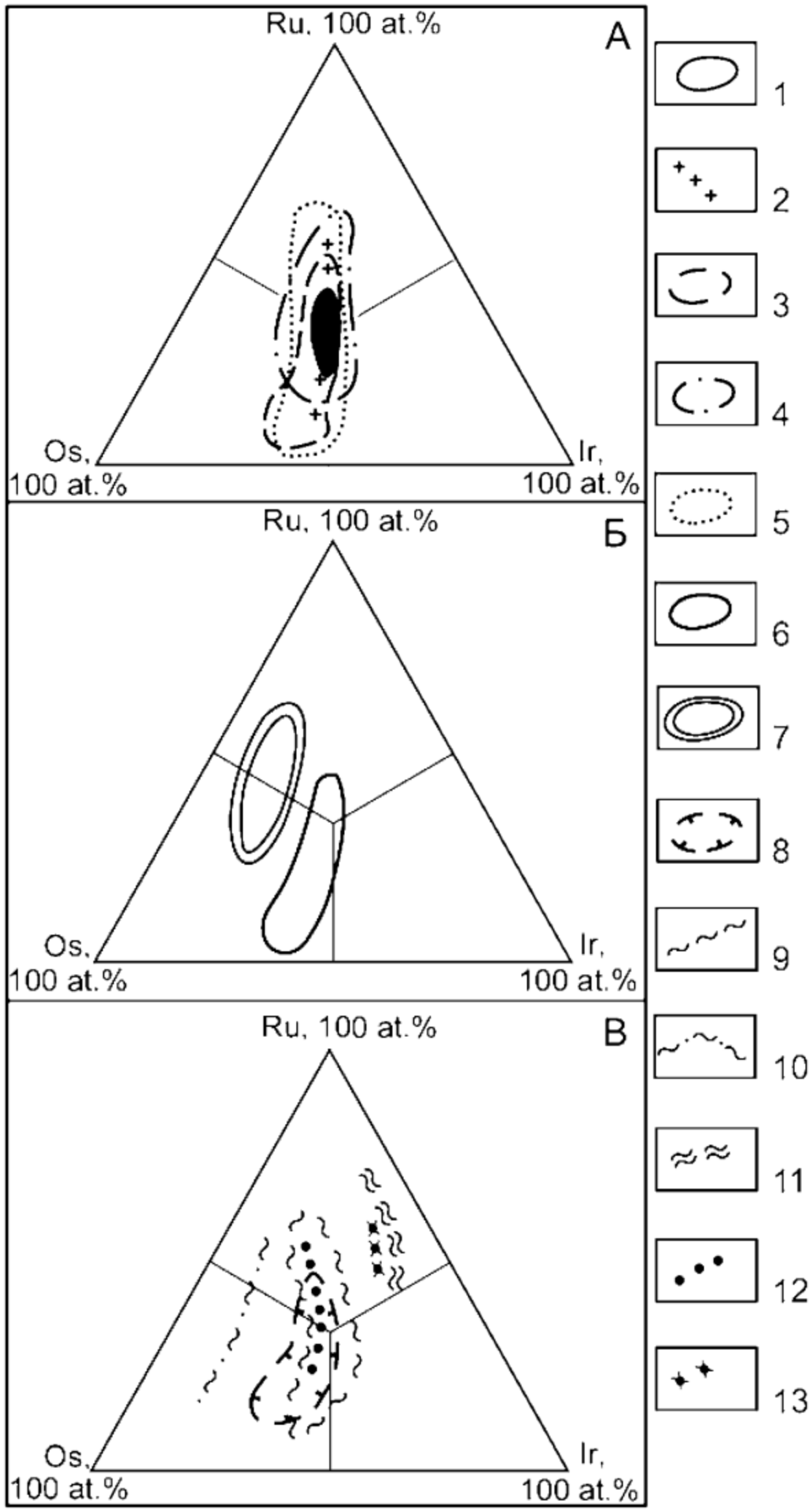


Рис. 5.14. Треугольные диаграммы составов платиноидов из россыпей и микровключений в древних золотых изделиях:
А — платиноиды из россыпей Сибири и Южного Урала (*1* — Кундус, *2* — Систиг-Хем, *3* — Неожиданный, *4* — Золотая, *5* — Киалим); *Б* — платиноиды из Алабашской россыпи Среднего Урала (*6* — поле рутениевого тренда, *7* — поле осмий-рутениевого тренда); *В* — микровключения платиноидов (*8* — Ханкаринский Дол и Инской Дол, *9* — Филипповские, поле рутениевого тренда, *10* — Филипповские, линия осмий-рутениевого тренда, *11* — Филипповские, линия иридий-рутениевого тренда, *12* — Фанагория, линия рутениевого тренда, *13* — Фанагория, линия иридий-рутениевого тренда)

ции на состав платиноидов. Воздействие выражается в понижении содержания иридия до 10 %.

Отмеченные обстоятельства необходимо учитывать при определении источников платиноидов для золота, из которого были изготовлены древние украшения. С некоторой долей условности можно выделить два типа гипербазитовых массивов, дающих россыпи золота и платиноидов. Первый — в офиолитовой раме среди базальтов и кремней со стандартным рутениевым трендом платиноидов. Второй — среди гранитоидов, оказавших тепловое воздействие на гипербазиты.

Можно принять, что платиноиды с низкими значениями иридия, соответствующие осмий-рутениевому тренду, испытали значительное тепловое воздействие гранитоидов, подобное установленной в районе Мурзинско-Адуйской россыпи. На Южном Урале такая ситуация свойственна золотоносным россыпям в районе Кочкаря [Спиридонов, 1996]. На этом участке развиты гранитоиды и некоторые тела гипербазитов находятся непосредственно в контакте с гранито-гнейсами. Платиноиды из этого района должны были испытать такое же тепловое воздействие, как и аналогичные минералы в Мурзинско-Адуйской россыпи. Соответствующие платиноиды установлены в золотых изделиях из ближайшего могильника Кичигино I, а также могильников Филипповка I и II. Платиноиды из этих археологических памятников испытали и воздействие золотого расплава, обусловившего пониженные содержания осмия.

Положение фигуративных точек микровключений платиноидов относительно состава золотых изделий (табл. 5.11) показано на рис. 5.15, который отражает разнообразие металла, в который попадали микровключения. Золото Аржана-2 соответствует диапазону 715–790 и 860–920 ‰, при этом осмий установлен в золоте из второго интервала. Изделия из Ханкаринского Дола и Инского Дола включают осмий в золоте пробностью 560 и 770 ‰. Золото Филипповских могильников имеет пробность 620–760 и 790–980 ‰, микровключения осмия обнаружены в золоте обоих интервалов. Примерно такая же ситуация у золотых изделий могильников Переволочан I и II и одиночного кургана Яковлевка II, однако микровключения осмия приурочены к золоту пробностью 840–890 ‰. Для могильника Магнитный характерно более компактное распределение состава золота (770–980 ‰), причем осмий приурочен к высокопробному интервалу. Золото могильника Кичигино I охватывает три интервала 700–720, 790–870, 930–970 ‰. Зерна осмия выявлены в золоте первого интервала.

Оценивая общую картину распространения микровключений, отметим приуроченность осмия в могильниках Филипповка I и II, Магнитный и в Фангории к рафинированному золоту. В остальных могильниках Урала и Сибири четкой приуроченности к золоту определенного состава не наблюдается.

Различие состава золота, вмещающего платиноиды из Алтае-Саянского и Уральского регионов, иллюстрируется рис. 5.16. В первом практически все золото, содержащее микровключения, имеет пробность 500–720 ‰, а во втором — 620–990 ‰. Это свидетельствует о различии гипербазитов, пита-

Таблица 5.11

Состав золота с включениями платиноидов из курганов Южного Урала

№ п/п	Памятник, курган	№ пробы	Предмет	К-во ан.	Au	Ag	Cu	Сумма	Датировка
Урал									
1	Степной	1637ab	Подвеска	5	86,28	12,13	0,89	99,30	XV–XIV до н. э.
2	Ушкаттинский	Ук7	Подвеска	3	77,02	17,99	4,99	100,00	XIII–XV до н. э.
3	Филипповка I, курган 1	Ф-13-2	Фольга	4	93,07	5,03	1,36	99,46	V–IV вв. до н. э.
4		F-13-3		8	94,12	3,21	2,03	99,36	
5		F-13-5		6	95,40	2,78	1,53	99,71	
6		F13-8		8	95,08	2,69	1,75	99,52	
7		F13-9		5	92,29	5,43	1,85	99,57	
8	Филипповка I, курган 4	7-1	Инкрустация меча	11	97,52	0,82	1,29	99,63	
9	Филипповка II, курган 1	Ф13-73		3	65,66	30,57	3,37	99,61	
10		Ф13-103		4	74,58	22,86	2,12	99,56	
11	Переволочан-I	11.5.8	Накладка	4	87,05	4,23	8,67	99,95	IV в. до н. э.
12	Яковлевка II	Я-3	Подвеска	5	79,88	18,44	2,64	100,96	IV в. до н. э
13	Кичигино I, курган 3	К3-5 (МЯ5-бр)	Фольга	6	72,68	23,23	3,95	99,86	IV в. до н. э.
14	Кичигино I, курган 5	К5-7	Фольга	4	71,52	24,37	3,79	99,68	IV в. до н. э.
15	Климовский	173-БК	Фольга	7	76,55	17,68	4,29	98,53	VI–V в. до н. э.
16	Магнитный	М-2	Бляшка полусферическая	3	99,48	0,26	0,19	99,93	III в. н. э.
17	Магнитный	М-3-28	Бляшка треугольная	5	94,97	4,06	0,88	99,91	III в. н. э.
18	Уфа-II	U2-GO12-3	Спираль	6	63,10	31,18	5,41	99,69	VII–IX н. э.
10	Уфа-II	UGO–12-4	Проволока	4	97,45	1,61	0,66	99,72	VII–IX н. э.

Окончание табл. 5.11

№ п/п	Памятник, курган	№ пробы	Предмет	К-во ан.	Au	Ag	Cu	Сумма	Датировка
Алтай, Тува									
20	Ханкаринский Дол, курган 15	Xn11-2	Головной убор	1	51,82	45,59	2,38	99,79	IV — начало III вв. до н. э.
21		Xa-15-1a	Золотая обкладка гривны	3	70,27	25,83	3,43	99,53	
22		Xa-15-2-1	Аппликация с головного убора	2	69,14	27,55	2,66	99,35	
23		Xa-15-6	Золотая окантовка головного убора	4	71,08	24,52	3,99	99,59	
24		Xa-15-7		4	71,33	25,03	3,32	99,68	
25		Xa-15-8	Золотая нашивка	3	71,51	24,73	3,55	99,79	
26		Xn18-1	Аппликация	1	68,02	28,96	2,60	99,58	IV — начало III в. до н. э.
27		Xn18-2		2	68,67	28,11	2,73	99,51	
28	То же, курган 22	Xn25-1	Фольга	1	53,54	44,06	2,26	99,86	
29	Инской Дол	ID 5	Золотая нашивка	1	64,18	32,02	3,07	99,27	IV — начало III в. до н. э.
30		ID 8		1	61,52	35,39	2,55	99,46	
31	Инской Дол, курган 1	In3	Фольга	5	57,32	39,32	3,10	99,73	
32	Инской Дол, курган 2	In4	Головной убор	4	60,50	36,29	3,17	99,96	
33	Аржан-2	Ap2-3-1	Инкрустация на железном чекане	3	90,55	8,39	0,81	99,77	VII в. до н. э.

Примечание: анализы выполнены на приборе РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров).

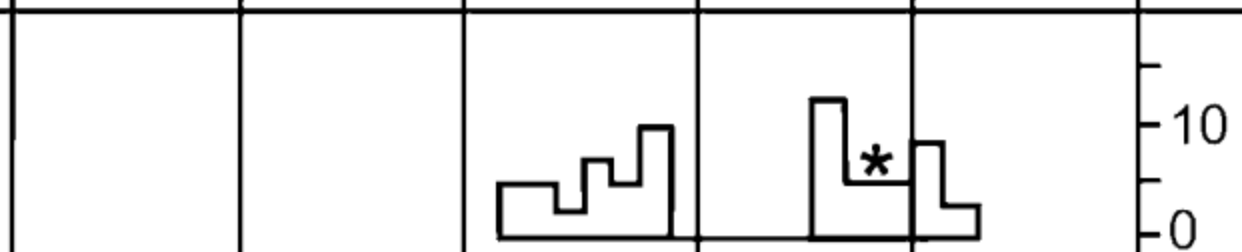
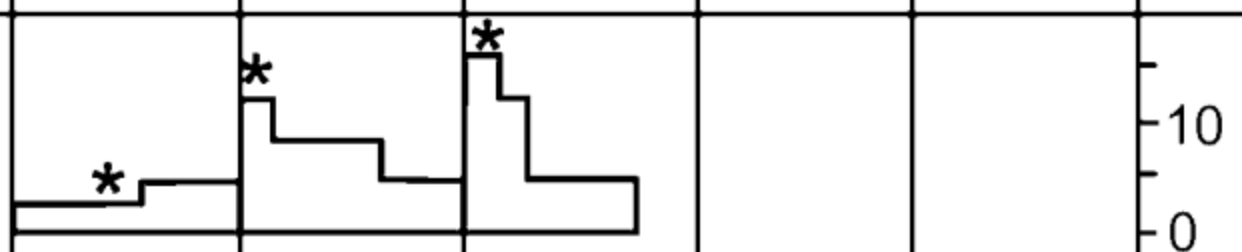
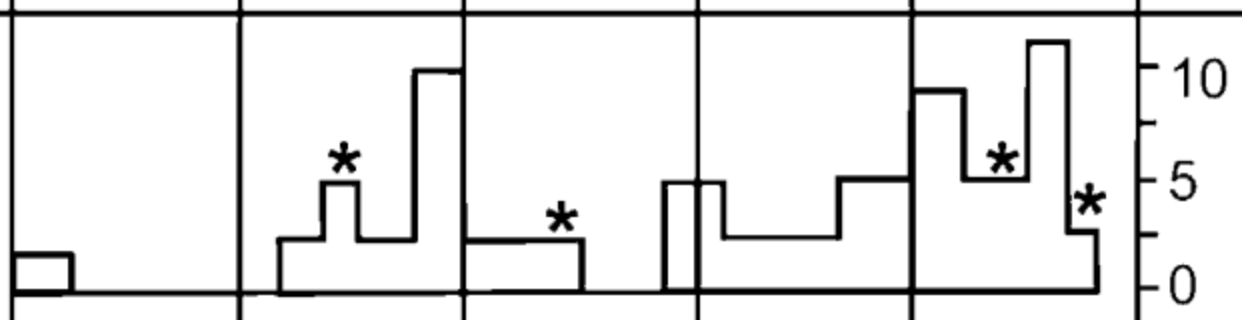
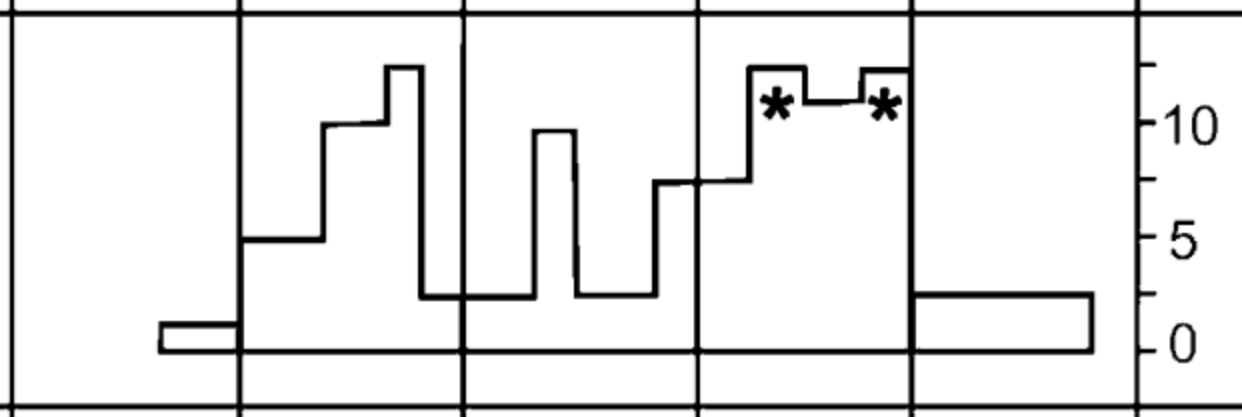
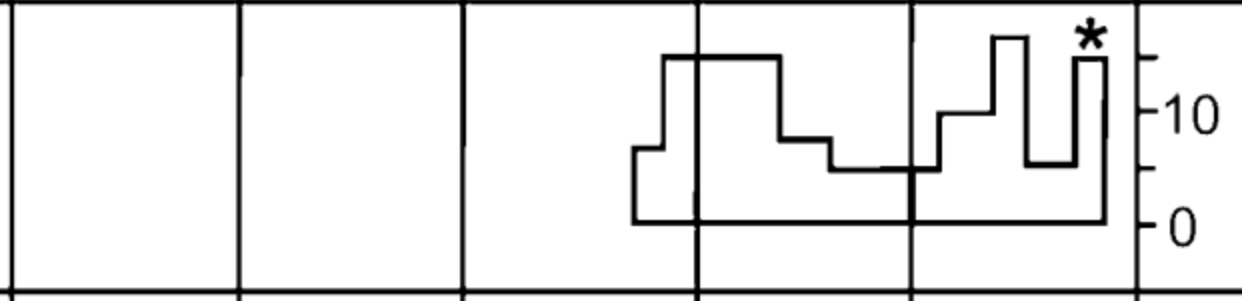
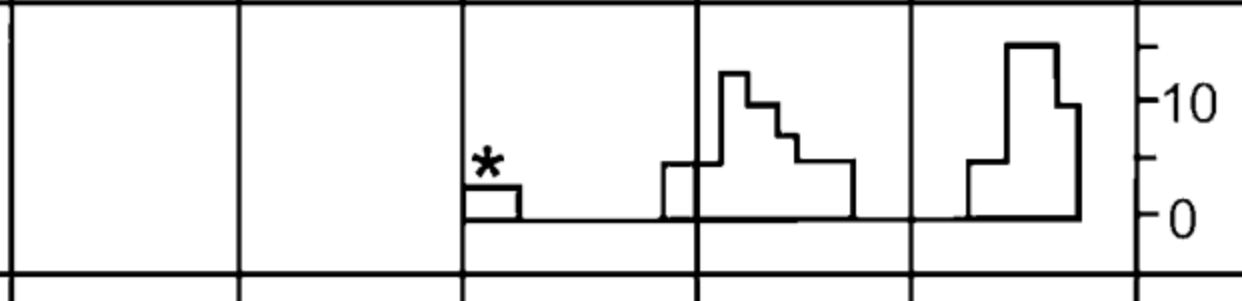
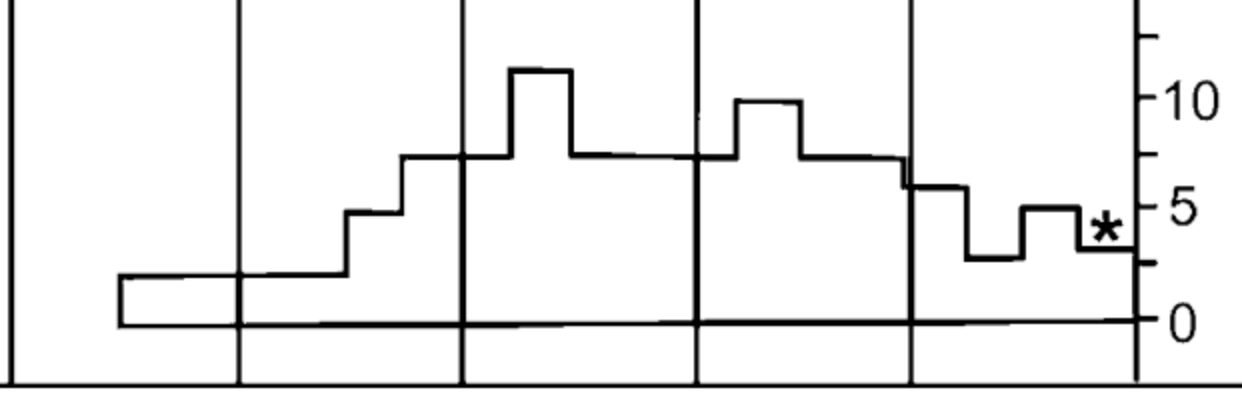
№ п/п	Археологические памятники, коллекции, тип и кол-во анализов	Пробность 600 700 800 900 / J
1	Аржан-2, IV Эрмитаж. РСМА, 25	
2	Ханкаринский Дол+Иской Дол, АлтГУ, РСМА, 47	
3	Филипповка I–II, ИА РАН, РСМА, 127	
4	Переволочан I+II, · Яковлевка II СГПА.РФА, 142	
5	Магнитный, ЮУрГУ РФА, 111	
6	Кичигино I. ЮУрГУ РСМА. 82	
7	Фанагория, ИА РАН+ГМИИ, РФА, 185	

Рис. 5.15. Гистограммы состава золота с микровключениями платиноидов (показаны звездочками)
Организации: АлтГу — Алтайский госуниверситет, ИА РАН — Институт археологии РАН, СГПА – Стерлитамакская государственная педагогическая академия, ЮУрГУ — Южно-Уральский госуниверситет, ГМИН — Государственный музей изобразительных искусств.

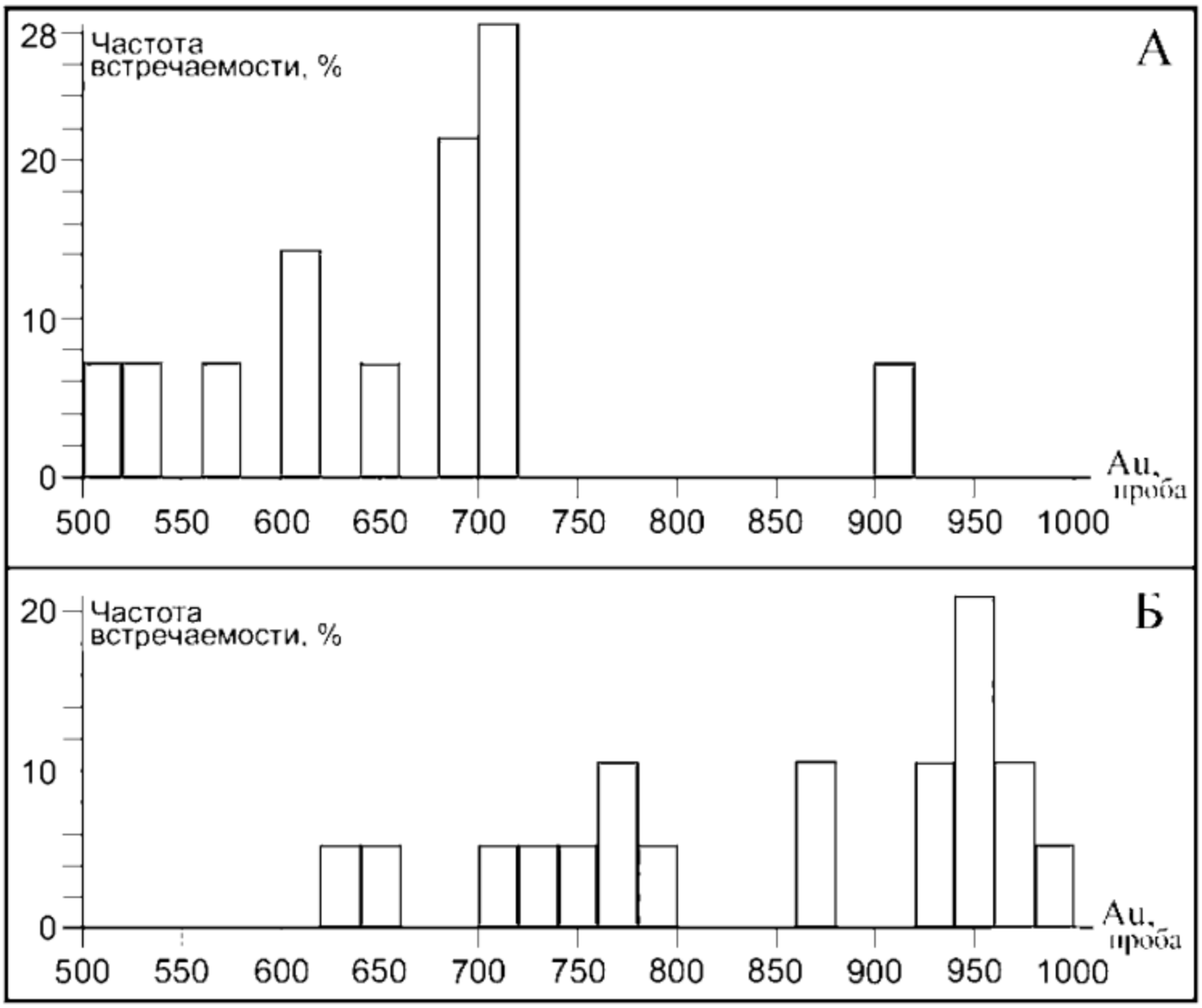


Рис. 5.16. Гистограммы пробности золота, содержащего микровключения платиноидов:
А — Алтае-Саянский регион. 14 значений (данные РСМА, таблица 5.11);
Б — Уральский регион, 19 значений (данные РСМА, табл. 5.11)

ющих соответствующие россыпи. В Алтае-Саянском регионе гипербазиты являются элементами вендско-кембрийских разломов, а на Урале — ордовикско-силурийских.

ГЛАВА 6. ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ МЕТАЛЛА ДЛЯ ДРЕВНИХ ЮВЕЛИРОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕВРАЗИИ

Обратимся к истории древней горнорудной деятельности и следам использования золота и серебра на исследуемой территории. Анализ расположения древних рудников и археологических памятников позволил очертить горно-металлургические области в пределах Евразийской горно-металлургической провинции (рис. 6.1). На этой территории выделяются Урало-Мугоджарская, Казахстанская и Алтае-Саянская горно-металлургические области, границы которых несколько не совпадают с охарактеризованными в предыдущих главах регионами (рис. 6.2). Первое отличие касается Урало-Мугоджарской области, в которой древние рудники связаны с уральскими геологическими структурами. Главными из них являются гипербазитовые комплексы и базальтоиды Главного Уральского и Восточно-Уральского раз-

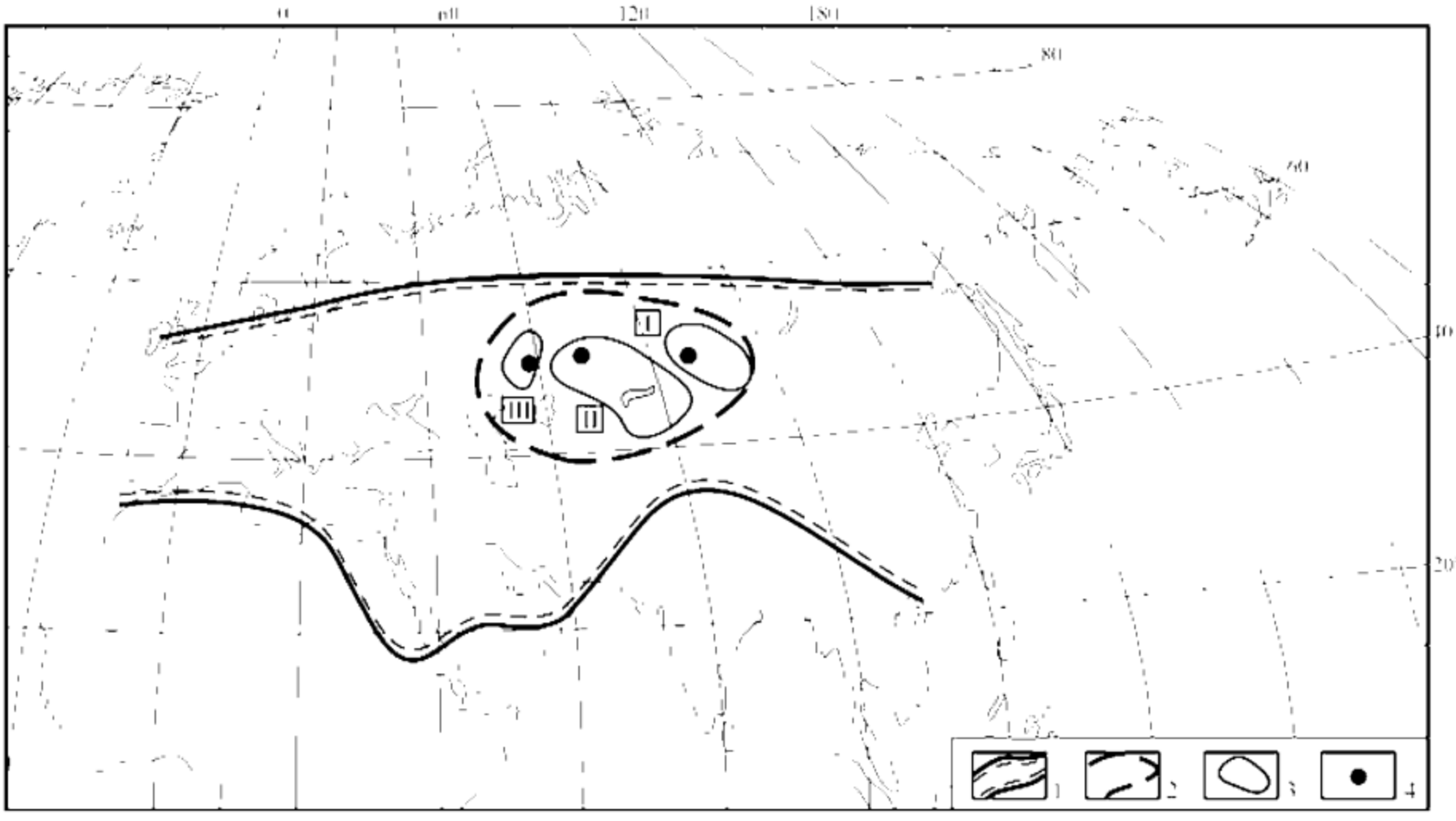


Рис. 6.1. Схема положения Евразийской горно-металлургической провинции в Евразийском горнорудном поясе:
1 — примерные контуры горнорудного пояса; *2* — контуры провинции; *3* — горно-металлургические области раннего железного века (*I* — Алтае-Саянская, *II* — Казахстанская, *III* — Урало-Мугоджарская): *4* — горно-металлургические центры бронзового века

Рис. 6.2. Позиция горно-металлургических областей в Евразийской провинции:
1 — границы областей; *2* — государственные границы

ломов. Второе отличие — принадлежность колчеданоносных районов российской части Алтае-Саянской области к Рудному Алтаю, большая часть которого находится на территории Казахстана. Это показывает целесообразность рассмотрения древних рудников указанной структуры в составе Казахстанской горно-металлургической области.

Археологические памятники Центральной Евразии с богатым золотым инвентарем находятся на территориях с многочисленными коренными и россыпными месторождениями золота. В связи с этим естественна мысль, что в древности для изготовления украшений добывалось и использовалось местное золото. В то же время, стиль изделий свидетельствует о том, что многие артефакты были импортными. Главными мастерскими, откуда поступали изделия, считаются ахеменидские и/или среднеазиатские [Влияния…, 2012], поэтому не исключено, что использовалось и внешнее золото. Наконец, реален вариант использования золота из различных источников. Решение поставленной задачи возможно на основе анализа двух главных факторов: откуда взят металл и где изготавливались предметы.

Для местного золота возможны два варианта: первый — использование золота из россыпей, второй — добыча и переработка золотоносных руд из коренных месторождений. Не случайно «золотоносные» курганы располагаются в горнорудном поясе с развитой системой древних рудников и сопутствующей металлургией. При плавке меди из руд, содержащих золото, были получены первые капли благородного металла, после чего следовала целенаправленная добыча именно золота.

Авторами разработаны минералого-геохимические критерии определения местных источников золота для древних ювелиров. Наиболее точным свидетельством являются микровключения платиноидов в древних золотых изделиях. Менее определенный ответ дает сопоставление пробности изделий и золота коренных месторождений, для чего предложена соответствующая диаграмма [Зайков, Зайкова, 2015]. Такой способ более информативен для Казахстанской горно-металлургической области, в которой мала доля россыпного золота в силу физико-географических факторов (слабо развитой речной сети). Как задача будущего стоит проблема получения точных паспортов золота из месторождений различных регионов.

6.1. Добыча золота в древности

Начало добычи золота на исследуемой территории относится к первой половине II тысячелетия до н. э. (андроновский этап бронзового века, 2000–1500 лет до н. э.). С этим периодом связаны первые находки изделий из золота и серебра [Марфунин, 1987]. Разработка месторождений носила прерывистый характер, что установлено по неравномерному распределению золотых предметов в разновозрастных захоронениях. Периоды расцвета горнорудной деятельности сменялись периодами упадка, вызванными войнами, болезнями, переселениями народов и другими глобальными и локальными причинами. На Урале и в Сибири золото добывалось преимущественно из россыпей, о чем свидетельствуют находки древних орудий в приисках XIX и XX вв. В Казахстане разрабатывались древние рудники с золотосодержащими рудами, россыпи здесь развиты ограниченно.

Алтае-Саянская горно-металлургическая область

Следы древней горной деятельности установлены во многих рудных районах (рис. 6.3). Прежде всего, упомянем древние рудники Салаира и российской части Рудного Алтая, где разрабатывались зоны окисления колчеданно-полиметаллических руд с высокими содержаниями золота и серебра. Признаки добычи в древности золотых руд установлены на Змеиногорском руднике, где был найден скелет рудокопа с кожаным мешком, содержащим золотоносные охры [Максимов, 1977]. Большое значение имела разработка россыпей с примесью платиноидов по многим рекам Алтая и Салаира.

На Салаире древние горные выработки установлены на Каменушинском и Чучулинском участках [Герман, Савельева, 2014]. Обширный материал по древним рудникам Салаира и Алтая подготовлен А. И. Гусевым и В. В. Зайковым [2015]. По этим рудникам были открыты месторождения колчеданно-полиметаллических, золото-кварцевых, золото-скарновых руд, а в Хакасии и Туве — золото- и серебросодержащие залежи.

В **Каменушинской копи** действовал карьер по добыче колчеданно-полиметаллических руд. В его верхней части была развита зона окисления глубиной до 80 м с повышенными содержаниями серебра.

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.

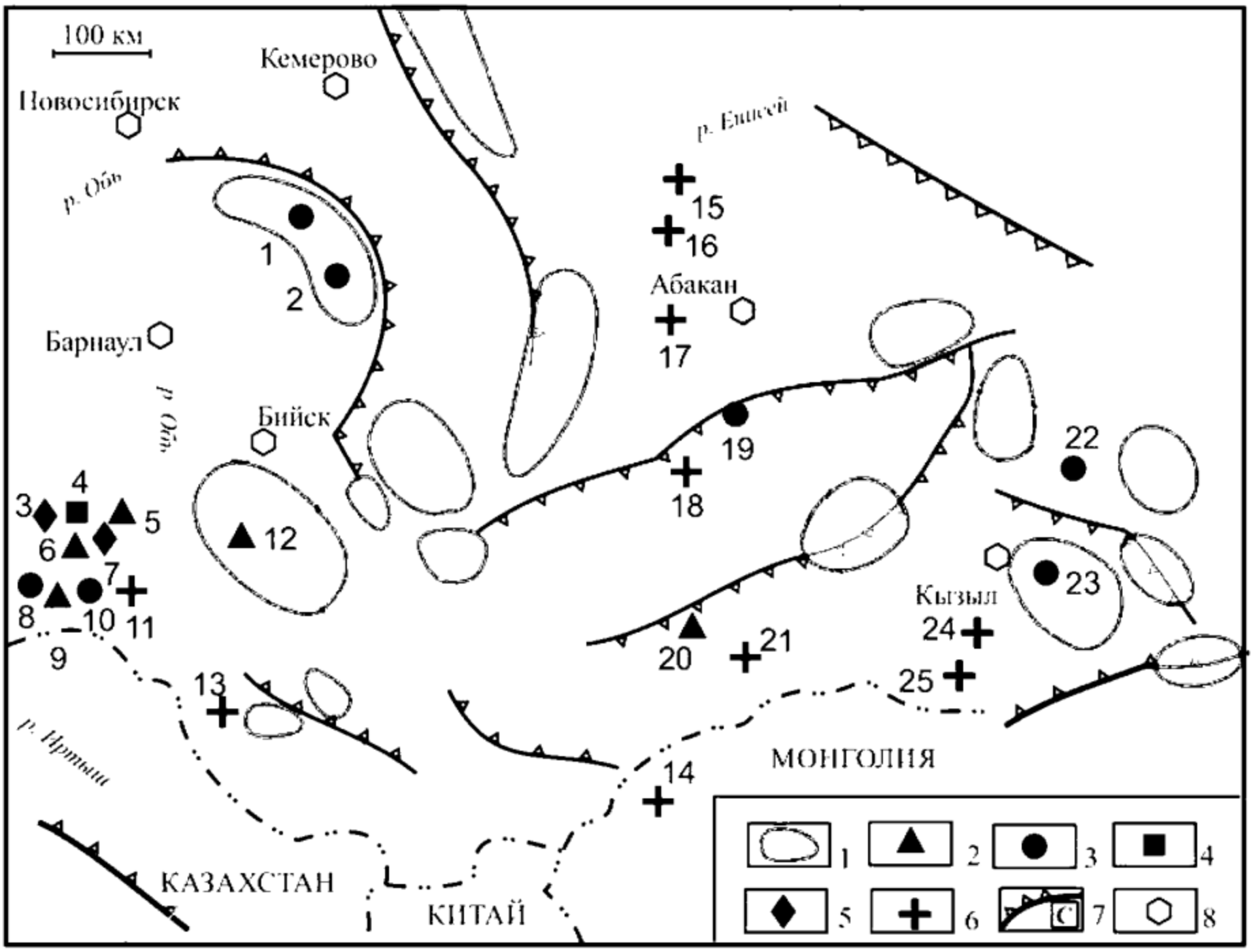


Рис. 6.3. Схема размещения древних рудников Алтае-Саянского региона:
1 — основные золото-россыпные зоны; *2–6* — древние рудники и современные месторождения по добыче руд (*2* — золото-кварцевых, *3* — зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений, *4* — золото-скарновых. *5* — золото-порфировых и серебряно-оловянных, *6* — медно-кобальтовых и медных серебросодержащих); *7* — глубинные разломы; *8* — основные города

Древние рудники: 1 — Чучулино-5, 2 — Каменушинский, 3 — Сурич, 4 — Мурзинский, 5 — Усольцевско-Политовское. 6 — Локтевский, 7 — Головинско-Чарышское, 8 — Гериховское, 9 — Черепановский, 10 — Змеиногорский, Золотушенский, Лазурское, 11 — Слесарское, Барковское, 12 — Солонешный. 13 — Владимировка, 14 — Асхатинское, 15 — Юлия, 16 — Темир, 17 — Улень. 18 — Бутрахты. 19 — Маинский, 20 — Хаак-Саирский, 21 — Чергакские, 22 — Кызыл-Ташский, 23 — Кызыл-Торгский, 24 — Он-Кажаа, 25 — Хову-Аксы

Сохранившиеся выемки имеют глубину до 10 м. По древним выработкам выявлено Чечулинское 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 [1952] с использованием материалов П.-С. Палласа. В одной из старых шахт на глубине 20 м 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 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. геологоразведочными работами на глубине выявлены неизвестные ранее высококачественные полиметаллические руды с высокими содержаниями серебра. 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 северо-западу от Змеиногорска. Месторождение отработано в прошлом веке до полного выклинивания известных кварцево-рудных 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 большого количества мелких различно ориентированных 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 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 отрабатываемых 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 северо-западу 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. Содержание (мас. %, а 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., отрабатывалось в XVIII–XIX вв. и в 1956–1964 гг. Добыто 278 000 т руды при содержании металлов (мас. %): Zn — 3,0; Pb — 4,4; Cu — 4,2. Рудная зона находится в полосе интенсивного рассланцевания 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.

Золоторудное Мурзинское I месторождение расположено в 2 км к северо-востоку от дер. Акимовка, на юго-восточном 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 [Баженов и др., 2002].

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, кобальтсодержащий арсенопиритовый, пирит-пирротиновый 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 кадмий (до10–20 г/т). Запасы кобальта по категориям $B+C_1+C_2$ 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 отрабатывалось: 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), ороговиковании, 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; 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 в гранит-порфирах.

Слесарское проявление олова и серебра располагается на водоразделе рек Белой и Большой Слесарки. Судя по архивным данным, рудопроявление 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 юго-запад 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 [Борисенко и др., 1992; 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-порфировые, золото-скарновые и серебросодержащие руды. Задачей дальнейших работ на древних рудниках являются поиски и исследование следов металлургической деятельности в виде шлаков и литейных форм.

Темирский рудник расположен в Хакасии в 20 км к западу от железнодорожной станции Уйбат. Рудные тела приурочены к зоне контакта известняков с гранитоидами и характеризуются мощной зоной окисления с малахитом, азуритом, хризоколлой, бурыми железняками. Глубина зоны окисления достигает 60 м. На двух участках месторождения, расположенных в 1,5 км друг от друга, известны древние карьеры, штольни и подземные камеры, в которых добывались малахитсодержащие руды. На первом участке остатки выработок размером до 25×12 м протягиваются субширотной цепочкой длиной около 1 км. На втором участке, названном Посельщик, они беспорядочно разбросаны на площади 0,5×1 км.

Следы плавки руд находятся в виде шлаковых отвалов в 300–600 м от участка Посельщик, причем состав руд, сохранившихся в плавильнях, аналогичен окисленным разностям. Здесь зафиксировано 10 древних шлаковых отвалов. Первый отвал имеет диаметр около 10 м и высоту 1,6 м. Почти в центре раскопа обнаружена продолговатая плавильная яма длиной 2,3, шириной 0,6 и глубиной 0.4 м. Яма заполнена медными шлаками с примесью черной сажистой земли и древесного угля. Рядом с ней найдены два небольших слитка меди, фрагменты воздуходувных сопел. На краю раскопа находится печь, сложенная из гранитных плит. Размер ее 3×1×0,7 м, верх перекрыт гранитной плитой толщиной 10–13 см. Вся камера заполнена медными шлаками, углем и золой. Около печи найдены мелкие каплевидные слитки меди и много фрагментов глиняных воздуходувных сопел и обломков литейных форм, а также кусочки окисленных руд. Вблизи шлакового отвала обнаружены обломки горшков карасукского типа. В 100 м западнее находятся два отвала, где также обнаружены плавильные ямы с остатками шлаков, обломками руд, сопел и литейных форм.

Я. И. Сунчугашевым в окрестностях Темира выявлено поселение рудокопов. Оно фиксируется очагами и ямками, которые остались от столбов временных построек. Здесь отмечены обломки сопел, молотов, руд и шлаков. Керамическими материалами оно датируется VII–III вв. до н. э. (тагарское время). Однако начало горных работ на Темире относится к карасукскому времени (XII–VIII вв. до н. э.) [Сунчугашев, 1969].

Рудник Улень находится в восточном отроге Кузнецкого Алатау в 35 км к западу от железнодорожной станции Сон. Памятники древнего горного дела стали известны благодаря открытию Глафиринского медного месторождения в начале XX в. Из добытой руды в период 1911–1918 гг. было получено 3555 т меди. В ходе горных работ были найдены «чудские» выработки, орудия труда древних горняков (обломки молота, наковальня)

и куски шлаков. На рудном поле обнаружено 18 древних выработок длиной 5–25 и шириной 5–10 при глубине до 20 м. Совмещение плана расположения древних горных выработок с планом штольневых горизонтов, составленных Л. И. Шаманским, показало, что разрабатывался верхний окисленный уровень. Первичные руды Глафиринского рудника представлены пиритом, пирротином, халькопиритом, в окисленных разностях встречается самородная медь. Средние содержания меди в рудах 4,1 %. По заключению Я. И. Сунчугашева [1969], месторождение разрабатывалось в карасукское и тагарское время.

Рудник Юлия стал объектом интенсивных разработок в первой половине XX в. В 1901 г. на нем проводило работы русско-английское акционерное общество «Енисейская медь». За десятилетие 1908–1918 гг. было добыто около 200 тыс. т руды с содержанием меди от 1,2 до 4,6 %. Широкие поисковые работы начались в 1930-е гг., а промышленная добыча руды развернулась после войны. Рудные тела располагаются на контактах интрузий гранитоидов с известняками.

Мало затронуты современными горными работами древние карьеры на «чудском участке» в 4 км к северу от Цветногорска. Они располагаются на хребте и тянутся цепочкой в виде залесенных и заплывших карьеров и воронкообразных ям на 700 м. Длина их 10–20 м при ширине 5–13 м и глубине 1–7 м. Древние горняки следовали за наклонными или вертикальными рудными телами. Судя по многочисленным находкам малахитсодержащих руд в шлаковых отвалах, добывались, в основном, окисленные разности.

Рудник Бутрахты расположен на междуречье Абакана и Таштыпа, возле современного Абазинского железорудного месторождения. В бутрахтинских рудах велико содержание мышьяка, кобальта и никеля, что явилось важным обстоятельством для получения мышьяковой бронзы. Химический состав богатых руд, по данным Н. Н. Шишкина (мас. %): CuO 22,6; Fe_2O_3 18,3; As_2O_5 23; Bi_2O_3 3,9; Sb_2O_3 2,4. Очень интересны высокие содержания сурьмы и висмута, что дает надежду на выявление древних изделий из металла, полученного из бутрахтинских руд. Древние выработки имели вид продолговатых оплывших карьеров длиной до 50 м при ширине 10 м. Поперек одного из карьеров пройдены три траншеи. На глубине 3–4 м были найдены каменные молоты и раздавленный скелет рудокопа, погибшего от обвала.

Маинское месторождение расположено на левобережье реки Енисей, близ пос. Майна. Следы разработки золотоносной зоны установлены в виде оплывших карьеров диаметром 20–40 м и глубиной 5–10 м на западном фланге рудного поля [Зайков и др., 2004]. 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 опалитах — 3–4 г/т, но по опыту работ на Майкаинском месторождении в Казахстане можно предположить, что в сыпучках они были гораздо выше. Состав колчеданных руд обычен для медноколчеданных месторождений: халькопирит, сфалерит, пирит, магнетит. Главное рудное тело объединяет 15 рудных линз общей протяженностью 320 и мощностью 33–45 м.

В Туве установлено, что основными источниками золота для древнего населения могли служить россыпи по рекам Бай-Сют, Хопто, Черная, Шанган. В них при разработке в XX в. были выявлены древние орудия труда, сделанные из бронзы. Россыпи рек Хопто, Кундус, Харал, Неожиданного и других содержат зерна платиноидов, подобные выявленным в золотых изделиях из кургана Аржан-2. Древние рудники в Туве также исследованы и описаны неутомимым Я. И. Сунчугашевым [1969]. Главные выработки, в которых добывались медные и медно-мышьяковые руды, установлены в трех рудных районах: Хову-Аксынском, Чиргакском, Ондумском.

На **Хаак-Саирском месторождении золота** в Западной Туве Б. Д. Васильевым [Васильев и др., 1978] установлен оплывший карьер поперечником несколько десятков метров. Он приурочен к лиственитам, содержащим вкрапленность самородного золота и электрума в ассоциации с сульфидами и арсенидами.

О металлургической деятельности в Ондумском районе свидетельствуют остатки горнов с железными шлаками вблизи **Тарданского золото-скарнового месторождения**. По данным Я. И. Сунчугашева [1975], они сооружались в глинистом грунте, имели объем 0,12–0,24 м^3 и глиняную обмазку толщиной 2–3 см. Подача воздуха осуществлялась мехами кузнечного типа, и температура в процессе плавки могла превышать 1200 °С. Горны вскрыты во многих местах в районе прииска Бай-Сют в обрывах реки. Остатки их сопровождаются черными пятнами железного шлака, древесного угля и золы. В заполнении горнов найдены обломки ошлакованных сопел с диаметром дутьевого канала 4–5 см. Кроме этого, обнаружена яма диаметром 2,2 и глубиной 0,7 м для получения древесного угля.

Кызыл-Торгские рудники. В Ондумском рудном районе выявлено несколько пунктов распространения древних выработок, из которых наиболее изучены Кызыл-Торгские рудники. Оруденение приурочено к рудоносным метасоматитам с прожилково-вкрапленной золото-колчеданно-полиметаллической минерализацией. На этом участке сохранилось около 30 выемок и карьеров, 8 шлаковых отвалов и медеплавильное сооружение. Большинство выработок представляют собой округлые ямы диаметром 5–10 м 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 пожог.

В окрестностях Кызыл-Торгского рудопроявления известны два участка, на которых имеются древние выработки: Чыланныгский и Медный [Зайков, 1976]. Рудоносные породы те же, что и на Кызыл-Торге, но морфология выработок иная: это оплывшие карьеры длиной 30–50 м и глубиной 2–3 м. Приурочены выработки к линзам золото-барит-гематитовых пород с пропластками медных руд.

В Туве основными районами, в которых добывали серебросодержащие руды являются Хову-Аксынский и Чиргакский [Рудные..., 1981].

Хову-Аксынские рудники. На рудном поле Хову-Аксы древние выработки сохранились в виде заплывших карьеров, продолговатых ям, штолен. В них добывались серебросодержащие кобальт-арсенидные и медные руды [Сунчугашев, 1969]. По способу добычи они подразделяются на открытые — типа карьеров и подземные — типа штолен. Последние имеют сечение 0,5–2 м^2 и длину несколько метров. Максимальные содержания меди в рудах, вскрытых разными штольнями, находятся в пределах 4–7 %, мышьяка 1–2 %, серебра 50–160 г/т. На Южном участке в одной из штолен, вскрытой разведочной шахтой, вблизи забоя обнаружен скелет рудокопа. В древних рудниках Хову-Аксы были найдены различные орудия труда: 7 молотов весом 4–7 кг, изготовленных из крупных галек, 34 кирки, сделанных из отростков маральих рогов, песты, рудотерки и ступы. К северо-западу от месторождения, в зоне древних выработок, был выявлен шлаковый отвал размером в плане 6×7 м.

На **Чиргакском рудном поле** выявлено три месторождения, из которых наиболее значительным является Акчатское на правом берегу реки Чиргакы. На северном склоне сопки сохранилось около 20 выработок, причем одна из них является прерывистым карьером длиной 100 м. шириной 20 м и глубиной 5–10 м. Судя по составу отвала, она вскрывала карбонатные жилы с вкрапленностью халькопирита и серебросодержащих блеклых руд, а также малахита и азурита.

В Юго-Западной Туве имеется несколько рудных полей, в которых установлена серебросодержащая арсенидная минерализация. Эти объекты находятся вблизи пазырыкских могильников Алтая и до сих пор слабо изучены в археологическом отношении.

Казахстанская горно-металлургическая область

На территории Центрального и Северо-Восточного Казахстана сохранилось огромное количество древних выработок [Маргулан, 2001]. Особенно значительные следы древней золотодобычи отмечены в районе Степняка, Бестобе, Майкаина. На данной территории установлены многочисленные рудники, в которых добывались медные и оловянные руды (рис. 6.4). Большинство из них сопровождаются поселениями, в которых выявлены следы металлургических процессов в виде шлаков. Практически все они относятся к бронзовому веку. Возможно, что на некоторых из них добыча руды и выплавка из нее меди продолжались и в раннем железном веке.

Основным местом россыпного золота в Северном Казахстане является, как отмечал А. Х. Маргулан, район озер Боровое, Большое и Малое Чебачье, Балхаш (с долиной Сарыбулак), Копалыколь и Карасор.

Степняк. Один из древних золотопромышленных центров располагался в окрестностях нынешнего города Степняк. На Степняке площадь, занимаемая карьерами, составляет более 20 км^2. Карьеры достигали несколько сотен метров в длину и 30 м в глубину. Наряду с открытыми выработками были и подземные в виде дудок, уклонов, рассечек и штреков; для укрепления выработок оставлялись целики. Древние рудокопы извлекали лишь крупное видимое золото простой промывкой в ковше или лотке, поэтому объектами разработки для них служили участки кварцевых жил с содержанием

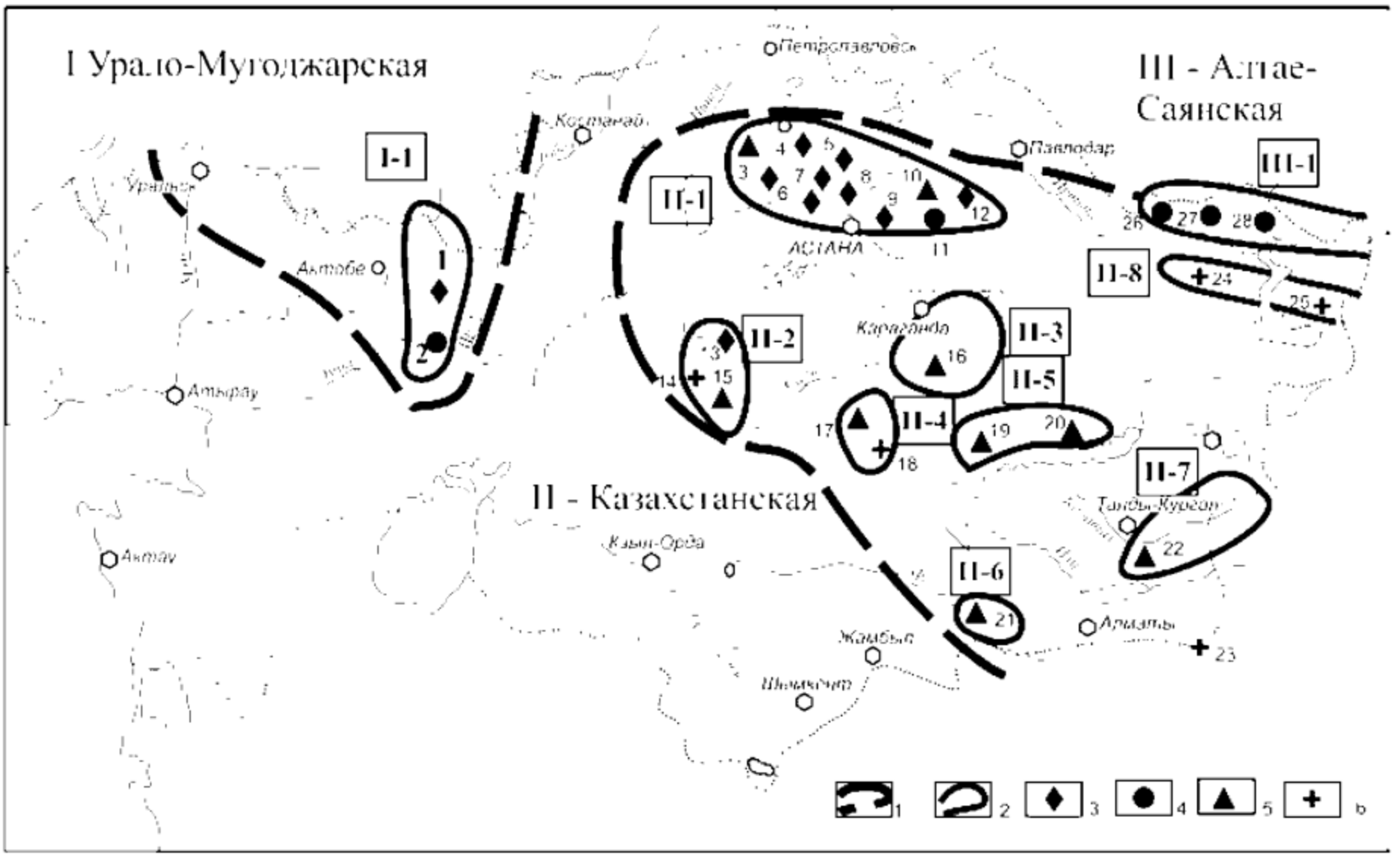


Рис. 6.4. Схема размещения древних рудников Казахстана [Маргулан, 2001; Берденов, 2008, с дополнениями]:

1 — горно-металлургические области (*I* — Урало-Мугоджарская, *II* — Казахстанская, *III* — Алтае-Саянская); *2* — горно-металлургические центры (*I-1* — Мугоджарский, *II-1* — Северо-Казахстанский, *II-2* — Жезказганский, *II-3* — Успенско-Каркаралинский, *II-4* — Бетпакдалинский, *II-5* — Балхашский, *II-6* — Шатыркольский, *II-7* — Талдыкорганский, *II–8* — Калбинский, *III-1* — Рудно-Алтайский); *3–6* — основные древние рудники (*3* — золото-кварцевые и золото-сульфидно-кварцевые, *4* — золотоносные зоны окисления колчеданно-полиметаллических месторождений, *5* — медные, *6* — оловянные)

Древние рудники: *1* — Юбилейный, *2* — Джиландинский, *3* — Имантау, *4* — Степняк, Ащилы, Атансор, *5* — Бестобе, Аксу, *6* — Моншакты, *7* — Акбеит, *8* — Жолымбет, *9* — рудники в горах Ерейментау (Жуантобе, Кыстымшокы, Тюлбклы, Карашат, Керегентас), *10* — Бозщаколь, *11* — Майкаин, *12* — Торткудук, *13* — Мык, Обалы, *14* — россыпи Улытау, *15* — Жезказган, *16* — Успенский, *17* — Кенказган, Ефимовский, Мийкайнар, *18* — касситеритовые россыпи Улытау, *19* — Коунрад, *20* — Саяк, *21* — Шатырколь, *22* — Коксай, *23* — Карагайлы-Актас, *24* — Аскаралы, *25* — Карчига, *26* — Николаевский, *27* — Вавилонский, *28* — Зыряновский

20–150 г/т золота. Бедные жилы и участки они не разрабатывали. В определении качества руд у древних рудокопов имелся большой опыт: богатые участки жил они выбирали начисто до уровня грунтовых вод. Оставшиеся целики бедной руды, а нередко и забутовка в наше время иногда использовались в качестве руды. Так, анализ руды из отвалов Степняка показал содержание золота в них 2,7–6,2 г/т. Содержание золота в «сплесках» — отвалах перемытой руды — 8 г/т.

Разработка золота в Степняке велась на протяжении достаточно длительного времени, о чем могут свидетельствовать многочисленные находки горных и рудодробильных орудий, каменных ступок и пестов близ мест дробления, обогащения и промывки руд. Выявлены здесь и долговременные поселения древних рудокопов и металлургов с насыщенным культурным

слоем. Фрагменты керамики, бронзовые орудия труда, в том числе горного дела, и оружие, найденные здесь, позволяют относить разработки в районе Степняка к эпохе бронзы (II тыс. до н. э.) [Маргулан, 2001].

Ащилы (Алтынсай). В 50 км восточнее Степняка близ озера Атансор отмечена еще одна группа древних выработок и золотых приисков, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга. Из них наиболее известны Атансор, Ащилы (Алтынсай), Дуди и Шайтанды. Наиболее крупные выработки Ащилы, занимающие площадь около 2 км^2, представляют собой вытянутые цепочкой заплывшие ямы и разрезы с мощными отвалами на бортах. У отвалов сохранились следы площадки для сортировки руды, а вблизи древних водоемов выявлены места ее дробления, обжига и плавки [Маргулан, 2001].

По следам древних приисков и рудников открыт золотоносный массив **Моншакты (Бисерный)** в 80–100 км юго-западнее Степняка, а также месторождения жильного золота в бассейне реки Селеты на территории Акмолинской области — Аксу, Жолымбет, Бестобе. Рудник Аксу разрабатывался в эпоху поздней бронзы. Выработки в виде оплывших разрезов тянутся здесь цепочкой на 4 км. По берегам ныне высохших озер расположены места дробления и промывки руд и поселения горняков и металлургов. В отвалах и культурных слоях поселений, как и на других древних рудниках, найдены орудия труда из камня и бронзы, многочисленные фрагменты керамики.

Рудники в горах Ерейментау. Большое количество древних выработок на золото сосредоточено на водоразделе рек Селеты и Уленты — в горах Ерейментау, логах гор Жуантобе, Кыстымшокы, Тюльклы, Карашат и Керегетас. У озера Коржынколь на левом берегу Уленты находились древние выработки Мыншукур, на которых в 1936 г. был обнаружен самородок золота весом 36 г и самородки платины весом до 200 мг.

Следы древних работ отмечены и на жильных месторождениях золота Майкаина, Торткудука и Алтынказгана на территории Баянаульского района Павлодарской области.

Майкаин. Многочисленные древние карьеры на Майкаине представляли собой большие заплывшие разрезы, которыми была вскрыта золотоносная зона окисления. Бурые железняки имели мощность 10–15 м, ниже залегали разнообразные песчаные сыпучки, образовавшиеся при окислении сульфидных руд. Бурые железняки, слагавшие основную по объему часть «железной шляпы», являлись промышленной золотой рудой. Нижняя граница совпадала с уровнем развития грунтовых вод, но в ряде случаев в виде языковидных отщеплений опускалась ниже него на глубины до 5–7 м. В верхних горизонтах преобладали скорлуповато-натечные разности гидроксидов железа, содержащие самородное золото. Они сменялись железняками ячеистого сложения, образованными смесями в различных пропорциях гетита, гематита, гидрогематита. Содержания в бурых железняках Au 5–10 г/т и Ag 100–200 г/т.

Разработки жильного золота зафиксированы и на месторождениях Акшокы, Алтынказган 2, Мык и Обалы в Улытау. Наиболее крупные из них выявлены на месторождениях Мык и Обалы, расположенных в горах Арганаты и Обалы в верховьях реки Терсаккан [Маргулан, 2001].

Калбинские горы. Большое количество древних золотых приисков в горах Казахстанского Алтая и Тарбагатая отмечено в заявках купцов-горнопромышленников. Так, только купцом С. Поповым в 1836 г. по следам древних горных работ в Калбинских горах открыто 30 золотых приисков [Маргулан, 2001].

Рудный Алтай. На нескольких месторождениях в Лениногорском и Зыряновском районах с колчеданно-полиметаллическими рудами были выявлены признаки древних чудских копей, в которых, видимо, также добывалось золото. Из них наиболее значительными являются рудники у месторождений Николаевского, Вавилонского, Зыряновского.

Урало-Мугоджарская горно-металлургическая область

На территории Южного Урала в бронзовом веке существовали три горно-металлургических центра (ГМЦ): Каргалинский, Зауральский и Мугоджарский. Разработки в Каргалах были детально исследованы экспедицией Е. Н. Черных [Каргалы, 2000]. Авторами получена обширная информация о Зауральском и Мугоджарском ГМЦ (рис. 6.5). Практически все рудники сопровождались поселениями горняков, в которых были найдены обломки шлаков и руд [Зданович, Батанина, 2005]. Важной находкой являются шлаки с корольками золота, выявленные на поселении Каменный Амбар.

Золотосодержащие изделия были обнаружены в курганах разных эпох — от бронзового века до раннего средневековья. О разработке россыпей косвенно свидетельствуют находки древних орудий и керамики в некоторых россыпях. По данным А. А. Иессена [1948], более 60 лет назад было известно о находке среди золотоносных песков бронзовых и каменных кирок в семи пунктах: на реке Миасс, близ пос. Кундравы, на Крестовоздвиженском прииске (река Санарка), в Султановской и Таналыкской россыпях, на реке Суундук и в районе города Орска.

Данные о признаках разработки в древности коренных месторождений получены академиком И. И. Лепехиным, путешествовавшим по Уралу в 1770 г. Он приводит сведения о разработке каменными орудиями золото-кварцевых жил на реке Султанке, правом притоке реки Кизил, и в бассейне реки Сакмара. Эти данные подтверждает информация К. В. Сальникова о разработке золота на склоне горы Тукан в Баймакском золоторудном районе Башкирии. Вблизи выработок были найдены каменные песты, ступы и наковальни в виде каменных плит диаметром 30 см с углублением в середине. В ближайшей россыпи был найден самородок весом 4,8 кг, получивший название «Ирендыкский медведь» [Шумихин, Волгин, 2008].

Сведения о масштабе добычи золота на Южном Урале даны Ю. М. Петровым [1999ф] и А. В. Иванищевым с коллегами (2005ф). Для Челябинской области приводятся следующие цифры: количество коренных месторождений — 312, россыпных — 335. Добыча составила: учтенного металла 250 т из коренных источников (без учета колчеданных месторождений) и 198 т из россыпей. В Башкортостане из 182 россыпей учтена суммарная добыча 43 т золота. Рудное золото добывалось из 233 месторождений, однако сведения по количеству металла отсутствуют. Таким образом, мы достоверно знаем нижний предел количества добытого на Южном Урале металла: 198 + 35 = 232 т из россыпей и 250 т из коренных источников.

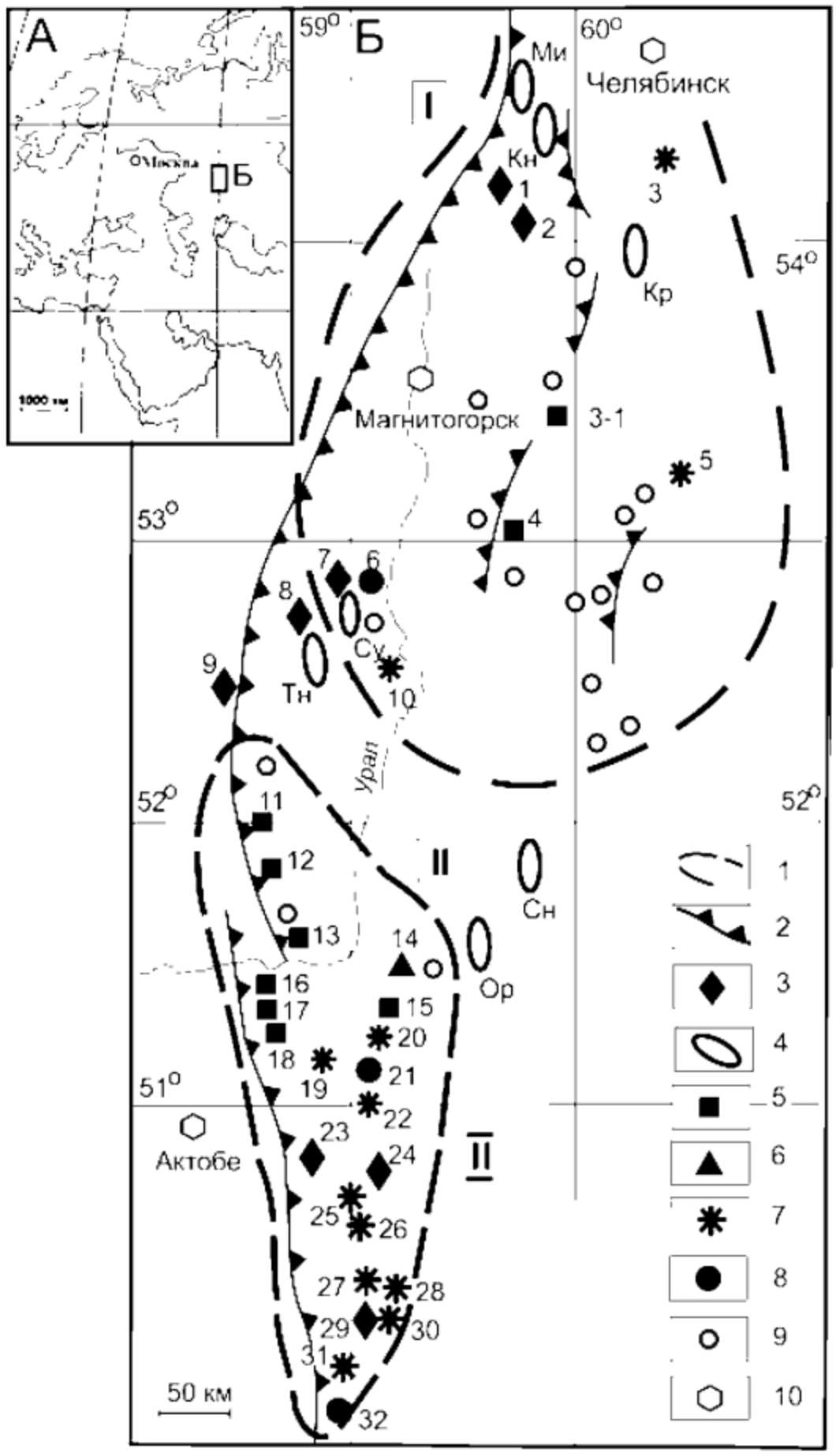


Рис. 6.5. Схема размещения древних рудников и поселений на Южном Урале:
1 — примерные границы горно-металлургических центров, в которых добывали в древности золото (*I* — Зауральского, *II* — Мугоджарского); *2* — фрагменты глубинных разломов с массивами гипербазитов; *3* — рудники по добыче золотых 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, 3-I — Ново-Темирский, *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* — Шиликтинский, *20* — Аралча, *21* — Кызыл-Кибачи, *22* — Баксайс, *23* — Юбилейный. *24* — Кенгияк. *25* — Жинишк, *26* — Куркудук, *27* — Пшенсай, *28* — Сарлыбай, *29* — Шуулдак, *30* — Актогай, *31* — Милы-Аши, *32* — Джиланды
Места находок древних орудий труда в россыпях: *Ми* — Миасской, *Кн* — Кундравинской, *Кр* — Крестовоздвиженской, *Су* — Султановской, *Тн* — Таналыкской, *Сн* — Суундукской, *Ор* — Орской

Для ориентировки о примерном количестве золота, полученном в регионе во II–I тыс. до н. э., воспользуемся обзорными данными Г. Квиринга [Quiring, 1948]. Он подсчитал, что всего в мире добыто около 100 000 т золота, а по римский период включительно — 10 000 т (менее округленные цифры составляют 115 164 и 10 257 т). За неимением другого ориентира можно принять, что производство золота в древности составляло 10 % от общей добычи сырья при непрерывной разработке в течение всей истории горнодобывающей деятельности. Таким образом, можно считать, что на Южном Урале в древности было добыто около 50 т золота.

Авторами получены детальные материалы о строении древних рудников **Зауральского ГМЦ** и содержаниях в их рудах золота и серебра.

Никольское и Таш-Казган. Месторождения серебросодержащих медных руд установлены на рудных полях в вулканогенных толщах карбонового возраста — Никольском и Таш-Казган. Они были открыты по «чудским» выработкам, и особенностями добывавшихся руд являлись высокие содержания серебра и мышьяка. Это послужило основанием для выделения Е. Н. Черных [1970] особого Таш-Казганского (ТК) типа медных руд, распространенных в древности на территории Южного Урала.

Важным источником золотосодержащего сырья являлись древние выработки, в которых добывались медные руды с примесью галогенидов серебра [Тютев и др., 2015]. Они содержат золото в количестве первые г/т.

Рудник Новониколаевский имеет длину 35 м, ширину — 15–20 м, глубину — 2 м. Выработка окружена отвалами высотой до 0,5 м и шириной 2–8 м, сложенными глинисто-щебнистым материалом. Под отвальными отложениями зафиксированы прослои погребенной почвы мощностью первые сантиметры. В минеральном составе руд преобладают малахит и гетит, значительно реже отмечен азурит и магнетит. Содержания меди колеблются от 4 до 10 %, цинка — 0.5–1 %. На руднике обнаружены каменные орудия древнего горного промысла: кайло, наковальня и пест. В непосредственной близости от карьера выявлено несколько крупных обломков керамических сосудов. По морфологическим особенностям и орнаментации данная керамика относится к алакульской культуре эпохи поздней бронзы и может быть датирована серединой II тыс. до н. э. (определения В. В. Ткачева). Переработка руд месторождения могла проходить на поселении Устье, богатом шлаками, в том числе золотосодержащими [Древнее Устье..., 2013].

Рудник Воровская яма располагается в междуречье Зингейка — Куйсак. Древняя выработка имеет округлую форму, диаметр 30–40 м и глубину 3–5 м. Котловина в северной и юго-западной частях окружена достаточно отчетливыми задернованными отвалами шириной от 5 до 15 м, высотой 0,8–1,2 м. Наиболее полный разрез состоит из трех горизонтов, разделенных слоями погребенных почв [Зайков и др., 2000]. У восточной выклинки северного отвала был обнаружен культурный слой протяженностью около 8 м и мощностью около 0,7 м. Он состоял из двух горизонтов, каждый из которых перекрывался отработанной породой. Нижний содержал золу и кости домашних животных, верхний — остатки строительных конструкций

и ямки с фрагментами сосудов алакульско-срубного типа. Поскольку в подъемных материалах, собранных на бортах древнего карьера, представлена посуда синташтинско-петровского облика, можно предположить, что основные этапы функционирования рудника связаны со временем средней и поздней бронзы.

Вторичные минералы меди, в основном, сгруппированы на поверхности обломков в виде натеков, тонких корок и пленок, небольших скоплений землистых масс. Значительно реже они развиты по мелким прожилкам и трещинам совместно с доминирующими черными гидроксидами железа. В рядовых рудах содержания меди 2,6–5,3 %. В прожилках и гнездах, обогащенных малахитом, содержания составили (мас. %): Cu 22–41; Zn 0,7; Ni 0,2. В минерализованных породах установлено присутствие галогенидов серебра [Зайков и др., 2015]. Руды содержат включения хромитов, отличительной особенностью которых является примесь оксидов цинка до 1 %.

В 2012 г. В. В. Носкевич и А. М. Юминов провели георадарную съемку рудника для определения первичной морфологии выработки. Выделено два георадарных комплекса: нижний, отбивающий кровлю коренных пород, и верхний, связанный с рыхлыми грунтами. Первичное положение днища выработки находилось на глубине 1,5–2 м от современного положения.

Согласно уточненным расчетам, из добытой руды (около 5000 т) при содержании меди 5 % и коэффициенте извлечения 50 % могло быть получено приблизительно 125 т меди. Одним из центров переработки медных руд являлось поселение Куйсак, где выявлены медьсодержащие шлаки. Часть руды обеспечивала бронзолитейное производство поселения Каменный Амбар.

Древние рудники Баймакского и Сибайского рудных районов нарушены современной горнодобывающей деятельностью. Наиболее полные сведения приведены Е. Н. Черных [1970] по месторождению Бакр-Узяк, расположенному в восточной части Сибайского района. Здесь отмечен чудской карьер размером 35×55 м и глубиной до 3 м. В отвалах были собраны куски медных шлаков и 6 обломков медных слитков типа «литейных» чаш. Месторождение относится к медно-цинково-колчеданному типу с «железной шляпой», содержащей малахит, азурит, куприт. В Баймакском районе следы древних выработок отмечены на рудных полях Бакр-Тау и Балта-Тау.

В Мугоджарском ГМЦ известно около 30 древних рудников. Они приурочены к гипербазитам, пироксенитам, кремнисто-базальтовым комплексам и контактам гранитоидных интрузий. Наиболее обширна группа, связанная с гипебазитами.

Дергамышский рудник располагается в 25 км к западу от райцентра Акъяр. Он был представлен карьером на южном фланге залежи массивных сульфидных руд. Карьер имел близкую к треугольной форму, поперечник 70–80 м, глубину 6–8 м. Месторождение с 2013 г. отрабатывается открытым способом «Русской медной компанией». Древняя выработка была окружена прерывистым отвалом, наиболее выраженным в западной и восточной частях, где он имеет высоту около 3 м при крутизне склонов 15–25. На дне карьера находился отвал опаловых пород в виде гряды высотой 1–2 м. Опалиты белые, желтоватые, оранжевые, красные со стеклянным блеском. Эти

породы не встречены на других медных рудниках Урала, но они известны в Центральном Казахстане (Акбастау и Кусмурун), где характерны для золотоносных зон окисления сульфидных руд в аридных условиях. Руды сложены малахитовыми прожилково-вкрапленными разностями, имеют среднее содержание меди 6–7 %. Медная минерализация (малахит и хризоколла) проявлена в северном и восточном бортах в щебне серпентинитов.

В древности на руднике было добыто около 17 тыс. т медной руды, из которой могло быть получено 400 т меди.

Ивановский рудник находится в 8 км к северо-западу от Дергамышского. На месторождении выявлены две рудоносные зоны, в которых находятся линзы сульфидных руд. Древний рудник представлен остатками слабо выраженного в рельефе карьера глубиной 1–2 м в восточной части рудной зоны. Длина выработки по днищу 50 м, ширина бортов 3–8 м. С востока она примыкает к склону, с запада — ограничена отвалом высотой 1–3 и шириной 5–15 м. Разрабатывалась зона хлоритизированных базальтов с примазками и корками малахита, имеющая мощность 3–6 м и восточное падение. Она параллельна халькопирит-пирротиновому рудному телу среди тальк-карбонатных метасоматитов, располагаясь «стратиграфически» выше на 10–15 м. Согласно произведенным расчетам, на руднике было добыто около 4000 т руды, из которой могло быть выплавлено около 100 т металла.

Ишкининский рудник располагается в 20 км к западу от города Гай. Медное оруденение образует две рудоносные зоны: восточную и западную, приуроченные к телам тальк-карбонатных пород, обрамляющих массив гипербазитов. В кровле восточной зоны оконтурено 33 тела массивных сульфидов мощностью 0,2–5,5 м, сложенных пирротином, пиритом, халькопиритом с примесью хромита и минералов Co, Ni, As. Ниже развиты прожилково-вкрапленные разности. Вблизи поверхности сульфидные руды сменяются окисленными — малахит-азуритовыми и малахит-гетитовыми.

На месторождении известны 8 древних карьеров диаметром 20–80 м, глубиной до 20 м, из которых извлекалась окисленная медная руда. Наиболее крупный карьер № 1 вытянут в меридиональном направлении согласно ориентировке восточной рудной зоны. Его длина 120 м, максимальная ширина около 40 м, глубина более 5 м. На днище зафиксированы три оплывших отвала, которые отсыпались друг на друга по мере отработки карьера в направлении с юга на север. Высота самого большого из них около 5 м. В отвале обнаружены две линзы, сложенные кусками медной руды азурит-малахитового состава, их размер до 15 см в поперечнике. Эти скопления представляют собой рудные склады, в которых вылеживалась руда для окисления и дезинтеграции. Самый глубокий карьер находится в западной зоне. Согласно данным А. Д. Полуэктова, один из глубоких шурфов на глубине 20 м вскрыл древнюю выработку, в которой добывались сульфидные руды.

Положение обогатительной площадки предварительно намечено в понижении между северными флангами западной и восточной зон, на участке размером 60×100 м. Здесь встречены многочисленные мелкие обломки малахитсодержащих руд, не связанные с коренными породами. В пределах геологического шурфа, заложенного в северной части производственной

обогатительной площадки, обнаружен крупный каменный молот с желобком для привязывания рукояти.

Вблизи Ишкининского рудника располагалось поселение горняков, в культурном слое которого выявлены хромитсодержащие шлаки. Их исследование показало близость состава хромитов из шлаков и окисленных медных руд. По костям животных для поселения Ишкиновка определен абсолютный возраст 1610–1210 до н. э. (вероятность 68,2 %), что близко определениям, полученным для поселения Горного в Каргалинском археологическом микрорайоне [Каргалы IV, 2005]. Это означает, что эксплуатация карьеров возобновлялась в позднем бронзовом веке носителями алакульской культуры.

На руднике найдено несколько орудий древнего горного промысла, в основном, каменных молотов. Для их изготовления, как правило, выбиралась прочная массивная горная порода — габбро-диабаз. Наиболее эффектной находкой является уникальный молот, использовавшийся для дробления руд. Его размер в поперечнике составляет около 40 см. Молот был обнаружен геологом Р. А. Сегединым в 60-х гг. прошлого века при разведке Ишкининского месторождения и хранится в Научно-коллекционном фонде Западно-Казахстанского межрегионального территориального департамента геологии и природопользования города Актюбинска [Ткачев др., 1996].

В окисленных медных рудах выделяются азурит-малахитовые и малахит-гетитовые разности. Первые отличаются повышенным содержанием меди (6–8 %), присутствует также мышьяк (1,1 %) и серебро. Малахит-гетитовые руды сложены гетитом с жилками и гнездами малахита. Среднее содержание в них (мас. %): Cu 2,6; As 0,6; Ni 0,2. Согласно выполненным расчетам, на Ишкининском руднике в древности было добыто около 30 тыс. т медной руды, из которой могло быть получено порядка 750 т меди.

Рудник Ушкаттинский находится на юго-восточной оконечности Уральских гор в верховьях реки Ушкатта. Пироксениты отмечены в центре и на восточном фланге площади, где слагают невысокие гряды. В отдельных выходах пироксенитов присутствуют маломощные корки и тонкие прожилки малахита и азурита, которые и являлись предметом добычи в древности. Зона оруденения образует нескольких прерывистых полос рассланцованных пород, шириной 5–15 м на протяжении 1 км, и приурочена к контакту пироксенитов с базальтами. К этой зоне приурочено 4 древних карьера с отвалами медной руды. Наиболее крупный из них, длиной 120 м, состоит из цепочки небольших, шириной 10–20 м и глубиной 1–3 м, горных выработок расположен в 800–900 м к северу от реки. Он окаймлен отвалом шириной 5–10 м высотой 0,3–1,0 м. В 300–400 м южнее располагается группа из трех выработок. Одна из них имеет линейную форму, длину 40 м и ширину 5–10 м. Две выработки представлены округлыми ямами поперечником 10–15 м и глубиной 0,5–0,8 м. Выработки с восточной и западной сторон окружены отвалами. Отвалы линейной, реже серпообразной формы, высотой не более 1 м. Они отсыпались на расстоянии 1–2 м от борта древней выработки, имеют многослойное строение и налегают друг на друга. Склоны пологие: внутренний 3–5°, внешний чуть круче — до 10°. Ширина отвала в основании 5 м, мощность 10–20 см. Среднее содержание меди в обломках около

6 %. Поверхность щебня пироксенитов покрыта светло-серым налетом, напоминающим золу. Это позволяет предполагать, что для добычи рудного материала мог применяться «огневой забой». На отвале одной из выработок обнаружен каменный молот для дробления руды, изготовленный из того же пироксенита. Общее количество добытой руды порядка 5 тыс. т а возможное количество выплавленной меди — 125 т.

Рудник Чанчар находится в северо-западной части Мугоджарских гор, в гипербазитах Чанчарского массива. Древний карьер имеет прямоугольную форму, осложненную многочисленными современными горными выработками. Размер карьера 5–7×20–25 м, современная глубина составляет около 1 м. Оруденение приурочено к измененным гипербазитам — зонам контакта серпентинитов и тальк-карбонатных пород. Непосредственно в древнем карьере была заложена скважина, которая вскрыла массивные сульфидные руды общей мощностью около 1 м. Состав первичных руд халькопирит-пирит-пирротиновый. В породах и рудах отмечены выделения хромита и магнетита.

Древний карьер с трех сторон (за исключением южного борта) окружен отвалом шириной в основании 7–10 м и высотой 0,7–1,0 м. Отвал серповидной формы, вершина плоская, углы склонов 10–15°. В составе отвала преобладает щебень серпентинитов и тальк-карбонатных пород. В сохранившихся обломках руды малахит образует маломощные корки и пленки на поверхности серпентинитов.

Придорожный рудник находится в южной части Хабарнинского гипербазитового массива (северо-западные Мугоджары). Древняя выработка локализована в зоне контакта серпентинитов с пироксенитами, где развиты оталькованные, карбонатизированные и окварцованные породы. В них содержатся выделения малахита, хризоколлы, халькозина и куприта. Карьер имеет округлую форму, его диаметр составляет 7–9 м, дно неровное, осложнено многочисленными ямами. По данным геологоразведочных работ, глубина древнего карьера составляла около 5 м. Древний отвал серповидной формы, ширина в основании 6–8 м. высота 0.5 м. Его грунт наполовину состоит из желтовато-серых суглинков, наполовину — из щебня серпентинитов и тальк-карбонатных пород. Преобладающий размер обломков 1–4 см. На поверхности пород присутствуют корки и примазки медной зелени. Реже встречаются бурые железняки, как правило, не содержащие значительной медной минерализации. Пироксениты встречаются в небольших объемах в тесной ассоциации с ультраосновными породами и содержат небольшие рудные тела.

Рудник Жинишке находится в южной части Западных Мугоджар. Здесь базальты прорваны субмеридиональными дайками диабазов мощностью до 1,5 м. Породы довольно часто содержат вкрапления зерен пирита и халькопирита размером 1–5 мм.

В древности разрабатывалась зона малахитсодержащих окисленных руд шириной 30–50 м. Зона прослеживается в широтном направлении на расстояние 150–200 м. Среднее содержание меди в руде 7,5 %. В центральной части зоны расположены линзы бурых железняков, сложенных плотными массивными или ячеистыми образованиями, желваками или отдельными корками и натечными агрегатами гетита. Нередко на бурых железняках присутствуют выделения малахита.

Древний карьер имеет овальную форму, его размеры составляют 15×25 м, современная глубина достигает 2,5 м. Борта относительно круты, угол склонов достигает 15–20°.

Карьер сопровождается двумя отвалами серповидной формы. Максимальная ширина отвалов в основании достигает 8–12 м, современная высота до 1,5 м. К отвалам примыкают две промплощадки, на которых производилась ручная отборка, сортировка и предварительное обогащение добытой руды. Промплощадки представляют собой невысокие насыпи диаметром 15–20 м со специально выровненной поверхностью. Они сложены мелкодробленым щебнем пустых пород и крошкой медной руды.

Во время археологической разведки в отвале и на южной производственной обогатительной площадке было обнаружено несколько орудий, изготовленных из различных пород: каменный молот из темно-серого тонко- и мелкозернистого кварцита, каменный молоток из габбро, наковальня из габбро-диабаза. Источники этих пород располагаются в окрестностях рудника.

Куркудукская группа рудников представлена тремя карьерами на расстоянии 0,7–1 км друг от друга. Рудное поле расположено в пределах толщи базальтовых лав с яшмовыми прослоями мощностью до 35 м. Оруденение приурочено к выходам бурых железняков. Наиболее крупным является карьер Куркудук Южный: выработка корытообразной формы размером 15×55 м. Современная глубина составляет около 1 м. Дно ровное плоское, осложнено тремя современными геолого-разведочными канавами. Древний карьер по периметру, за исключением северо-восточной части, окружен отвалами. Отсыпка производилась небольшими кучами, в основном, на восточном фланге. Ширина в основании отвала составляет 10–12 м, высота до 1,5 м. Отвалы сложены глинисто-песчаным материалом вперемешку со щебнем лимонитизированных базальтов и бурых железняков.

На выходе из карьера находится древняя промплощадка — относительно ровная поверхность размером 10–12 м, заполненная мелкодробленым бурым железняком, многочисленными обломками и дресвой минералов меди (малахита, азурита). Содержание меди в рудах группы Куркудукских рудников составляет 7–8 %.

По данным С. Г. Грешнера [Ткачев и др., 1996], при разведке Куркудукского рудопроявления в отвалах древнего карьера геологи находили орудия горного промысла: каменные кайла, изготовленные из местной сургучно-красной яшмы (3 шт.) и порфира (1 шт.), мотыгу из габбро-диабаза (1 шт.). В 2007 г. на промплощадке В. В. Ткачевым были обнаружены каменный молот и наковальня, изготовленные из габбро-диабаза.

Древние рудники в контактовых зонах гранитоидов связаны с кварцевыми жилами. Первичные руды представлены сульфидами меди и, кроме того, содержат золото, серебро, вольфрам, молибден, бор, во вмещающих базальтах с окисленной прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией и в турмалинсодержащих вулканогенных породах. Проявления последней вблизи контактов с гранитными интрузиями невелики по параметрам, но очень многочисленны. Форма рудных тел изометричная или неправильная, поперечник от сотни метров до первых километров.

Еленовский рудник расположен на правом берегу реки Киимбай, в 3 км восточнее одноименного поселка в Домбаровском районе Оренбургской области. Древний рудник представлял собой депрессию поперечником 30×40 м, глубиной 5–6 м [Бушмакин, Зайков, 1997]. Вблизи карьера располагались обогатительная площадка с полем шлаков, могильник и поселение [Кузьмина, 1962, 1963]. В 2000–2010 гг. месторождение было полностью отработано карьерным способом ОАО «ОРМЕТ», и теперь древний рудник полностью уничтожен. Часть прилегающей территории отчуждена под современную промышленную площадку и засыпана отвалами пустой породы. При этом сопутствующие археологические работы, к сожалению, не проводились.

Месторождение принадлежит молибденит-халькопирит-турмалиновому типу и связано с гранитоидным магматизмом. Главное рудное тело имеет крутое падение на восток, протяженность по вертикали около 120 м, длина по простиранию 100–130 м, мощность от 5 до 45 м. Для него характерно полосчатое строение, которое выражается в чередовании сульфидизированных пород кварц-турмалинового, турмалинового и карбонат-хлорит-турмалинового состава. Сульфидная минерализация представлена, главным образом, халькопиритом и пиритом.

Зона окисления распространена до глубины 15 м, в ней развит малахит в виде тонких прожилков, пронизывающих породу. Среднее содержание меди 2,25 %. Зона вторичного сульфидного обогащения распространена в интервале 15–19 м, для нее характерен халькозин, борнит и ковеллин. Содержание меди 6,58–10,35 %.

Вблизи карьера обнаружены многочисленные следы металлургической деятельности в виде скоплений шлаков, капель меди, тиглей. Установлено [Кузьмина, 1962, 1963], что эксплуатация Еленовского рудника началась 3600–3700 лет назад, достигла расцвета в алакульский период и была прекращена в позднеалакульскую эпоху.

Авторами проведено сравнительное изучение рудного материала Еленовского месторождения и медных руд, обнаруженных на поселении Аркаим, которое находится в 200 км севернее рудника. Оказалось, что по внешнему виду и набору минералов часть образцов из Аркаима и Еленовки очень близки. Турмалин в обоих случаях имеет практически идентичный химический состав и физические свойства [Бушмакин, Зайков, 1997].

Самые убедительные доказательства плавки еленовской руды получены при исследовании поселения Кудуксай рядом с Еленовским рудником. Здесь В. В. Ткачевым была открыта печь шахтного типа в виде колодца диаметром более 1,5 м и глубиной до 2 м, стенки которого обложены каменными плитами в виде цисты. Рядом с печью обнаружен небольшой рудный склад — скопление обогащенной малахитом руды из зоны окисления Еленовского рудника. С огневой камерой соединялся дымоход длиной около 4,5 м для отвода газов, конструкция которого сочетала грунтовую канавку и обкладку в виде двух рядов вертикально установленных каменных плит и горизонтальных плит перекрытия. Рядом с окончанием дымохода располагался очаг для тигельной плавки. Важной находкой является глиняное сопло. По результатам рентгенофлуоресцентного анализа шлаки поселения Кудуксай имеют повышенные содержания Mo (0,01–0.03 %) и Zn (0,01–0,1%), что

свидетельствует о связи руд с гранитоидным комплексом, характерным для Еленовского рудника.

Основываясь на результатах изучения образцов руды и исторических данных, можно полагать, что еленовские медные руды не только перерабатывались на месте непосредственной их добычи, но и являлись предметом экспорта на сопредельные территории.

Рудник Шуулдак расположен на южном окончании Западных Мугоджар. Участок сложен лавами базальтов в контакте с гранитами. Оруденение комплексное, связано с серией сульфидно-кварцевых жил с обильными выделениями малахита и азурита. В рудах присутствуют халькопирит, молибденит, реже отмечены пирит, сфалерит, галенит, борнит. В единичных случаях установлены теннантит, золото, теллуриды золота, серебра и свинца. К рудным жилам приурочены 9 древних выработок линейной формы, образующих две прерывистые цепочки по простиранию жил. Длина наиболее крупного карьера достигает 70 м, современная глубина до 1 м. Карьер с западной стороны окружен отвалом серповидной формы. Ширина отвала в основании 5–7 м, высота — 0,3–0,4 м. Отвал сложен щебнем измененных базальтов и жильного кварца с медной минерализацией в виде пленок и тонких корок малахита.

Помимо горных выработок, на месторождении обнаружены две промплощадки овальной формы размерами 5×15 м, высотой 0,1–0,3 м. Они сложены мелким щебнем измененных гранитов (60–70 % от общего объема пород), базальтов (20–30 %), значительно реже встречаются обломки кварца. Весь щебень содержат примазки малахита.

В выработках и на отвалах рудника была собрана одна из самых больших коллекций каменных орудий (18 образцов), в том числе молотки, молоты и кайла, изготовленные из габбро, габбро-диабаза, кварцита и гранита. Все эти породы принадлежат геологическим комплексам, вмещающим и окружающим рудник.

6.2. Источники золота в Алтае-Саянской горно-металлургической области

Имеющиеся сведения о распространении месторождений золота и археологических памятников с определенным составом артефактов позволяют сделать предварительные заключения о возможных источниках благородных металлов для древних ювелиров. Путь к этому лежит в анализе сведений о распространении древних выработок, пробности золота в золотых изделиях, рудных месторождениях и россыпях (рис. 6.6). Более определенные выводы получены при числе значений для гистограмм порядка 30, что имеется лишь для некоторых могильников и месторождений.

Все археологические памятники ***эпохи бронзы*** (Рублево VIII, Чекановский Лог-2 и 10, Фирсово-XV, см. рис. 2.13) содержат изделия низкой пробности. Большинство их соответствуют группе золота IV–V (500–799 ‰). Подобный состав установлен в золоте из зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений, которые и могли быть источником металла. К ним относятся рудники Змеиногорский, Ново-Золотушинский, Лазурский.

Рис. 6.6. Соотношение пробности золота в древних золотых изделиях, россыпях и рудах месторождений Алтая и Салаира:
1 — изделия, *2* — модальные значения, *3* — руды месторождений, *4* — россыпи, *5* — позиция микровключений платиноидов, *6* — позиция исследованных платиноидов из россыпей

Более определенно указывают на сходство составов золота данные по Зареченскому колчеданно-полиметаллическому месторождению, где в зоне окисления преобладает золото состава 62–76 %. Севернее расположены рудники Салаира (Каменушинский, Чучулиха-1), принадлежащие такому же типу.

Ранний железный век. В западной части региона выделено две группы памятников, отличающихся по составу металла: 1) могильники Чинетского археологического района и плато Укок; 2) могильники Бугры и Яломан. К первой группе относятся могильники Ханкаринский Дол, Инской Дол и Чинеты II. Они располагаются компактно, золотые изделия из них близки по составу изделиям из памятников эпохи бронзы и, вероятно, так же снабжались золотом из зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений. Подобная ситуация характерна и для памятников плато Укок (Ак-Алаха, Кутургунтас, Кальджин, Ак-Кол) большинство которых принадлежат низкопробному золоту.

Находки микровключений платиноидов в золотых изделиях памятников Ханкаринский Дол и Инской Дол указывают на дополнительный источник золота, который поступал из россыпных месторождений, связанных с гипербазитами.

Вторая группа (Бугры и Яломан) отличается по составу золота. Модальные значения состава близки золоту средней пробности 760–830 ‰. Такой состав характерен для золоторудных месторождений Мурзинское и Черепановское, на которых отмечены древние горные выработки. Разработка этих месторождений могла происходить позднее, чем колчеданно-полиметаллических в связи с истощением привычного сырья.

Скопление древних горных выработок в северо-западной части Рудного Алтая (см. рис. 6.3), служивших источником сырья для древних ювелиров, свидетельствует о крупном добычном центре в бронзовом и раннем железном веках.

В восточной части Алтае-Саянской горно-металлургической области исследовано золото памятников Аржан и Догээ-Баары (см. рис. 2.14), датированных ранним железным веком. Состав золота соответствует группе III (800–900 ‰). Такая же пробность характерна для россыпей рек Байсют, Соруглуг-Хем и Алгияк, которые и рассматриваются в качестве источников металла (рис. 6.7). Золото из рудных месторождений Тувы (Октябрьское, Тарданское, Алдан-Маадырское) отличается от этих параметров и вряд ли использовалось в значительном объеме для производства изделий.

6.3. Источники золота в Казахстанской горно-металлургической области

Для этой области получены данные о составе золотых изделий бронзового и раннего железного веков, а также большой группы рудных месторождений (рис. 6.8). Наибольшее число разработок зафиксировано в Северо-Казахстанском горно-металлургическом центре (см. рис. 6.4). Здесь добывались золото-кварцевые и золото-полисульфидно-кварцевые руды из нескольких месторождений (Имантау, Степняк, Ащилы, Атансор, Бестобе, Аксу, Моншакты, Акбеит, Жолымбет).

Рис. 6.7. Соотношение пробности золота в древних золотых изделиях, россыпях и рудах месторождений Тувы:
1 — изделия, *2* — россыпи, *3* — руды месторождений, *4* — позиция микровключений платиноидов, *5* — позиция исследованных платиноидов из россыпей

Рис. 6.8. Соотношение пробности золота в древних золотых изделиях и рудах месторождений Казахстана:
1 — изделия; *2* — руды месторождений

Большинство золотых изделий бронзового века (Джангильды, Сатан, Копа, Бозинген, Акимбек) имеют пробность 500–700 ‰ и аналогичны золоту зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая. Некоторое сходство имеется и с золото-сульфидно-углеродистыми объектами Западно-Калбинской зоны (см. рис. 3.1) — Бакырчик, Эспе, Казан-Чункур.

В памятниках раннего железного века преобладает золото пробностью 800–980 ‰ (Талды-2, Шерубай, Берел, Тарасу, Шиликты, Каргалинский, Жалаулы). Они находят аналогию в золото-кварцевых месторождениях Бестобе, Степняк и золото-скарновом Саяк. Особняком выглядит памятник Иссык, источником сырья которого могли служить упомянутые выше месторождения Бакырчик и Рудного Алтая.

6.4. Источники золота в Урало-Мугоджарской горно-металлургической области

В данной области известно большое число древних горных выработок и следов разработки россыпей (см. рис. 6.5). По их концентрации выделяются три главных рудных района, поставлявших сырье в бронзовом и раннем железном веках. Первый находится в северной части области между россыпями реки Миасс и рудниками Таш-Казган и Никольское. Второй расположен восточнее, в районе месторождения Кочкарь и россыпи Крестовоздвиженской. Третий охватывает Баймакские и Бакр-Узякский рудники с колчеданными месторождениями и россыпями (Таналыкской и Султановской). Проанализируем соответствие пробности золота в этих разработках и археологических памятниках (рис. 6.9).

Памятники бронзового века. Изделия из могильников Ушкаттинского и Чекатай имеют пробность в интервале 600–780 ‰, что соответствует золоту зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений (Приложение 7). Изделия из кургана 7 могильника Степное относятся к золоту средней пробности (830–870 ‰) и аналогичны золоту Кочкарского месторождения (прил. 8). Дополнительным источником являлись россыпи, содержащие примесь платиноидов, о чем свидетельствуют микровключения минералов ЭПГ в золотых изделиях Степного и Ушкаттинского могильников.

Памятники раннего железного века и средневековья. В могильнике Кичигино пробность золотых изделий близка к описанной для расположенного вблизи могильника Степное: модальные значения находятся в интервале 800–950 ‰. Подобная картина характерна для могильников Филипповка I и II, Таксай и Магнитный. Для них также характерны значения моды 850–950 ‰.

Иная ситуация отмечена для памятников Переволочан I и Яковлевка II, расположенных южнее Баймакского рудного района. Средняя пробность золотых изделий около 700 ‰ — такая же, как и в золоте из зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений известных на данной территории (Балта-Тау).

Дополнительную информацию об источниках золота дают микровключения платиноидов в древних золотых изделиях. В главе 5 было сделано

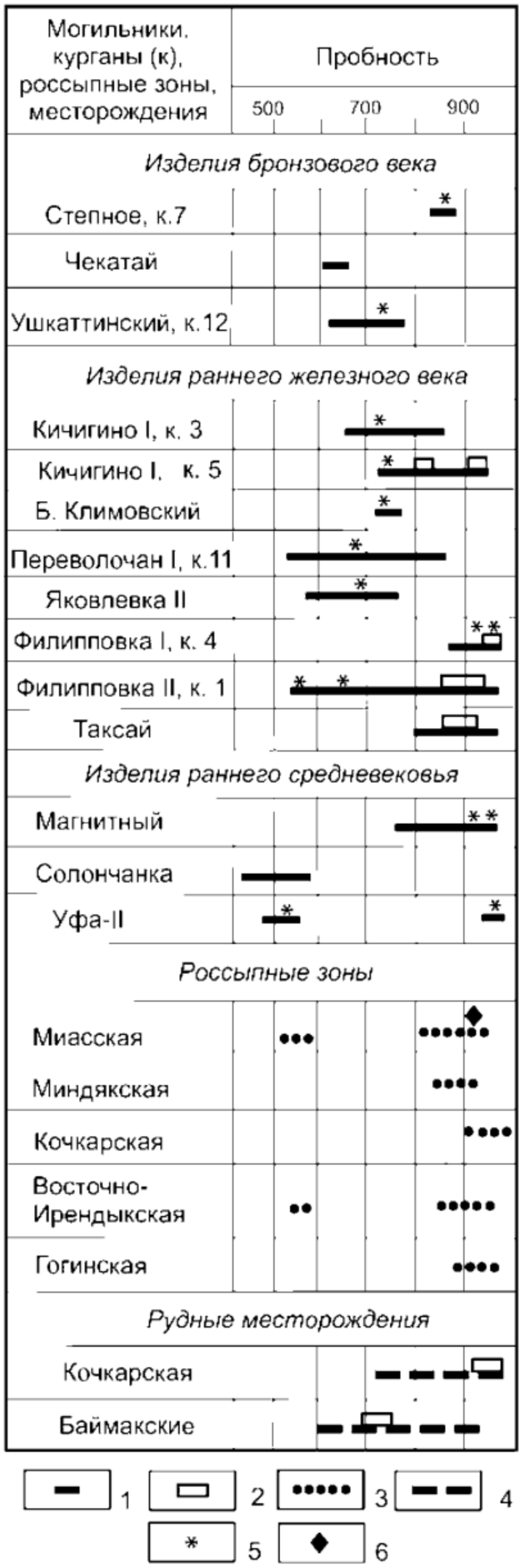


Рис. 6.9. Соотношение пробности золота в древних золотых изделиях, россыпях и рудах месторождений Южного Урала:
1 — изделия, *2* — модальные значения, *3* — россыпи, *4* — руды месторождений, *5* — позиция микровключений платиноидов, *6* — позиция исследованных платиноидов из россыпей

заключение, что выделяется два типа россыпей, которые содержат минералы ЭПГ. Первый тип соответствует рудоносным гипербазитам среди базальтов и кремней (рис. 6.10), с которыми связаны источники для курганов Ханкаринский Дол, Инской Дол (Алтай) и Уфа-2 (Урал). Вторым принадлежат гипербазиты в ксенолитах среди гранитоидов (Магнитный, Филипповка I, курган 4).

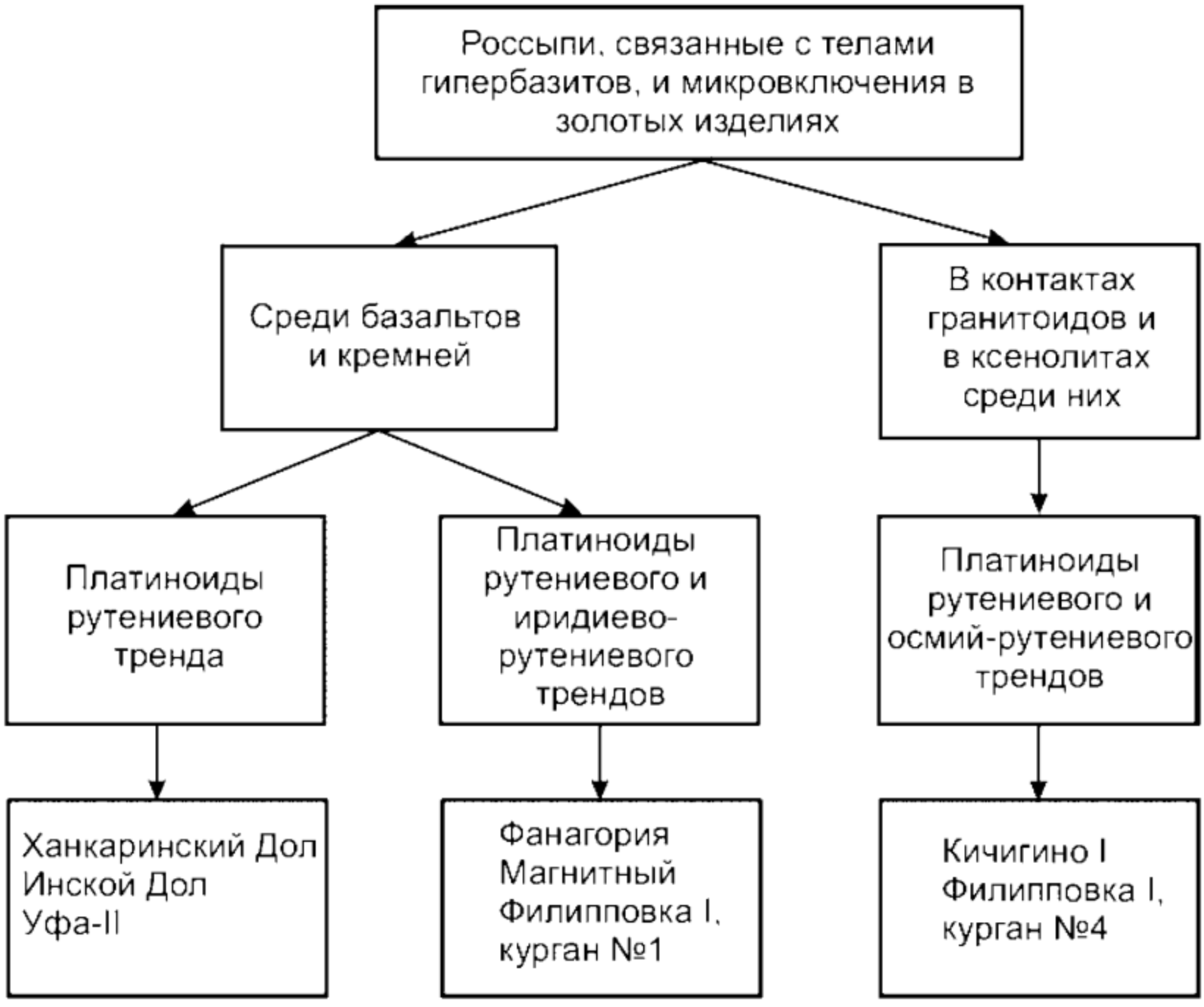


Рис. 6.10. Тренды состава платиноидов из россыпей и микровключений древних золотых изделиях

Проблема местных ювелирных мастерских и культурные связи регионов. Большинство рассмотренных золотых предметов из древних погребений Центральной Евразии относится к категории ювелирных изделий, не требующих применения высоких, по тем временам, технологий и сложных технических приспособлений. Они, несомненно, сделаны местными мастерами, навыков которых вполне хватало для создания таких украшений. Не исключено, что на кочевников работали и высококвалифицированные мастера — выходцы из регионов оседло-земледельческих цивилизаций, но находившиеся в среде номадов. Они работали на заказ, с учетом вкусов заказчиков и из их сырья (золота). Для них не было необходимости в долговременных стационарных мастерских, они творили в условиях кочевого быта, используя мобильные инструменты и приспособления. Так, над изготовлением декора кинжала из кургана Аржан-2 «работал чужестранец (китаец?)», причем этот кинжал не был импортом из Китая [Чугунов, 2011а,

с. 55]. В отношении меча с золотой инкрустацией из погребения 2 кургана 4 могильника Филипповка I М. С. Шемаханская и Л. Т. Яблонский пишут, что «он был сделан мастером или группой мастеров, находящихся в среде кочевников и владеющих ювелирной техникой инкрустации золотом по железу,— на заказ и с учетом вкусов заказчиков-кочевников, но из местного материала и по местным типологическим образцам» [Шемаханская, Яблонский, 2011, с. 405).

Оценивая характер производства ранних кочевников Южного Урала, К. Ф. Смирнов отмечал, что у них «только производство металлических изделий, главным образом связанных с войной, изготовление ювелирных золотых изделий, каменных жертвенников, сложных костяных поделок в зверином стиле выделились в особые промыслы, которые уже не носили характера домашнего производства» [Смирнов, 1964, с. 257], как это было в эпоху бронзы.

Вместе с тем, многие высокохудожественные золотые изделия из могильников Южного Приуралья выполнены в традициях ахеменидского искусства и, несомненно, являются импортными [Влияния ахеменидской..., 2012]. Интересно в этом плане наблюдение М. С. Шемаханской и Л. Т. Яблонского в отношении комплекса предметов из погребения 2 кургана 4 могильника Филипповка I, в золотой инкрустации меча которого обнаружено большое количество включений платиноидов: «все золотые с включениями предметы этого погребения не входят в ахеменидский круг вещей». В других погребениях этого кургана в предметах, стилистически подражающих ахеменидским, включения платиноидов отсутствуют. Эти и другие наблюдения позволяют говорить о разных, в том числе и приуральском, центрах производства ювелирных изделий, обнаруженных в кургане 4 [Шемаханская, Яблонский, 2014, с. 199–200]. Несомненно, предметы ахеменидского круга изготовлялись в специализированных ювелирных мастерских Ближнего Востока. Технологически сложные украшения, стилистически подражающие ахеменидским или выполненные в традициях скифо-сакского искусства звериного стиля, могли изготавливаться в ювелирных мастерских ремесленных центров Средней Азии (Хорезм, Согдиана, Парфия, Бактрия и т. п.), соседствующих с кочевым миром степи. Так, по мнению К. В. Чугунова, мастерские обслуживающие кочевнических вождей Центрального Казахстана, «следует искать на городищах архаического Хорезма» [Чугунов, 2011б, с. 179].

Золото, добытое на Алтае, в Казахстане или на Южном Урале, использовалось не только местным населением. Оно могло поступать в античные города Северного Причерноморья и в оседло-земледельческие центры Восточного Туркестана и Средней Азии. Сведения древнегреческого историка Геродота о народах, живущих к востоку от «гавани борисфенитов» (Ольвии), большинством исследователей трактуются как описание сухопутного торгового пути, который вел, по мнению одних, на Урал или, по мнению других, на Алтай. Помещенные же в конце пути аримаспы и «грифы, стерегущие золото», позволяют предполагать, что «основной целью скифских купцов, вероятно, было получение меди, золота и пушнины» [Смирнов, 1964, с. 259]. Поэтому не исключено, что в ювелирных изделиях, произведенных в мас-

терских античных городов Северного Причерноморья, в дальнейшем будут обнаружены платиноиды, имеющие уральское происхождение.

Южноуральские кочевники, придя на свои зимние стойбища в низовьях Аму- и Сырдарьи и Устюрта и вступая в экономические отношения с оседло-земледельческим населением Средней Азии, вполне могли обменивать имеющееся у них золото на необходимые им продукты земледелия и ремесла. Не исключено, что кочевая знать заказывала в местных ювелирных мастерских Хорезма, Согдианы и Парфии украшения из собственного золота («из материала заказчика»). Этим можно объяснить наличие платиноидов в высокотехнологических ювелирных изделиях, стилистически подражающих ахеменидским или выполненным в традициях скифо-сакского искусства звериного стиля.

Таким образом, возможны следующие основные варианты производства ювелирных изделий (причем существовать они могли одновременно) в кочевых обществах Центральной Евразии.

1. Ювелирные изделия по заказу и из материала (золота) кочевников изготавливались в ремесленных мастерских земледельческих центрах Средней Азии и Восточного Туркестана, соседствующих с кочевым миром степи. С производством в таких мастерских могут быть связаны высокотехнологические изделия, требующие стационарного оборудования.

2. Теоретически стационарные ювелирные мастерские, правда, не столь высокого класса, как в Средней Азии, могли существовать и на поселениях в лесостепной зоне Южного Урала (иткульская, гороховская, кары-абызская культуры). Пока же на них не обнаружено никаких следов ювелирного дела. Наиболее вероятными участками, где древние ювелиры оставили ощутимые следы своей деятельности, 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 расплавное включение золота.

3. На кочевников работали высококвалифицированные мастера — выходцы из регионов оседло-земледельческих цивилизаций, но находившиеся в среде кочевников. Они работали на заказ, с учетом вкусов заказчиков и из их сырья (золота). Для них не было необходимости в долговременных стационарных мастерских. Они могли работать и в условиях кочевого быта, используя мобильные инструменты и приспособления.

4. Местные ювелиры, производящие простые ювелирные украшения, не требующие высокой квалификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии рассмотрен состав минералов благородных металлов в коренных и россыпных месторождениях, состав золота древних золотых изделий, микровключения платиноидов в ювелирных изделиях. Этот исследовательский комплект относится к трем крупным регионам Центральной Евразии: Алтае-Саянскому, Казахстанскому и Уральскому. В хронологическом отношении охвачены бронзовый, ранний железный века и частично раннее средневековье. Сделанные выводы базируются на представительном аналитическом материале, включающем около семи тысяч определений благородных металлов. Полученные результаты отражают новое научное направление — геоархеологию, активно использующую естественно-научные методы для выявления источников минерального сырья древности.

При сравнении составов природных и археологических объектов применены гистограммы составов золота. Они позволили наглядно выявить особенности минералов коренных и россыпных месторождений в сопоставлении с золотом древних изделий. В качестве единицы сравнения принята пробность, измеряемая в промилле (‰). Анализ аналитических результатов позволил установить сходство и отличие золота разных рудных формаций и археологических памятников. По особенностям состава артефактов выделены три типа золота: самородное (соответствует золоту природных месторождений), легированное (с примесью меди более 2 %), рафинированное (пробность более 970 ‰). Порог в 2 % для самородного золота определен при исследовании состава минералов 79 месторождений и 26 россыпных зон, вмещающих 112 россыпей. В этих объектах содержания меди находятся в пределах 0–1,9 %. Рафинированное золото имеет пробность выше 970 ‰ и практически не находит значительных аналогов в природном материале.

Золото коренных месторождений. Проведено сопоставление состава золота из коренных месторождений трех регионов разной формационной принадлежности. Общими для всех исследованных территорий являются золото-кварцевые, золото-сульфидно-кварцевые, золото-скарновые, золото-порфировые залежи. Алтае-Саянскому региону наряду с перечисленными свойственны серебро-медно-кобальтовые, а Казахстану — золото-сульфидно-углеродистые месторождения. Особенностью Урала являются золото-сульфидные и золото-лиственитовые рудные тела.

В Алтае-Саянском регионе золото из золото-кварцевых, золото-скарновых и золото-порфировых месторождений имеет обычную пробность 720–980 ‰. Для колчеданной группы велика доля золота со значениями 600–780 ‰. Аналогичная ситуация отмечена в Казахстанском регионе. Золото-сульфидно-углеродистая формация содержит золото 780–960 ‰. На Урале минералы

золото-сульфидных, золото-лиственитовых, золото-порфировых залежей имеют пробность 900–1000 ‰; от них отличаются месторождения колчеданной группы — 700–840 ‰. Наиболее контрастно выделяется низкопробное золото из зон окисления колчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений 660–760 ‰, что позволяет считать их источником металла для некоторых археологических памятников (Переволочан I, Яковлевка II).

Золото россыпных месторождений. Для Алтае-Саянского региона общий диапазон пробности охватывает интервал 820–960 ‰ при четко выраженной моде 880–920 ‰. На состав россыпных месторождений не оказывают существенного влияния низкопробное золото из зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений. Более внимательное рассмотрение пробности показывает, что в восточной части значительна доля россыпей с пробностью 680–800 ‰. Они обусловлены влиянием коренного золото-серебряного источника с низкой пробностью (рудопроявление Мозголевское). В Уральском регионе ситуация с пробностью россыпей близка описанной для Алтая. Общий диапазон состава находится в интервале 800–1000 ‰ с явным преобладанием в высокопробной части (900–1000 ‰). Этим значениям соответствуют изделия из памятников Филипповка и Кичигино.

Сопоставление состава изделий бронзового и раннего железного веков. Главное отличие заключается в пробности: золото эпохи бронзы низкопробное, золото раннего железного века — повышенной пробности. Это четко видно по гистограммам состава золота из археологических памятников Казахстана и Урала, в которых основная часть изделий эпохи бронзы имеет пробность 580–780 ‰, а раннего железа — 840–980 ‰. В Алтае-Саянском регионе ситуация несколько сглажена. Для изделий бронзового века основной массив анализов укладывается в интервал 580–850 ‰. При этом четкая мода заключена в диапазоне 680–720 ‰. Незначительная часть анализов охватывает интервал 900–1000 ‰. Для части памятников раннего железного века ситуация аналогична. Это может быть обусловлено продолжением использования зон окисления золото-колчеданно-полиметаллических месторождений в наступившей эпохе.

При решении вопроса о хронологических отличиях памятников проведено сравнение состава золота конкретных курганов. Оказалось, что выделяются локальные группы, отличающиеся по составу металла. На Алтае примерами являются памятники Чинетского археологического района, для которого характерно золото с пробностью 600–750 ‰. Им аналогична часть памятников плато Укок (пробность золота 540–700 ‰), хотя близ расположенный курган Яломан отличается повышенной пробностью (740–840 ‰). Близкие для него значения свойственны памятнику Бугры, расположенному в 500 км северо-западнее. Причиной может быть использование разных источников золота для ювелиров разного времени. Об этом свидетельствует датировка памятника Яломан — II в. до н. э.— I в. н. э.

В Казахстане состав золота в курганах, по которым получено достаточное число анализов, также отличается. Курган Иссык (IV в. до н. э.) характеризуется преобладающим составом 660–760 ‰, а более ранний могильник Талды 2 (VII–VI вв. до н. э.) — 780–940 ‰. Наряду с этим установлено сходство золота близких по времени уральских (Филипповка I) и западно-казахстан-

ских (Таксай I) памятников: 840–960 ‰. Приведенные данные показывают действенность гистограмм для сравнения составов золотых изделий.

Микровключения платиноидов в древних золотых изделиях. Установлено широкое распространение микровключений 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-Саянской области, подтвердилось последующими работами. Платиноиды были выявлены и охарактеризованы в памятниках Алтая (Чинетский археологический район) и Тувы (Аржан-2). Кроме этого, аналогичные находки были сделаны при изучении смежных территорий в Туркменистане и Причерноморье.

Исследование состава платиноидов проведено рентгеноспектральным анализом с последующим определением позиции фигуративных точек на треугольных диаграммах Os–Ru–Ir–Pt. 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 пробности показал отличия для Алтае-Саянского и Уральского регионов. В первом практически все золото, включающее микровключения этих минералов (ЭПГ), имеет пробность 500–720 ‰. На Урале наибольшее значение имеет золото с пробностью 920–1000 ‰, в том числе и рафинированное.

Определение источников металла для древних ювелиров сделано с учетом имеющихся сведений о древних разработках. По всем регионам подготовлены схемы расположения древних рудников и россыпей и определены основные вероятные источники золота. В Алтае-Саянском регионе в бронзовом веке начали разрабатываться зоны окисления колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая (Змеиногорское, Ново-Золотушинское, Лазурское), дававшие золото низкой пробности. Судя по составу золотых изделий памятников Джангильды 5, Сатан, Копа, Бозинген, Акимбек, этим сырьем снабжались ювелирные мастерские не только Алтая, но и Казахстана.

Разработка колчеданно-полиметаллических месторождений на Алтае продолжалась и в раннем железном веке, и лишь к началу первого тысячелетия новой эры поступило золото из золото-кварцевых и золото-скарновых месторождений. Это зафиксировано золотом средней пробности памятников Яломан и Бугры (740–880 ‰). В Туве одним из источников золота являлись россыпные месторождения, содержащие платиноиды (Копто, Кундус).

В Казахстане в раннем железном веке разрабатывались месторождения золото-кварцевые, золото-сульфидно-кварцевые, золото-порфировые, золото-сульфидно-углеродистые. В этих объектах преобладающая пробность 780–1000 ‰, чему близко золото памятников этого времени (840–980 ‰).

На Урале для бронзового века характерны разработки зон окисления колчеданно-полиметаллических месторождений, в частности Баймакского рудного района. Низкопробному золоту соответствуют изделия из Ушкаттинского могильника. Разработка этих месторождений продолжалась и в раннем железном веке, что зафиксировано золотом низкой пробности археологических памятников Переволочан I и Яковлевка II. Однако, основная часть металла средней и высокой пробности поступала из россыпей.

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 непременным 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 и площадь от 100 до 1000 кв. м. 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 см — первые метры). Соответственно, разработка их сложнее, и они служили источниками металла после того, как были отработаны зоны окисления.

В раннем железном веке активизируется добыча золота из россыпей в регионах с развитой речной сетью, к которым относятся Алтай, Тува и Урал. Следы разработок зафиксированы в виде находок древних орудий труда (каменных и бронзовых кирок). Непосредственным свидетельством использования россыпного золота для древних изделий служили микровключения платиноидов в древних золотых изделиях.

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. Возможно, их следует искать в районах поселений, вблизи которых установлены некрополи с золотыми изделиями.

ЛИТЕРАТУРА

Абдулин А. А., Шлыгин А. Е., Жуков П. К. Важнейшие черты геологии и металлогении Урало-Монгольского складчатого пояса. Алма-Ата : Наука КазССР, 1987. 278 с.

Абишев В. М., Баханов Е. В., Зорин Ю. М. Геология, вещественный состав и геохимические особенности Васильковского золоторудного месторождения // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата : Наука КазССР, 1972. С. 107–162.

Агафонов Л. В., Лебедев В. И., Черезов А. М. Минералы ЭПГ россыпи ручья Неожиданного (Тува) и их устойчивость в гипергенных условиях // Докл. РАН, 1999. Т. 369. № 2. С. 247–250.

Агафонов Л. В., Лхамсурен Ж., Кужугет К. С., Ойдуп Ч. К. Платиноносность мафит-ультрамафитов Монголии и Тувы. Уланбаатар, 2005. 224 с.

Акишев К. А. Курган Иссык. Искусство саков Казахстана. М. : Искусство, 1978. 136 с.

Алабин Л. В., Калинин Ю. А. Металлогения золота Кузнецкого Алатау. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1999. 237 с.

Алтынбеков К. А. Реконструкция погребения жрицы из курганного комплекса Таксай I // Тр. IV (XX) Всерос. археол. съезда в Казани. 2014 г. Т. II. Казань : Отечество, 2014. С. 59–63.

Амплиева Е. Е. Благородные металлы в колчеданно-полиметаллических рудах Талганского месторождения (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов — 2006. Условия рудообразования. Миасс : ИМин УрО РАН, 2006. С. 196–200.

Ананьев Ю. С., Пшеничкин А. Я., Зыков Ю. Е. Типоморфизм самородного золота Зайсанской складчатой системы // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований. М. : ИГЕМ РАН, 2010. Т. I. С. 32–34.

Анкушев М. Н., Юминов А. М., Котляров В. А. Золото Восточной зоны участка Лисьи горы (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов–2009. Модели рудообразования и оценка месторождений. Миасс : ИМин УрО РАН, 2009. С. 95–99.

Анкушев М. Н., Зайков В. В., Котляров В. А., Романенко М. Е., Чурин Е. И. Акцессорные хромшпинелиды и сульфиды в гипербазитах месторождения Владимир (Варшавский рудный район, Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов — 2013. Рудоносность осадочных и вулканогенных комплексов. Миасс : ИМин УрО РАН, 2013. С. 112–115.

Анкушев М. Н., Зайков В. В., Котляров В. А., Романенко М. Е. Хромшпинелиды и акцессорная минерализация в коре выветривания месторождения Владимир (Варшавский гипербазитовый массив, Южный Урал) // Записки Российского минералогического общества. 2015. Т. 144. № 5. С. 76–96.

Антонов А. Е. Зарубежные месторождения серебра. М. : ГЕОС, 2009. 312 с.

Артемьев Д. А., Блинов И. А., Анкушев М. Н. Самородное золото месторождения лиственитового типа Мурашкина Гора (Южный Урала) // Материалы III науч.-практ. конф. мол. учен. и спец. памяти акад. А. П. Карпинского. СПб. : ВСЕГЕИ, 2013. С. 183–187.

Артемьев Д. А., Крайнев Ю. Д., Зайков В. В. Минералого-геохимические особенности золоторудного месторождения Борисовские жилы (Миасский район, Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов — 2014. Двадцать лет на передовых рубежах геологии месторождений полезных ископаемых. Миасс : ИМин УрО РАН. 2014. С. 137–142.

Археологические памятники Башкортостана. Уфа : Гилем, 1996. 279 с.

Археология / под ред. акад. *В. Л. Янина*. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2006. 608 с.

Атлас литолого-палеогеографических, структурных, палинспастических и геоэкологических карт Центральной Азии / ред. *М. Н. Милитенко, О. А. Федоренко*. Алматы : ЮГГЕО, 2002. 37 карт.

Аюпова Н. Р., Котляров В. А. Госсаниты Чебачьего медно-цинково-колчеданного месторождения (Южный Урал) // Изв. вузов. Геология и разведка. 2009. № 3. С. 32–38.

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.

Базарбаева Г. А. Сцены терзания в искусстве древних номадов Казахского Алтая (по материалам кургана 11 могильника Берел) // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. обществ. наук. 2001. № 1. С. 77–82.

Базарбаева Г. А. Звериные образы искусства ранних кочевников Казахского Алтая // Изв. МОН РК, НАН РК. Сер. обществ. наук. 2002. № 1. С. 42–48.

Бакулин Ю. И. О природе «облагораживания» золота // ДАН АН СССР. 1983. Т. 271. № 2. С. 396–397.

Баранников А. Г. Золотоносность Гогинского рудно-россыпного района (Южный Урал). Екатеринбург : УГГУ, 2006. 197 с.

Баранников А. Г., Осовецкий Б. М. Морфологические разновидности и нанорельеф поверхности самородного золота разновозрастных россыпей Урала // Литосфера. 2013. № 3. С. 89–105.

Бейсенов А. З. К изучению особенностей крупных курганов раннего железного века Центрального Казахстана // Кадырбаевские чтения — 2010 : материалы II междунар. науч. конф. Актобе, 2010. С. 77–79.

Бейсенов А. З. Сарыарка — колыбель степной цивилизации. Алматы, 2011а. 36 с.

Бейсенов А. З. Талды-2 и памятники раннесакского времени степной Евразии // Сакская культура Сарыарки в контексте изучения этносоциокуль-

турных процессов степной Евразии. Тез. докл. круглого стола, посвящ. 20-летию независимости Республики Казахстан. Караганда, 2011б. С. 14–20.

Бейсенов А. З., Таиров А. Д., Зайков В. В., Блинов И. А. Состав золотых изделий из могильника Талды-2 (Центральный Казахстан) // Сакская культура Сарыарки в контексте изучения этносоциокультурных процессов степной Евразии : тез. докл. круглого стола, посвящ. 20-летию независимости Республики Казахстан. Караганда, 2011. С. 21–25.

Белогуб Е. В. Гипергенез сульфидных месторождений Южного Урала : Автореферат дис. … д-ра геолого-минералог. наук. СПб. : СПбГУ, 2009. 40 с.

Белогуб Е. В., Зайков В. В., Котляров В. А. Галогениды серебра и самородное золото из зоны окисления месторождения Балта-Тау (Южный Урал) // Минералогия Урала — 2003 : материалы IV Всерос. совещания. Миасс : Имин УрО РАН, 2003. С. 16–20.

Белогуб Е. В., Новоселов К. А., Котляров В. А. Первые данные о зоне окисления Осеннего медно-колчеданного месторождения (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов–2007. Гидротермальные и гипергенные рудоносные системы. Т. 1. Миасс : ИМин УрО РАН, 2007. С. 191–198.

Белогуб Е. В., Новоселов К. А., Фадина И. Б. Минералогия окисленных руд Контрольного месторождения (Учалинский район, Башкортостан) и проблемы извлечения золота // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Уфа : ДизайнПолиграфСервис, 2008. С. 227–228.

Беневольский Б. И. Золото России. М. : Геоинформмарк, 1995. 88 с.

Берденов С. А. Казахстанские месторождения меди и олова и их разработка в бронзовом веке // Изв. НАНРК. Сер. общест. наук, 2008. № 1. С. 42–55.

Берман Б. И. Геология Кызыл-Таштыгского месторождения // Тр. регион. совещ. по развитию произв. сил Тувинской автономной области. Новосибирск : РИО СО АН СССР, 1960. С. 137–146.

Берс А. А. Прошлое Урала: с древнейших времен до русской колонизации. М. : Работник просвещения, 1930. 131 с.

Блинов И. А., Анкушев М. Н., Сдыков М. Н., Лукпанова Я. А. Состав золотых изделий могильника Таксай I (Западный Казахстан) // Геоархеология и археологическая минералогия — 2014. Миасс : ИМин УрО РАН, 2014. С. 142–149.

Блинов И. А., Анкушев М. Н., Яблонский Л. Т., Халяпина О. А. Состав золотых, серебряных и бронзовых изделий из могильника Филипповка I (курган 1, погребение 2) // Геоархеология и археологическая минералогия — 2014. Миасс : Институт минералогии УрО РАН, 2014. С. 84–92.

Борисенко А. С., Павлова Г. Г., Оболенский А. А. и др. Серебро-сурьмяная рудная формация. Новосибирск : Наука, 1992. 188 с.

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

Боталов С. Г., Таиров А. Д., Любчанский И. Э. Курганы с «усами» уралоказахстанских степей. Челябинск : Южно-Урал. филиал ИИА УрО РАН, 2006. 232 с.

Боталов С. Г., Полушкин Н. А. Гунно-сарматские памятники Южного Зауралья III–V веков // Новое в археологии Южного Урала. Челябинск : Рифей, 1996. С. 178–193.

Боталов С. Г., Иванов А. А. Новый комплекс гунно-сарматской аристократии в Южном Зауралье // Наука в ЮУрГУ : материалы 63-й науч. конф. Секции социально-гуманитарных наук : в 3 т. Т. 1. Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2011. 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 // Челяб. гуманитарий. 2011. № 1 (14). С. 144–146.

Бушмакин А. Ф., Зайков В. В. Еленовское медно-турмалиновое месторождение — вероятный источник руды для медеплавильного производства Аркаима // Урал. минералог. сб. № 7. Миасс : ИМин УрО РАН, 1997. С. 221–232.

Бушмакин А. Ф., Зайков В. В., Юминов А. М., Таиров А. Д. Состав золотых изделий из комплекса Курган с «усами» Солончанка I // Курган с «усами» Солончанка I. Челябинск : ЧелГУ, 1999. С. 80–84.

Васильев Б. Д., Дружков В. П., Красиков А. И., Боярко Г. Ю. Золотое оруденение в зоне Хемчикско-Куртушибинского разлома // Рудные формации и месторождения Сибири. Томск : ТГУ, 1978. С. 91–95.

Викентьев И. В. Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд. М. : Науч. мир, 2004. 344 с.

Влияния ахеменидской культуры в Южном Приуралье / ред. *Ю. М. Трейстер. Л. Т. Яблонский.* М. : Таус, 2012. Т. 1. 672 с., Т. 2. 468 с.

Вол А. Е., Каган И. К. Строение и свойства двойных металлических систем. Т. 3. М. : Наука, 1976. 814 с.

Вотяков С. Л. Методы элементного анализа и спектроскопии твердого тела в исследованиях минерального вещества // Современные проблемы геофизики. Седьмая научная молодежная школа по геофизике. Екатеринбург : УрО РАН, 2006. С. 194–197.

Высоцкий Н. К. Платина и районы ее добычи. Л. : Изд-во АН СССР, 1933. Т. 5. 240 с.

Гайский ГОК: геология Гайского и Подольского медно-цинковых колчеданных месторождений на Урале / ред. *В. А. Прокин*. Екатеринбург : ИГГ УрО РАН, 2004. 148 с.

Гаськов И. В., Дистанов Э. Г., Ковалев К. Р., Акимцев В. А. Золото и серебро в полиметаллических месторождениях северо-западной части Рудного Алтая // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 6. С. 900–916.

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.

Генинг В. Ф., Зданович Г. Б., Генинг В. В. Синташта: археологические памятники арийских племен Урало-Казахстанских степей. Челябинск : Южно-Урал. книжное изд-во, 1992. 408 с.

Геохимия серебра сульфидных месторождений Центрального Казахстана и Рудного Алтая / ред. *Х. А. Беспаев*. Алма-Ата : Наука, 1975. 296 с.

Геращенко А. А. Анализ минерально-сырьевой базы золота в Кемеровской области // Золото Кузбасса. Кемерово : Кемеровский полиграфкомбинат, 2000. С. 69–234.

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

Горшков В. С. Кара-Бельдирское рудное поле (Каахемская офиолитовая зона, Тыва) // Металлогения древних и современных океанов — 2002. Миасс : ИМин УрО РАН, 2002. С. 199–202.

Грабежев А. И., Сазонов В. Н., Мурзин В. В. и др. Березняковское золоторудное месторождение (Южный Урал, Россия) // Геология рудных месторождений. 2000. № 1. С. 38–52.

Граков Б. Н. Работы в районе проектируемых южноуральских гидроэлектростанций // Археологические работы Академии на новостройках в 1932–33 гг. Т. II.— ИГАИМК, 1935. Вып. 110. С. 91–120.

Грушин С. П., Папин Д. В., Позднякова О. А., Тюрина Е. А., Федорук А. С., Хаврин С. В. Алтай в системе металлургических провинций энеолита и бронзового века. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2009. 160 с.

Грязнов М. П. Аржан. Царский курган раннескифского времени. Л. : Наука, Ленинградское отд., 1980. 62 с.

Грязнов М. П. Алтай и приалтайская степь // Степная полоса Азиатской части СССР в скифо-сарматское время. М. : Наука, 1992. С. 161–178.

Гусев А. И. Геохимические особенности золотого оруденения Мурзинского рудного поля Горного Алтая // Успехи современного естествознания. 2014. № 9 (2). С. 96–100.

Гусев А. И. Минерагения и полезные ископаемые Алтайского края. Бийск : АГАО им. В.М. Шукшина, 2011а. 365 с.

Гусев А. И. Россыпи Алтая. Бийск, АГАО им. В. М. Шукшина, 2011б. 267 с.

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

Гусев А. И., Кукоева М. А. Платина и платиноиды в офиолитах Салаира, Алтая и Горной Шории // Успехи современного естествознания. 2011. № 11. С. 20–23.

Гусев А. И., Зайков В. В. Древние рудники по добыче золота и серебра на Салаире и Алтае // Геоархеология и археологическая минералогия — 2015. Миасс : ИМин УрО РАН, 2015. С. 89–94.

Дашковский П. К. Предварительные результаты исследования курганов скифо-сакского периода могильника Чинета II (Алтай) // Тр. IV (XX) Всерос. археолог. съезда в Казани. Т. II. Казань : Отечество. 2014. С. 98–101.

Дашковский П. К., Юминов А. М. Включения минералов платиновой группы в золотых изделиях из могильника Ханкаринский Дол (Алтай) // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. 2012. Т. 11. Вып. 7. Археология и этнография. С. 50–55.

Двести лет золотой промышленности Урала / под ред. *А. А. Иванова, И. С. Рожкова.* Свердловск : Изд-во УФ АН СССР, 1948. 531 с.

Дистанов Э. Г. Колчеданно-полиметаллические месторождения Сибири. Новосибирск : Наука, 1977. 351 с.

Дистлер В. В., Крячко В. В., Юдовская М. А. Условия образования оруденения платиновых металлов в хромитовых рудах Кемпирсайского рудного поля // Геология рудных месторождений. 2003. Т. 45. № 1. С. 44–74.

Добрецов Н. Л., Меляховецкий А. А., Кузнецова Л. Г., Скляров Е. В., Зайков В. В. Метаморфические формации Западного Саяна и Тувы // Петрология и минералогия метаморфических формаций Сибири. Новосибирск : Наука, 1981. С. 6–24.

Добрецов Н. Л., Кирдяшкин А. Г., Кирдяшкин А. А. Глубинная геодинамика. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2001. 408 с.

Древнее Устье. Укрепленное поселение эпохи бронзы в Южном Зауралье (ред. *Н. Б. Виноградов, А. В. Епимахов).* Челябинск : Абрис, 2013. 482 с.

Дьячков Б. А. Главные золотоносные структуры Восточного Казахстана и их прогнозная оценка // Геология и разведка недр Казахстана. 1996. № 3. С. 9–15.

Дьячков Б. А., Майорова Н. П., Черненко З. И., Кузьмина О. Н. Металлогения золота Восточного Казахстана // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений. задачи прикладных исследований. М. : ИГЕМ РАН, 2010. Т. I. С. 187–189.

Евдокимов В. В., Варфоломеев В. В. Эпоха бронзы Центрального и Северного Казахстана : учеб. пособие. Караганда : Изд-во КарГУ, 2002. 138 с.

Забияка А. И., Гусаров Ю. В. Модель золотоносной коры выветривания линейного типа (на примере Балыксинского района Кузнецкого Алатау) // Геология и полезные ископаемые Центральной Сибири. Красноярск. 1997. С. 223–235.

Заботина М. В., Белогуб Е. В., Новоселов К. А., Паленова Е. Е., Мартешева А. В., Блинов И. А. Минералогия руд и особенности вмещающих пород Ганеевского месторождения золоторудной лиственитовой формации (Учалинский район, Республика Башкортостан) // Изв. СО секции наук о Земле РАЕН. Геология. поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 3. С. 16–28.

Зайков В. В. Рудоносные вулканические комплексы протерозоя и кембрия Тувы. Новосибирск : Наука, 1976. 126 с.

Зайков В. В. Вулканизм и сульфидные холмы палеоокеанических окраин. М. : Наука, 2006. 429 с.

Зайков В. В. Перспективы выявления коренных месторождений золота в Харальском золотоносном районе Восточной Тувы // Металлогения древних и современных океанов — 2014. Двадцать лет на передовых рубежах

геологии месторождений полезных ископаемых. Миасс : ИМин УрО РАН, 2014. С. 163–168.

Зайков В. В., Сергеев Н. Б. Зона гипергенеза серноколчеданной залежи Гайского месторождения (Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 1993. Т. 35. № 4. С. 320–332.

Зайков В. В., Зданович Г. Б., Юминов А. М. Воровская яма — новый рудник бронзового века // Археологический источник и моделирование древних технологий: труды музея-заповедника Аркаим. Челябинск, 2000. С. 112–130.

Зайков В. В., Дунаев А. Ю., Гречищев О. К., Кириченко В. Т. Золотоносность Маинского медноколчеданного месторождения (Западный Саян) // Металлогения древних и современных океанов — 2004. Достижения на рубеже веков. Т. I. Миасс : ИМин УрО РАН, 2004. С. 239–247.

Зайков В. В., Горшков В. С., Попова Е. С. Золото из березитов Кара-Бельдирского рудного поля (Восточная Тува) и др. // Металлогения древних и современных океанов — 2005. Т. 2. Миасс : ИМин УрО РАН, 2005. С. 35–38.

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., Котляров В. А., Зайкова Е. В. Включения осмия в золотом изделии из Филипповского кургана (Южное Приуралье). Уральский минералогический сборник № 16. Миасс — Екатеринбург : УрО РАН, 2009а. С. 174–181

Зайков В. В., Мелекесцева И. Ю., Котляров В. А., Монгуш А. А., Кужугет Р. В. Алдан-Маадырская золоторудная зона на западном фланге Саяно-Тувинского разлома // Металлогения древних и современных океанов — 2009. Модели рудообразования и оценка месторождений. Миасс : ИМин УрО РАН, 2009б. С. 123–127.

Зайков В. В., Мелекесцева И. Ю., Артемьев Д. А., Юминов А. М., Симонов В. А., Дунаев А. Ю. Геология и колчеданное оруденение южного фланга Главного Уральского разлома. Миасс : ИМин УрО РАН, 2009в. 375 с.

Зайков В. В., Таиров А. Д., Котляров В. А., Зайкова Е. В. Включения осмия в золотых изделиях из кичигинских курганов (Южный Урал) // Минералы и минералообразование в природных и техногенных процессах. Уфа : ИГ УНЦ РАН, 2009г. С. 33–37.

Зайков В. В., Султанова А. Н., Сунгатов Ф. А., Зайкова Е. В. Состав золота с включениями осмия из ювелирной мастерской городища Уфа-II // Минералы и минералообразование в природных и техногенных процессах. Уфа : ИГ УНЦ РАН, 2009д. С. 37–40.

Зайков В. В., Зайкова Е. В., Юминов А. М. Включения осмия в древних золотых изделиях // Докл. РАН. 2010а. Т. 432. № 1. С. 89–93.

Зайков В. В., Зайкова Е. В. Котляров В. А. Осмиевый след по минеральным включениям в древних золотых изделиях // Археология, этнография и антропология Евразии. 2010б. № 1 (41). С. 37–43.

Зайков В. В., Мурзин В. В., Котляров В. А., Зайкова Е. В. Платиноиды из Киалимской россыпи (Урал) // Геология, полезные ископаемые и проблемы

геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий : материалы VIII Межрегион. науч.-практ. конф. Уфа, ноябрь 2010 г. Уфа : ИГ УНЦ РАН, 2010в. С. 127–130.

Зайков В. В., Мелекесцева И. Ю. Минералы золота и серебра в рудных фациях золото-колчеданно-полиметаллических месторождений Баймакского рудного района, Южный Урал // Литосфера. 2011. № 6. С. 47–61.

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 междунар. археолог. конф. Астана, 20–22 апреля 2011 г. Астана : ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, 2011. С. 414–417.

Зайков В. В., Савельев Д. Е., Котляров В. А., Юминов А. М., Жеребцов Д. А., Галимов Д. М., Судариков М. В. Платиноиды в хромитовых рудах Южного Урала: данные по гипербазитовым массивам Карабашскому, Варшавскому и Среднему Крака // Металлогения древних и современных океанов — 2012. Гидротермальные поля и руды. Миасс : ИМин УрО РАН, 2012. С. 176–182.

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.

Зайков В. В., Зайкова Е. В., Яблонский Л. Т. Изучение состава древних золотых изделий из бассейна реки Урал // Археология Восточно-Европейской степи. Саратов : СГУ, 2013. Вып. 10. С. 528–542.

Зайков В. В, Зайкова Е. В, Блинов И. А., Ойдуп Ч. К., Монгуш А. А. Платиноиды из золотоносной россыпи р. Кундус (Тува) // Уральская минералогическая школа — 2014. Екатеринбург, 2014. С. 69–76.

Зайков В. В., Дашковский П. К., Зайкова Е. В., Котляров В. А., Юминов А. М., Блинов И. А. Микровключения платиноидов в древних золотых изделиях: распространение, состав, преобразования // Минералогия. 2015а. № 2. С. 38–57.

Зайков В. В., Трейстер М. Ю., Зайкова Е. В., Хворов Е. В., Котляров Е. В. Результаты исследования состава золотых изделий из Фанагории // Золото Фанагории (Материалы по археологии и истории Фанагории). Вып. 2. М. : Ин-т арх. РАН, 2015б. С. 266–310.

Зайков В. В., Зайкова Е. В. Минералого-геохимические индикаторы источников золота для производства древних ювелирных изделий (на примере Урала) // Российская археология. 2015в. № 1. С. 55–66.

Зайков В. В., Котляров В. А., Кужугет Р. В., Юминов А. М. Иодидная минерализация в родингитах древнего рудника Воровская Яма // Металлогения древних и современных океанов — 2015. Месторождения океанических структур, геология, минералогия, геохимия и условия образования. Миасс : ИМин УрО РАН, 2015г. С. 208–211.

Зайков В. В., Чугунов К. В., Зайкова Е. В., Юминов А. М. Состав золотых изделий из погребально-поминального комплекса Аржан-2 (Тува) и вероятные источники металла // Геоархеология и археологическая минералогия — 2015. Миасс : ИМин УрО РАН, 2015д. Миасс : Имин УрО РАН, 2015. С. 142–149.

Зайков В. В., Баранников А. Г. Состав золота из россыпей Южного Урала и их коренные источники // Наука ЮУрГУ: материалы 67 науч. конф. Секция естественных наук. Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2015. С. 417–424.

Зайков В. В., Таиров А. Д., Зайкова Е. В. Геоархеология благородных металлов Центральной Евразии // Геоархеология археологическая минералогия — 2015. Миасс : ИМин УрО РАН. 2015. С. 5–14.

Зайков В. В., Дашковский П. К., Зайкова Е. В., Котляров В. А., Юминов А. М., Блинов И. А. Микровключения платиноидов в древних золотых изделиях: распространение, состав, преобразования // Минералогия. 2015. № 2. С. 38–57.

Зайков В. В, Яблонский Л. Т., Дашковский П. К., Котляров В. А., Зайкова Е. В., Юминов А. М. Микровключения платиноидов группы самородного осмия в древних золотых изделиях Сибири и Урала // Археология. этнография и антропология Евразии, 2016, т. 44, № 1. с. 51–61.

Зайкова Е. В. Верхний протерозой Харальской структурно-формационной зоны (Тува) // Новое в стратиграфии позднего докембрия Алтае-Саянской складчатой области и Тувы. Новосибирск : ИГиГ СО РАН, 1978. С. 37–49.

Зайкова Е. В., Зайков В. В. О золотом оруденении в Западной Туве, связанном с девонским магматизмом // Материалы по геологии Тувинской АССР. Вып. 1. Кызыл, 1969. С. 72–76.

Западная Сибирь. Геология и полезные ископаемые России Т. 2. СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. 477 с.

Зданович Г. Б., Батанина И. М. «Страна городов» — укрепленные поселения эпохи бронзы XVIII–XVI вв. до н. э. на Южном Урале // Аркаим: Исследования. Поиски. Открытия. Челябинск : Каменный пояс, 1995. С. 54–62.

Зданович Г. Б., Батанина И. М. Аркаим – Страна городов: пространство и образы (Аркаим горизонты исследований) // Челябинск : Крокус ; Южно-Уральское кн. изд-во, 2007. 260 с.

Знаменский С. Е., Мичурин С. В. Условия образования золото-сульфидного месторождения Миндяк (Южный Урал): структурные и изотопно-геохимические аспекты // Литосфера. 2013. № 4. С. 121–135.

Золоев К. К., Волченко Ю. А., Коротеев В. А., Малахов И. А., Мардиросьян А. Н., Хрыпов В. Н. Платинометальное оруденение в геологических комплексах Урала. Екатеринбург : Департамент природных ресурсов, 2001. 199 с.

Иванов А. А. Месторождения осмистого иридия. Свердловск : Изд-во УФ АН СССР, 1944. 88 с.

Иессен А. А. О древней добыче золота на Урале // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск, 1948. С. 5–34.

История башкирского народа. Т. I / ред. *В. В. Овсянников, В. К. Федоров, Ф. Г. Хисамитдинова.* М. : Наука, 2009. 400 с.

Казаков П. В., Салихов Д. Н. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (россыпное золото). Ч. 2. Уфа : Гилем, 2006. 288 с.

Калинин Ю. А., Росляков Н. А., Прудников С. Г. Золотоносные коры выветривания юга Сибири. Новосибирск : Гео, 2006. 339 с.

Калинин Ю. А., Ковалев К. Р., Наумов Е. А. Самородное золото Суздальского месторождения (Казахстан) // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований. М. : ИГЕМ РАН, 2010. Т. I. С. 231–233.

Каргалы. Т. I / ред. *Е. Н. Черных*. М. : Языки славянской культуры, 2002. 110 с.

Каргалы IV. Некрополи на Каргалах; население Каргалов: палеоантропологические исследования. М. : Языки славянской культуры, 2005. 240 с.

Кастанье И. А. Древности Киргизской степи и Оренбургского края // Тр. ОУАК. 1910. Вып. XXII. 332 с.

Кирюшин Ю. Ф. Энеолит и бронзовый век южно-таежной зоны Западной Сибири : монография. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2004. 295 с., ил.

Кобяшев Ю. С., Никандров С. Н. Минералы Урала. Екатеринбург : Квадрат, 2007. 312 с.

Ковалев К. Р., Дистанов Э. Г., Аношин Г. Н., Гаськов И. В., Акимцев В. А., Ваулина М. В. Золото и серебро в рудах вулканогенных колчеданно-полиметаллических месторождений Сибири // Геология и геофизика. 2004. Т. 45. № 10. С. 1171–1185.

Ковалев С. Г., Салихов Д. Н. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (хромитовые руды). Уфа: Экология, 2000. 207 с.

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) // Докл. РАН. 2014. Т. 457. № 5. С. 559–563.

Коваленкер В. А., Левин К. А., Намов В. Б. и др. Условия формирования богатых серебро-арсенидных руд месторождения Актепе (Срединный Тянь-Шань) // Геохимия. 1994. № 5. С. 718–730.

Колпаков В. В., Нестеренко Г. В., Жмодик С. М., Осинцев С. Р. Новое золото в аллювиальных россыпях Сибири // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований. М. : ИГЕМ РАН, 2010. Т. I. С. 261–265.

Кононкова Н. Н., Двуреченская С. С., Кряжев С. Г. Самородное золото и его ассоциации в скарнах Синюхинского месторождения // Самородное золото: типоморфные особенности минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований : материалы Всерос. конф.. М. : ИГЕМ РАН, 2010. Т. 1. С. 269–271.

Константинов М. М., Некрасов Е. М., Сидоров А. А., Стружкова С. Ф. Золоторудные гиганты России и мира. М. : Науч. мир, 2000. 272 с.

Константинов М. М., Костин А. В., Сидоров А. А. Геология месторождений серебра. Якутск, 2003. 282 с.

Краткая химическая энциклопедия / ред. *Д. Н. Васкевич и др.* М. : Советская энциклопедия, 1964. Т. 3. 1112 с.

Кривенко А. П., Нестеренко Г. В., Толстых Н. Д., Лазарева Е. В. Типы минеральных ассоциаций платиноидов в золотоносных россыпях Алтае-Саянской складчатой области // Геология и геофизика. 1994. № 1. С. 70–78.

Кривовичев В. Г. Минералогический словарь. СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2008. 556 с.

Кузнецова Э. Ф., Мадина С. Ш. Исследование древнего золота Казахстана // Совет. археология. 1990. № 2. С. 136–148.

Кузьмина Е. Е. Археологическое обследование памятников Еленовского микрорайона андроновской культуры // КСИА. 1962. Вып. 88. С. 84–92.

Кузьмина Е. Е. Периодизация могильников Еленовского микрорайона андроновской культуры // Памятники каменного и бронзового веков Евразии. М., 1963. С. 121–140.

Кулешов Ю. В., Зайков В. В. Месторождение Таш-Тау — пример девонской подводной сульфидной постройки (Южный Урал). Миасс : ИМин УрО РАН, 2005. 158 с.

Куприянова Е. В. Тень женщины: женский костюм эпохи бронзы как «текст» (по материалам некрополей Южного Зауралья и Казахстана). Челябинск : АвтоГраф, 2008. 244 с.

Кужугет Р. В. Золото-теллуридное оруденение Алдан-Маадырского рудного узла (Западная Тува): минералого-геохимические особенности руд и условия их образования : автореф. дис. … канд. геолого-минералог. наук. Новосибирск : ИГиМ СО РАН, 2014. 19 с.

Кужугет Р. В. Особенности минералообразования золото-кварцевых рудопроявлений Алдан-Маадырского золоторудного узла (Западная Тува) // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества. Вып. 11. Кызыл : ТувИКОПР СО РАН, 2012. С. 44–64.

Кужугет Р. В., Зайков В. В., Лебедев В. И. Улуг-Саирское золото-турмалин-кварцевое месторождение, Западная Тува // Литосфера. 2014. № 2. С. 99–114.

Кужугет Р. В., Зайков В. В., Лебедев В. В., Монгуш В. В. Золоторудная минерализация Хаак-Саирского золото-кварцевого рудопроявления в лиственитах (Западная Тува) // Геология и геофизика, 2015, № 56. С. 1332–1348.

Кузнецов В. А. Алтае-Саянская металлогеническая провинция и некоторые закономерности размещения полезных ископаемых // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 8. М. : Наука, 1967. С. 275–303.

Кузнецов В. А., Дистанов Э. Г., Оболенский А. А. Общие принципы и методы выделения рудных формаций и их систематика // Геология и генезис эндогенных рудных формаций Сибири. М. : Наука, 1972. С. 7–23.

Кузнецов К. Ф., Панфилов Р. В. Месторождения серебра // Рудные месторождения СССР. М. : Недра, 1974. Т. 3. С. 77–93.

Кузнецова Э. Ф., Мадина С. Ш. Исследование древнего золота Казахстана // Советская археология. 1990. № 2. С. 136–148.

Кузнецова Э. Ф., Тепловодская Т. М. Древняя металлургия и гончарство Центрального Казахстана. Алматы : Гылым, 1994. 207 с.

Культура ранних кочевников Казахстана: археологические коллекции. Научный Каталог (Музейные коллекции Казахстана. Археологические коллекции Центрального Государственного музея РК. Том 1). Алматы, 2009. 430 с.

Кутюхин П. И. Джетыгаринское месторождение им. С. М. Кирова // Двести лет золотой промышленности Урала. Свердловск : Изд-во Урал. филиала АН СССР, 1948. С. 364–385.

Кызласов Л. Р. Древняя Тува (от палеолита до IX в.). М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. 207 с.

Лебедев В. И. Рудно-магматические системы эталонных арсенидно-кобальтовых месторождений. Новосибирск : Наука, 1998. 189 с.

Лукпанова Я. А. Металлические изделия из могильника Таксай I, курган № 6 (Западный Казахстан) // Геоархеология и археологическая минералогия — 2014. Миасс : ИМин УрО РАН, 2014. С. 157–160.

Магакьян И. Г. Металлогения. М. : Недра, 1974. 304 с.

Мажитов Н. А., Сунгатов Ф. А., Султанова А. Н. Средневековой город Башкорт (Уфа) // Вестн. АН РБ. 2007а. Том 12. № 3. С. 39–44.

Мажитов Н. А., Сунгатов Ф. А., Иванов В. А., Сатаров Т. Г., Султанова А. И., Иванова Е. В. Городище Уфа-II. Материалы раскопок 2006 г. Уфа : Башкотостан, 2007б. 180 с.

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

Максимов М. М. Очерк о серебре. М. : Недра, 1981. 207 с.

Малышев В. М., Румянцев Д. В. Золото. М. : Металлургия, 1979. 288 с.

Маргулан А. Х. Сочинения. Т. 2. Сарыарка. Горное дело и металлургия в эпоху бронзы. Джезказган — древний и средневековый металлургический центр (городище Милыкудук). Алматы : Дайк-Пресс, 2001. 144 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. 2013. № 2. С. 129–141.

Марфунин А. С. История золота. М. : Наука, 1987. 245 с.

Масленников В. В. Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданоносных палеогидротермальных полей (на примере Южного Урала). Миасс : Геотур, 1999. 348 с.

Масленников В. В., Зайков В. В. Метод рудно-фациального анализа в геологии колчеданных месторождений. Миасс : ИМин УРО РАН, 2006. 223 с.

Масленникова С. П., Масленников В. В. Сульфидные трубы палеозойских черных курильщиков. Екатеринбург — Миасс : УрО РАН, 2007. 312 с.

Мелекесцева И. Ю. Зайков В. В. Минералогия руд Южно-Юлукского колчеданного месторождения, Южный Урал // Минералогия Урала — 2007. Миасс : ИМин УрО РАН, 2007. С. 77–79.

Мелекесцева И. Ю., Зайков В. В., Котляров В. А. Рудные фации Вишневского колчеданного месторождения // Металлогения древних и современных океанов — 2008. Рудоносные комплексы и рудные фации. Миасс : ИМин УрО РАН., 2008. С. 94–98.

Мелекесцева И. Ю., Котляров В. А., Кужугет Р. В., Монгуш А. А. Золото месторождения Арыскан и рудопроявления Дуушкунныг, Алдан-Маадырская золоторудная зона (Западная Тува) // Металлогения древних и современных океанов — 2010. Рудоносность рифтовых и островодужных структур. Миасс : ИМин УрО РАН, 2010. С. 201–205.

Мелекесцева И. Ю., Котляров В. А., Зайков В. В., Юминов А. М. Минералы золота и серебра Мечниковского и Алтын-Ташского золоторудных месторождений в лиственитах, Южный Урал // Минералогия Урала — 2011. Миасс : ИМин УрО РАН, 2011. С. 111–115.

Месторождения золота Казахстана. Алматы, 1996. 154 с.

Металлогения Казахстана. Рудные формации: месторождения руд меди. Алма-Ата : Наука КазССР, 1978. 192 с.

Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд золота. Алма-Ата, 1980. 224 с.

Мизерный А. И., Петров С. Ф. Прогнозная минералого-геохимическая модель золото-кварцевого месторождения Казан-Чункур (Западная Калба) // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований. М. : ИГЕМ РАН, 2010. Т. II. С. 42–43.

Минералогия Урала. Элементы. Карбиды. Сульфиды / ред. *Н. П. Юшкин*. Свердловск : УрО АН СССР, 1990. 391 с.

Минералы. Справочник. Т. 1. / ред. *Э. М. Бонштедт-Куплетская, Ф. В. Чухров*. М. : Из-во АН СССР, 1960. 617 с.

Минералы благородных металлов : справочник / ред. *О. Е. Юшко-Захарова, В. В. Иванов, Л. Н. Соболева и др*. М. : Недра, 1986. 272 с.

Минералы Казахстана (самородные элементы, интерметаллиды, карбиды, арсениды, антимониды, простые сульфиды) / ред. *Х. А. Беспаев, З. А. Козловская, Н. М. Митряева*. Алма-Ата : Наука КазССР, 1989. 200 с.

Мирошниченко Л .А., Фомичев В. И., Кузнецов Ю. Л. Золотоносность метасоматических зон скарновых месторождений Саякской группы // Известия АН КазССР. Сер. геолог. 1970. № 4. С. 9–19.

Мосин В. С., Григорьев С. А., Таиров А. Д., Боталов С. Г., Самигулов Г. Х. История археологии Южного Зауралья : учеб. пособие. Челябинск : Челяб. гос. ун-т, 2002. 348 с.

Мурзин В. В., Малюгин А. А. Типоморфизм золота зоны гипергенеза (на примере Урала). Свердловск : УНЦ АН СССР, 1987. 96 с.

Мурзин В. В., Варламов Д. А., Ронкин Ю. Л., Шапина С. Н. Происхождение золотоносных родингитов Карабашского массива альпинотипных гипербазитов на Южном Урале // Геология рудных месторождений. 2013. Т. 55. № 4. С. 320–341.

Мурзин В. В., Кисин А. Ю., Варламов Д. А. Минералы платиновой группы из россыпи Мурзинско-Адуйского гранитогнейсового комплекса и их возможные источники // Минералогия. 2015. № 1. С. 34–48.

Нарсеев В.А. Эндогенная зональность золоторудных месторождений Казахстана. Алма-Ата : «Наука» КазССР, 1973. 236 с.

Нестеренко Г. В. Прогноз золотого оруденения по россыпям (на примере районов юга Сибири). Новосибирск : Наука, 1991. 191 с.

Нестеренко Г. В., Кузнецова А. И., Лаврентьев Ю. Г., Поспелова Л. Н. Вариации макросостава — важный типоморфный признак самородного золота // Геология и геофизика. 1982. № 3. С. 57–65.

Нестеренко Г. В., Воротников Б. А., Николаева Н. М., Пешевицкий Б. И. Новообразование минералов золота в зоне окисления сульфидных место-

рождений Центрального Казахстана // Записки ВМО. 1985. Вып. 5. Ч. 114. С. 555–568.

Никифорова З. С. Типоморфизм россыпного золота как показатель генезиса россыпей и коренных источников (восток Сибирской платформы). Новосибирск : ИГиМ СО РАН, 2014. 37 с.

Никифорова З. С., Глушкова Е. Г. Микровключения в россыпном золоте Средней Лены (юго-восток Сибирской платформы) // Минералогическая интервенция в микро- и наномир : материалы Междунар. минералог. семинара. Сыктывкар : ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 309–311.

Никифорова З. С., Прудников С. Г., Лебедев В. И, и др. О возможности выявления эоловых россыпей золота на территории Тувы // Литология и полезные ископаемые. 2007. № 1. С. 25–32.

Николаева Л. А., Гаврилов А. М., Некрасов А. Н., Яблокова С. В., Шатилова Л. В. Атлас самородного золота рудных и россыпных месторождений России. М. : ЦНИГРИ. 2003. 184 с.

Новоселов К. А., Белогуб Е. В., Аюпова Н. Р. Бабарыкинское рудное поле (Александринский колчеданоносный район, Южный Урал). Миасс : ИМин УрО РАН, 2009. 175 с.

Овчинников Л. Н. Полезные ископаемые и металлогения Урала. М. : Геоинформмарк, 1998. 412 с.

Ойдуп Ч. К., Лебедев В. И., Кудрявцева А. И., Монгуш А. А., Попов В. А., Изендеева Л. И. Геолого-структурный и минералого-геохимические особенности рудных объектов Ондумской островодужной системы (Тува) // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества. Кызыл : ТУВиКОПР СО РАН, 2004. С. 38–42.

Ойдуп Ч. К., Монгуш А. А., Хураган Ч. М. Типоморфные особенности минералов платиновой группы в россыпи золота Кундус (Каахемский офиолитовый пояс Тува) // Литология и полезные ископаемые. 2012. № 5. С. 490–498.

Парилов Ю. С., Паталаха Г. Б., Щербина В. В., Муканов К. М., Яренская М. А. Геохимия серебра сульфидных месторождений Центрального Казахстана и Рудного Алтая. Алма-Ата : Наука, 1975. 293 с.

Петровская Н. В. Самородное золото. М. : Наука, 1973. 345 с.

Петровский Д. В., Силаев В. И., Жарков В. А., Сухарев А. Е., Петровский В. А. Самородное золото Предуралья // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований. М. : РАН, 2010. Т. 2. С. 136–138.

Пинус Г. В., Кузнецов В. А., Волохов И. М. Гипербазиты Алтае-Саянской складчатой области. М. : Госгеолтехиздат, 1958. 295 с.

Плотинская О. Ю., Грознова Е. О., Коваленкер В. А. и др. Минералогия и условия образования руд Березняковского рудного поля (Южный Урал, Россия) // Геология рудных мест. 2009. № 5. С. 414–413.

Полуэктов В. Н. Золото месторождения Васин (Кумакский рудный район, Оренбургская область) // Металлогения древних и современных океанов — 2010. Рудоносность рифтовых и островодужных структур. Миасс : ИМин УрО РАН, 2010. С. 173–176.

Попова В. И. Месторождения золота Миасской золотой долины // Металлогения древних и современных океанов — 2002. Формирование и освоение месторождений в офиолитовых зонах. Миасс : ИМин УрО РАН, 2002. С. 98–106.

Попова Е. С., Зайков В. В., Мурзин В. В. Минералы золота и серебра в рудах Мелентьевского золото-полиметаллического месторождения // Уральский минералогический сборник № 13. Миасс : ИМИН УрО РАН, 2005. С. 146–155.

Прудников С. Г., Кононенко Н. Б. Типоморфные признаки россыпного золота Тувы // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества. Кызыл : ТУВиКОПР СО РАН, 2004. С. 19–26.

Прудников С. Г., Бутанаев Ю. Б. Сравнительная характеристика россыпного и коренного золота для целей прогнозирования золотого оруденения на территории Ойна-Харальского золотоносного района (Тува) // Металлогения древних и современных океанов — 2013. Рудоносность осадочных и вулканогенных комплексов. Миасс : ИМин УрО РАН, 2013. С. 184–188.

Пучков В. Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа : Даурия, 2000. 146 с.

Пшеничный Г. Н. Гайское медноколчеданное месторождение Южного Урала. М. : Наука, 1962. 187 с.

Пшеничнюк А. Х. Кара-абызская культура (население центральной Башкирии на рубеже нашей эры) // Археология и этнография Башкирии. Уфа : Башк. книжное изд-во, 1973. Т. V. С. 162–243.

Пшеничнюк А. Х. Олени Филипповки // Золотые олени Евразии. СПб. : Гос. Эрмитаж, 2003. С. 9–12.

Рафаилович М. С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. Алматы, 2009а. 303 с.

Рафаилович М. С. Золоторудный гигант Бакырчик: геологическое строение, перспективы освоения // Горный журнал Казахстана. 2009б. № 4. С. 2–6.

Рафаилович М. С., Лось В. П. Васильковское штокверковое месторождение золота: геологическая и структурная позиция, прогнозно-поисковая модель // Руды и металлы. 2007. № 4. С. 26–36.

Рафаилович М. С., Мизерная М. А., Дьячков Б. А. Крупные месторождения золота в черносланцевых толщах: условия формирования, признаки сходства. Алматы : Изд-во ВКГТУ, 2011. 272 с.

Рид С. Дж. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. М. : Техносфера, 2008. 232 с.

Розен М. Ф. Очерки об истории горного дела на Алтае. Барнаул : Алт. книжное изд-во, 1952. 68 с.

Рослякова Н. В., Щербаков Ю. Г. Состав золота в скарнах Синюхинского рудного поля. Алтай // Геохимия. 1999. № 1. С. 25–33.

Ростовцев М. И. Курганные находки Оренбургской области эпохи раннего и позднего эллинизма // Материалы по археологии России. 1918. Вып. 37. 104 с.

Рудные формации Тувы / ред. *В. А. Кузнецов*. Новосибирск : Наука, 1981. 201 с.

Савельев Д. Е., Сначев В. И., Савельева Е. Н., Бажин А. Г. Геология и хромитоносность габбро-гипербазитовых комплексов Южного Урала. Уфа : Гилем, 2008. 319 с.

Савельев Д. Е., Пучков В. Н., Бажин Е. А., Сначев В. И., Романовская М. А. Новые данные о геологии и геохимии Таловского габбро-гипербазитового массива (Южный Урал) // Вестн. МГУ. Сер. 4 «Геология». 2010. № 3. С. 51–56.

Савельев Д. Е., Белогуб Е. В., Зайков В. В., Сначев В. И., Котляров В. А., Блинов И. А. Платинометальная минерализация в ультрамафитах массива Средний Крака (Южный Урал) // Руды и металлы. 2014. № 6. С. 33–42.

Савельева Г. Н., Савельев Д. Е. Хромиты в структуре офиолитовых ультрабазитов Урала // Геотектоника. 1991. № 3. С. 47–58.

Савельева А. С., Герман П. В. Древние горные выработки Чечулинского Салаирского прииска // Вестн. Кемеров. гос. ун-та. 2014. Вып. 3 (59). Т. 3. С. 87–92.

Сазонов В. Н., Огородников В. Н., Коротеев В. А., Поленов Ю. А. Месторождения золота Урала. Екатеринбург : ИГГ УрО РАН, 2001. 622 с.

Сальников К. В. Очерки древней истории Южного Урала. М. : Наука, 1967. 408 с.

Салихов Д. Н., Юсупов С. С., Ковалев С. Г., Бердников П. Г., Хамитов К. А. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (металлы платиновой группы). Уфа : Изд-во Экология, 2001. 223 с.

Салихов Д. Н., Ковалев С. Г., Беликова Г. И., Бердников П. Г. Полезные ископаемые Республики Башкотостан (золото). Ч. 1. Уфа : Экология, 2003. 222 с.

Самашев З. С., Франкфорт А. П., Ермолаева А. С., Жумабекова Г. С., Гий Э., Сунгатай С., Жетибаев Ж. М., Омаров Г. К. Исследование культуры древних кочевников Казахстанского Алтая // Проблемы изучения и сохранения исторического наследия : материалы Междунар. археол. конф. Алматы, 1998. С. 174–202.

Самашев З. С., Жумабекова Г. С., Куц Г., Суворова Г., Чотбаев А. Е., Киясбек Г. К., Исследования Берельских курганов // Новые исследования по археологии Казахстана // Маргулановские чтения — 15 : тр. науч.-практ. конф. Алматы : Ин-т археологии им. А. Х. Маргулана, 2004. С. 24–32.

Самашев З. С., Жумабекова Г. С., Киясбек Г. К., Онгар А., Чотбаев А. Е. Археологические исследования на могильнике Берел // Отчет об археологических исследованиях по государственной программе «Культурное наследие — 2004». Алматы : ИД «Credo», 2005а. С. 121–123.

Самашев З. С., Жумабекова Г. С., Базарбаева Г. А., Чотбаев А. Е., Толегенов Е. Т., Киясбек Г. К. Археологические исследования на некрополе Берел в 2005 году // Отчет об археологических исследованиях по Государственной программе «Культурное наследие» в 2005 году. Алматы, 2005б. С. 272–277.

Сарианиди В. И. Дворцово-храмовый комплекс Северного Гонура // Российская археология. 2007. № 1. С. 49–63.

Сарианиди В. И., Дубова Н. А. Новые гробницы на территории царского некрополя Гонура. (Предварительное сообщение) // На пути открытия цивилизации : сб. статей к 80-летию В. И. Сарианиди (Тр. Маргианской археолог. экспедиции. Т. 3). СПб. : Алетейя, 2010. С. 144–171.

Сафина Н. П., Аюпова Н. Р. Золото в сульфидных рудах Талганского медно-цинково-колчеданного месторождения (Южный Урал) // Минералогия Урала — 2003. Т. II. Минералы месторождений и руд Урала. Физика минералов. Миасс : ИМин УрО РАН, 2003. С. 7–10.

Сафина Н. П., Масленников В. В. Рудокластиты колчеданных месторождений Яман-Касы и Сафьяновское (Урал). Миасс : ИМин УрО РАН, 2008. 260 с.

Сдыков М. Н., Лукпанова Я. А. Ранние кочевники Западного Казахстана (на примере комплекса Таксай I). Уральск : Полиграфсервис, 2013. 292 с.

Серавкин И. Б. Металлогения Южного Урала и Центрального Казахстана. Уфа : Гилем, 2010. 284 с.

Сергеев Н. Б., Зайков В. В., Лапутина И. П., Трофимов О. В. Золото и серебро в зоне гипергенеза серноколчеданной залежи Гайского месторождения (Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 1994. Т. 36. № 2. С. 169–183.

Сидоров А. А., Константинов М. М., Еремин Р. А., Савва Н. Е., Копытин В. И., Сафронов Д. Н., Найбородин В. И., Гончаров В. И. Серебро (геология, минералогия, генезис, закономерности размещения месторождений). М. : Наука, 1989. 240 с.

Скляров Е. В., Меляховецкий А. А., Зайков В. В, Поспелова И. Н. К вопросу о метаморфической зональности в верхнепротерозойских толщах Харальского района // Петрология и минералогия метаморфических формаций Сибири. Новосибирск : Наука, 1981. С. 24–32.

Смирнов К. Ф. Савроматы (ранняя история и культура сарматов). М. : Наука, 1964. 379 с.

Спиридонов Э. М., Соколова Н. Ф., Шумкова Н. Г. Новые типы минеральных ассоциаций самородного золота Северо-Казахстанской провинции // Минералогия и геохимия золота : тез. докл. симпозиума. Владивосток : ДВГИ, 1974. С. 20–21.

Спиридонов Э. М. Минералогия метаморфизованного Кочкарского плутоногенного золото-кварцевого месторождения. Южный Урал. 2. Золото-висмутиновые руды // Записки ВМО. 1996. № 6. С. 1–11.

Спиридонов Э. М., Плетнев П. А. Месторождение медистого золота Золотая Гора (о «золото-родингитовой формации»). М. : Научный мир. 2002. 220 с.

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

Супчугашев Я. И. Древнейшие рудники и памятники ранней металлургии в Хакасско-Минусинской котловине. М. : Наука, 1975. 173 с.

Таиров А. Д. Ранний железный век // Древняя история Южного Зауралья. Т. II. Ранний железный век и средневековье. Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2000. С. 4–205.

Таиров А. Д. Кочевники Урало-Казахстанских степей в VII–VI вв. до н. э. Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2007. 274 с.

Таиров А. Д., Боталов С. Г., Плешанов М. Л. Исследование курганного могильника Кичигино в 2007 году (предварительные результаты) // Ранние кочевники Волго-Уральского региона. Оренбург : Изд-во ОГПУ, 2008. С. 139–144.

Таиров А. Д., Бейсенов А. З., Зайков В. В., Зайкова Е. В., Блинов И. А. Древнее золото Казахстана // Сакская культура Сарыарки в контексте этносоциокультурных процессов Степной Евразии : сб. науч. ст., посвященных памяти археолога К. А. Акишева. Алматы : НИЦИА Бегазы-Тасмола. 2015. С. 320–335.

Тасмагамбетов И. Кентавры Великой степи. Художественная культура древних кочевников. Алматы : Берел, 2003. 336 с.

Тишкин А. А. Определение химического состава некоторых находок из цветных металлов, обнаруженных в центральном погребении кургана № 4 памятника Бугры, с помощью рентгенфлуоресцентного спектрометра // Вестн. Алт. науки. 2012. № 1. С. 47–52.

Тишкин А. А., Хаврин С. В. Использование рентгенфлуоресцентного анализа в археологических исследованиях // Теория и практика археологических исследований. Барнаул. 2006. Вып. 2. С. 74–85.

Тишкин А. А., Дашковский П. К. Результаты радиоуглеродного датирования памятников пазырыкской культуры Ханкаринский Дол и Яломан-III // Радиоуглерод в археологических и палеоэкологических исследованиях. СПб. : ИИМК, 2007. С. 291–299.

Тишкин А. А., Чугунов К. В. Начало исследований курганов на памятнике Бугры в предгорьях Алтая // Тр. II (XVIII) Всеросс. археологического съезда в Суздале. М. : ИА РАН, 2008. Т. 2. С. 86–88.

Тишкин А. А., Зайков В. В., Хворов П. В., Зайкова Е. В. Состав золотых изделий алтайского могильника Яломан и проблема источников золота // Современные решения актуальных проблем евразийской археологии. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2013. С. 96–102.

Тишкин А. А., Зайков В. В., Хворов П. В., Зайкова Е.В. Результаты анализа части золотых находок из кургана № 4 памятника Бугры (северо-западные предгорья Алтая) // Теория и практика археологических исследований. 2014. № 1. С. 115–126.

Ткачев А. А. Центральный Казахстан в эпоху бронзы. Тюмень: Тюм. ГНГУ, 2002. Ч. 1. 289 с. Ч. 2. 24 с.

Ткачев В. В., Сегедин Р. А., Грешнер С. Г. Подъемный материал из поселений и рудников бронзового века Мугоджар // Вопросы археологии Западного Казахстана. Вып. 1. Самара, 1996. С. 83–108.

Толстых Н. Д., Кривенко А. П., Батурин С. Г. Особенности состава самородной платины из различных ассоциаций минералов платиновой группы // Геология и геофизика. 1996. Т. 37. № 3. С. 39–46.

Толстых Н. Д., Кривенко А. П., Поспелова Л. Н. Необычные соединения иридия, осмия и рутения из россыпей р. Золотой (Западный Саян) // ЗВМО. 1997. Т. CXXVI. № 6. С. 23–24.

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.

Троицкая Т. Н., Новиков А. В. Археология Западно-Сибирской равнины : учеб. пособие. Новосибирск, 2004. 136 с.

Троицкая Т. Н., Новиков А. В. Скифо-сибирский мир : учеб. пособие для вузов. Новосибирск : ГЕО, 2007. 142 с.

Тютев Я. М., Анкушев М. Н., Блинов И. А. Минералогические особенности медного месторождения Таш-Казган (Республика Башкортостан) // Металлогения древних и современных океанов — 2015. Месторождения океанических структур, геология, минералогия, геохимия и условия образования. Миасс : ИМин УрО РАН, 2015. С. 215–218.

Уильямс Д., Огден Дж. Греческое золото. Ювелирное искусство классической эпохи V–IV века до н. э. СПб. : Славия, 1995. 272 с.

Фальк А. Ю. Исследование золота и серебра Беренджакской россыпи с целью выявления коренных источников // Металлогения древних и современных океанов — 2001. История месторождений и эволюция рудообразования. Миасс : Геотур, 2001. С. 203–309.

Феномен алтайских мумий. Новосибирск : Изд-во ИАиЭ СО РАН, 2000. 316 с.

Хаврин С. В., Папин Д. В. Исследование состава золотых андроновских украшений Алтая // Современные проблемы археологии России : материалы Всерос. археолог. съезда (23–28 октября 2006 г., Новосибирск). Т. II. Новосибирск, 2006. С. 388–390.

Холланд Н. Формирование золото-баритовой линзы на месторождении Балта-Тау (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов — 2007. Гидротермальные и гипергенные рудоносные системы. Т. 1. Миасс : ИМин УрО РАН, 2007. С. 191–198.

Чекалин В. М., Дячков Б. А. Рудноалатайский полиметаллический пояс: закономерности распределения колчеданного оруденения // Геология рудных месторождений. 2013. Т. 55, № 6. С. 513–532.

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

Черных А. И., Кураев А. А. Состояние и перспективы освоения минерально-сырьевой базы золота Кемеровской области // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2010. № 3. С. 81–90.

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

Черников С. С. Загадка золотого кургана (где и когда зародилось скифское искусство?). М. : Наука, 1965. 188 с.

Чугунов К. В. Аржан-1 и Аржан-2: сравнительный анализ // Наследие народов Центральной Азии и сопредельных территорий: изучение, сохранение и использование. Часть 1. Кызыл : Аныяк, 2009. С. 48–52.

Чугунов К. В. Искусство Аржана-2: стилистика, композиция, иконография, орнаментальные мотивы // Европейская Сарматия. СПб., 2011а. С. 39–60.

Чугунов К. В. Культурные связи населения Тувы в раннескифское время (по материалам кургана Аржан-2) // Маргулановские чтения — 2011б. Астана : ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, 2011. С. 177–182.

Чугунов К. В., Парцингер Г., Наглер Г. Золотые звери из долины царей. Открытия российско-германской археологической экспедиции в Туве. СПб. : Изд-во Гос. Эрмитажа, 2004. 16 с.

Шемаханская М. С., Яблонский Л. Т. Парадный меч из царского кургана в Филипповке 1 // Тр. III (XIX) Всероссийского археологического съезда. Великий Новгород — Старая Русса / ред. Н. А. Макаров, Е. Н. Носов. Т. I. СПб. ; М. ; В. Новгород, 2011. с. 404–405.

Шемаханская М. С., Яблонский Л. Т. Особенности золота и техники изготовления предметов из «царского» кургана № 4 могильника Филипповка-I // Тр. IV (XX) Всерос. археолог. съезда в Казани. Т. IV. Казань : Отечество, 2014. С. 198–201.

Шпунт Б. Р. Типоморфные особенности и генезис россыпного золота на севере Сибирской платформы // Геология и геофизика. 1974. № 9. С. 77–88.

Шумихин Е. В., Волгин В. А. Из истории золотодобычи на Южном Урале. Челябинск : Крокус, 2008. 152 с.

Щерба Г. Н. Очерки металлогении Казахстана. Алма-Ата : Наука КазССР, 1981. 240 с.

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.

Щербаков Ю. Г., Рослякова Н. В., Колпаков В. В. Федоровское месторождение золота и перспективы золотоносности Южно-Сибирской рудной провинции // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 10. С. 979–992.

Юдин А. В. Ag, Pb, Bi минерализация метаморфизованных золотых руд юго-западного блока Кочкарского месторождения, Южный Урал // Минералогия Урала : материалы III регионального совещания. Т. 2. Миасс : ИМин УрО РАН, 1998. С. 168–171.

Юминов А. М., Зайков В. В., Таиров А. Д., Зданович Д. Г. Включения осмия в древних золотых изделиях на Южном Урале // Труды XII Российской конференции: Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов;. Т. 3. Экспериментальное изучение шлаковых расплавов; взаимодействие металл-шлак. Екатеринбург : УрО РАН, 2008. С. 175–176.

Юминов А. М., Зайков В. В. Сиротин С. В., Хворов П. В., Котляров В. А. Состав золотых изделий из материалов погребений курганных могильников Переволочан-I, Переволочан-II и одиночного кургана Яковлевка-II (Ю. Урал) // Урал. минералог. сб. 2010. № 17. С. 153–161.

Яблонский Л. Т. Золото сарматских вождей. Элитный некрополь Филипповка 1 (по материалам раскопок 2004–2009 гг.) : каталог коллекции. Кн. I / *ред. М. Г. Мошков*. М. : ИА РАН, 2013. 231 с.

Яблонский Л. Т. Прохоровка. У истоков сарматской археологии. М. : ТАУС, 2010. 384 с.

Яблонский Л. Т. Сарматы Южного Приуралья // Сокровища сарматских вождей (материалы раскопок Филипповских курганов). Оренбург : Печатный дом «Димур», 2008. С. 17–32.

Chapman R. J., Mortensen J. K., LeBarge W. P. Styles of lode gold mineralization contributing to the placers of the Indian River and Black Hills Creek, Yukon territory, Canada as deduced from microchemical characterization of placer gold grains // Miner. Deposita, 2011. 46. P. 881–903.

Boyle R. W. The Geochemistry of Gold and deposits // Canada Geol. Survey Bull. 1979. V. 280. 584 p.

Craddock P. T. The Platinum Group Element Inclusion // A. Ramage, P. Craddock, King Croesus' Gold: Excavations at Sardis and the History of Gold Refining (Archaeological Exploration of Sardis, 11). London : Cambridge, 2000. MA. P. 238–244.

Fleischer M., Pabst A., Mandarino J. A., Chao G. Y., Cabri L. J. New mineral names // American Mineralogist, 1976. V. 61, № 1–2, pp. 174–186.

Harris D., Cabri L. Nomenclature of platinum-group-element allovs: review and revision // Canadian Mineralogist, 1991. V. 29. P. 231–237.

Grieco G., Ferrario A. Diella V., Spadea P., Savelieva J., Pertsev N., Mather E. A. The Cr-PGES mineralization of the Nurali massif, Southern Urals, Russia // Постколлизионная эволюция подвижных поясов : Тез. докл. междунар. науч. конф. (6 чтения А. Н. Заварицкого). Екатеринбург : Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 2001. С. 60–62.

Kapsiotis A., Grammatikopoulos T., Tsicouras B., Hatzipanagiotou K., Zaccarini F., Garuti G. Chromian spinel composition and Platinum-Group element mineralogy of chromites from the Milia area. Pindos ophiolite complex, Greece // The Canadian mineralogist, 2009. V. l. 47, P. 1057–1074.

Lange I. M., Gignoux T. Distribution, Characteristics, and Genesis of High Finenes Gold Placers, Ninemile Valley, Central-Western Montana // Economic Geology, 1999. 94. P. 375–386.

Novoselov K. A., Belogud E. V., Zaykov V. V., and Yakovleva V. A. Silver sulfotellurides from volcanic-hosted massive sulfide deposits in the Southern Urals // Mineralogy and Petrology, 2006. № 87. P. 327–349.

Ogden J. M. The So-called Platinum Inclusion in Egyptian Goldwork, Journal of Egyptian Archaeology. 1976. 62, P. 138–144.

Ogden J. M. Platinum Group Inclusions in Ancient Gold Artifacts, Journal of the Historical Metallurgical Society. 1977. 11.2, P. 53–72.

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

Shemakhanskaya M. S., Treister M. Yu., Yablonsky L. T. 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. (M.Guerra and T. Rehren – ed.) Rennes. ArchaeoScience, 2009. № 33. P. 211–220.

Tolstykh N., Krivenko A., Sidorov E., Laajoki K., Podlipsky M. Ore mineralogy of PGM placers in Siberia and the Russian Far East // Ore Geology Revievs, 2002. 20 (2002). P. 1–25.

eral, silicate, and base-metal mineral, and Os-isotope geochemistry // Contrib. Mineral. Petrol., 2009. Vol. 158. Issue 5. P. 659–674.

Whitmore F. E., Young W. J. Application of the Laser Microprobe and Electron Microprobe in the Analysis of Platiniridium Inclusions in Gold // W. J. Young (ed.), Application of Science in Examination of Art. Boston. 1973. P. 88–95.

Young W. J. 1972. The Fabulous Gold of the Pactolus Valley // Bulletin of Boston Museum of Fine Arts. P. 5–13.

www.mindat.org

Фондовая литература

Иванищев А. В. Отчет по теме «Систематизация и разбраковка золоторудных месторождений Свердловской и Челябинской областей». Екатеринбург, Челябинск, 2005ф.

Иванушкин А. Г. Отчет о результатах поисковых и оценочных работ на хромовые руды в пределах Варшавского гипербазитового массива, проведенных Сосновским филиалом ГУП «Южуралгеологоразведка» в 1997–2000 гг. в Карталинском районе Челябинской области в 4 книгах и 1 папке. Челябинск, 2006 ф.

Кильчичаков К. М., Копылова Л. В. Результаты предварительной разведки Тарданского золоторудного месторождения с подсчетом запасов по состоянию на 01.04.1971 г. (Отчет о геолого-разведочных работах за 1967–1971 гг.). 1 кн.— 179 л., 3 кн.— 128 л., 4 кн.— 172 л., 5 кн.— 20 л., графики 33 л. Кызыл. 1971 ф.

Петров Ю. М. Отчет «Составление карты россыпной золотоносности республики Башкортостан». Уфа, 1999ф.

Шумихин Е. А. Зеленина С. С. Мельников А. А. Отчет по теме Б.11.1/(10)/84-5 «Оценка перспектив платиноносности ультраосновных и основных пород Учалинского рудного района» за 1984–87. Уфа : Башкиргеология, 1987 ф.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Количество анализов, использованных в монографии

№ п/п	Глава	Объекты	№ таблиц, приложений	Вид и количество анализов				Источники
				Пробирный	РФА, Au	РСМА, Au	РСМА, Os-Ru-Ir	
1	Глава 2. Алтае-Саянский регион	Руды коренных месторождений	2.1	—	—	72	—	Гаськов и др., 2001; 2006; Ковалев и др., 2004; Рослякова, Щербаков, 1991; Щербаков и др., 2003
2		Россыпи региона	2.2	107	—	—	—	Данные ГРП, приисков
3		Россыпь р. Байсют	2.3	—	—	36	—	Данные С. Г. Прудникова
4		Россыпи Ойна-Харал	2.4	—	—	378	—	Данные С. Г. Прудникова
5		Могильники эпохи бронзы	2.5		150			Грушин и др., 2009
6		Могильник Бугры	2.6	—	65	7	–	Авторские данные
7		Памятники Чинетского археологического района	2.7	—	—	201	—	Авторские данные
8		Могильник Яломан-II	2.8	—	161	—	—	Тишкин и др., 2013; авторские данные
9		Могильники плато Укок	2.9	—	—	—	—	Щербаков, Рослякова, 2000
10		Курганы Аржан-2, Аржан IV	2.10	—	—	38	—	Марсадолов и др. 2013; авторские данные
11		Могильник Догээ-Баары II	2.11	—	—	56	—	Авторские данные
12	Глава 3. Казахстанский регион	Суздальское месторождение Au	3.1	—	—	81	—	Данные К. Р. Ковалева
13		Рудный Алтай	3.2	—	—	11	—	Геохимия, 1975; Минералы, 1989
14		Могильники Северного Казахстана	3.3	—	204	—	—	Авторские данные
15		Могильники Западного Казахстана	3.4	—	240	—	—	Блинов и др., 2014
16		Могильники Восточного Казахстана	3.5	—	49	32	—	Данные И. А. Блинова; Марсадолов и др., 2013; Кузнецова, Мадина, 1990
17		Могильники Казахстана	3.6	—	—	51	—	Авторские данные

№ п/п	Глава	Объекты	№ таблиц, приложений	Вид и количество анализов				Источники
				Пробирный	РФА, Au	РСМА, Au	РСМА, Os-Ru-Ir	
18		Руды Казахстана	3.7	—	—	24	—	Рафаилович, Лось, 2007; Черников, 1948; Рафаилович, 2009б; Калинин и др., 2010; Кутюхин, 1948
19	Глава 4. Уральский регион	Россыпи Урала	4.1	—	—	171	—	Авторские данные
20		Микровключения	4.2	—	—	42	—	Авторские данные
21		Состав изделий	4.3	—	—	534	—	Авторские данные
22		Филипповка I, курганы 1, 4, 5	4.4	—	263	—	—	Данные И. А. Блинова
23		Филипповка I, курган 1, погребение 2	4.5	—	518	—	—	Блинов и др., 2014
24		Филипповка I и II	4.6	—	—	196	—	Авторские данные
25		Кичигино I	4.7	—	—	309	—	Авторские данные
26		Магнитный	4.8	—	112	—	—	Авторские данные
27	Глава 5. Платиноиды	Кундус	5.1	—	—	—	45	Авторские данные
28		Приозерное	5.3	—	—	—	14	Золоев и др., 2001
29		Крака	5.4	—	—	—	7	Савельев и др.. 2014
30		Киалим	5.5	—	—	—	87	Авторские данные
31		Сибирские изделия с платиноидами	5.6	—	—	—	45	Авторские данные
32		Уральские изделия с платиноидами	5.7	—	—	—	196	Авторские данные
33		Филипповка	5.8				152	Авторские данные
34		Фанагория	5.9	—	—	—	28	Авторские данные
35		Гонур	5.10	—	—	—	4	Авторские данные

№ п/п	Глава	Объекты	№ таблиц, приложений	Вид и количество анализов				Источники
				Пробирный	РФА, Au	РСМА, Au	РСМА, Os-Ru-Ir	
36	Приложения	Золото-сульфидные, Южный Урал	Прил. 4	—	—	37	—	Авторские данные; Novoselov, Belogub, 2006; Белогуб и др., 2006; Новоселов, Белогуб, 2008; Сазонов и др., 2001
37		Золото-лиственитовые, Южный Урал	Прил. 5	—	—	880	—	Авторские данные; Артемьев и др., 2013; 2014; Заботина и др., 2014; Мелекесцева и др., 2011; данные В. Н. Огородникова и В. В. Мурзина
38		Золото-колчеданные, Южный Урал	Прил. 6	–	–	1113	–	Авторские данные; Амплиева, 2006; Аюпова, Котляров, 2009; Белогуб и др., 2007; Викентьев, 2004; Масленникова, Масленников, 2007; Сергеев и др., 1994
39		Золото-колчеданно-полиметаллические, Баймакский район	Прил. 7	—	—	157	—	Авторские данные; Холланд, 2007
40		Восточно-Уральская зона	Прил. 8	—	—	75	—	Грабежев и др., 2000; Полуэктов, 2010; Спиридонов и др., 1996; Юдин, 1998
41		Россыпи Челябинской области	Прил. 9	58	–	–	–	Данные ГРП, приисков
42		Россыпи Башкортостана	Прил. 10	35	–	–	–	Данные ГРП, приисков
43		Россыпи Южного Урала	Прил. 11			18	–	Сазонов и др., 2001
			Итого	**200**	**1762**	**4512**	**578**	

Приложение 2

Свойства основных минералов благородных металлов

№ п/п	Минерал	Формула	Состав, мас. %	Температура плавления, С	Уд. вес г/см^3	Твердость (Моос)
Минералы золота и серебра						
А — простые вещества						
1	Золото	Au	Au 66–98; Ag 2–30; Pd до 6,5; Bi, Pt, Cu, Fe, Ti, Mn до 1–3	1062,6	15,6–19	2–3
2	Электрум	AuAg	Ag 36–63 Au 37–63; Pd до 8, Cu, Se 1–2	1061 при 35,4 % Ag; 1046 при 39,9 % Ag	12,5–15,6	2–3
3	Кюстелит	Ag_3Au твердый р-р	Ag 62–80; Au 20–36; Sb до 15,4; Cu, Hg до 2,7; Pb до 1		11.32–15,10	2–2,5
4	Серебро	Ag	Ag 98–99; Sb до 2,8; Au до 1,8; Cu, Bi, Hg, As до 0,5	960,5	11.1	2,5–3
5	Аурикуприд	$AuCu_3$	Au 53–56; Cu 44–46			2,5–3
6	Тетрааурикуприд	CuAu	Au 62–85; Cu 9–25; Pd, Pt, Ag, Rh			2,5–3
Б — сульфиды, теллуриды						
7	Калаверит	$AuTe_2$	Au 38,7–44.3; Te 52.7–58.1; Ag, Pb, Sb, Fe, Cu	464	9,1–9,4	2,5–3
8	Креннерит	$(AuAg)Te_2$	Au 32,99; Ag 7,22; Te 59,79		8,62	2,5
9	Сильванит	Au_5AgTe_4 $(Au,Ag)_2Te_4$	Au 24–29,8; Te 60–64; Ag 9,1–15; Cu до 1,1		6,1–6,3 8,16	2–2,5 1,5–2
10	Петцит	Ag_3AuTe_2	Au 42; Ag 25.5; Te 32,5		9,1	2.5
11	Нагиагит	$Au_2Pb_{13}Sb_3Te_6S_{16}$	Au 8; Pb 56; Sb 11; Te 8; S 16	955–959	7,49	1,5
12	Акантит	Ag_2S (мон.)	Ag 87,1; S 12,9	840	7,19–7,24	2–2,5
13	Аргентит	Ag_2S (куб.)	Ag 87,1; S 12,9	840	7,19–7,24	2–2,5
14	Ялпаит	Ag_3CuS_2	Ag 71,73; Cu 14,06; S 14,21		6,77–6,89	2,5
15	Штромейерит	CuAgS	Ag 53,05; Cu 31,19; S 15,76		6,15–6,3	2,5–3
16	Прустит	$Ag_3(AsS_3)$	Ag 65,42; As 15,14; S 19,44	490	5,55-5,64	2-2,5
17	Пираргирит	$Ag_3(SbS_3)$	Ag 59,76; Sb 22,48; S 17,26	486	5,77–5,86	2–2,5
18	Гессит	Ag_2Te	Ag 47,4–66,9; Te 24,7–40.6; Pb до18,1; Au до 14,7		8,24–8,45	2–3

№ п/п	Минерал	Формула	Состав, мас. %	Температура плавления, С	Уд. вес г/см^3	Твердость (Моос)
19	Кервеллеит	Ag_4TeS	Ag 60,59–69,52; Te 13,96–30,59; S 3,5–9,47; Cu 0,11–14,40, Fe, Zn, Pb, Sb < 1%			2
20	Петроскаит	AuAgS AuAg(S,Se)	Au 55,9–60,5; Ag 29,8–33,3; S 9,1–9,7; Se 1–1,8			2–2,5
21	Пирсеит	$CuAg_6Ag_9As_2S_{11}$ $(Ag,Cu)_{16}As_2S_{11}$	Ag 72,49; Cu 4,29; As 6,92; S 16,30		6,03–6,33	
Минералы элементов платиновой группы						
А — природные твердые сплавы						
22	Платина	Pt		1773,5	21,45	
23	Осмий (чистый)	Os		2700 ± 200	22,61	
24	Осмий (в природе)	Os (Ru, Ir); Os (Ir, Ru)	Os:Ru:Ir = = 67–75:13–18:12–15 или Os:Ir:Ru = = 68–70:20–23:7–12			
25	Осмий иридиевый с рутением	Os, Ir(Ru)	Os:Ir:Ru = = 59–65:34–36:1–4			
26	Осмий рутениево-иридиевый	Os, Ir, Ru	Os:Ir:Ru = = 35–44:31–37:21–30			
27	Осмий иридиево-рутениевый	Os, Ru, Ir	Os:Ru:Ir = = 47:39–41:12–14			
28	Иридий	Ir		2454 ± 3	22,65	
29	Иридий осмиевый с Ru, Pt	Ir, Os (Ru,Pt)	Ir:Os:Ru:Pt = = 52–57:25–37:4–9:4–9			
30	Иридий рутениево-осмиевый	Ir, Os, Ru	Ir:Os:Ru = = 37–45:34–36:12–29			
31	Рутений	Ru		2460–2334	12,45	
32	Рутений осмиевый с Ir	Ru,Os(Ir)	Ru:Os:Ir = = 48–57:32–44:7–10			
33	Рутений иридиево-осмиевый	Ru, Os, Ir	Ru:Os:Ir = = 1–51:24–35:16–24. Почти постоянно Pt – 2–6			

№ п/п	Минерал	Формула	Состав, мас. %	Температура плавления, С	Уд. вес г/см^3	Твердость (Моос)
34	Палладий	Pd		1555	10,84–11,97	4,5–5
Б — сульфиды						
35	Лаурит	RuS_2	Ru 61,33; S 38,67 (3)		6,99	7,5
36	Эрликманит	OsS_2	Os 47,2–72,4; S 25 (Ru.Ir.Rh.Pt)			
37	Толовкит	Ir (SbS)	Ir 55,3; Sb 34,8; S 9,2 (Pt, Os)			7,5

Примечание: 1) классификация и состав природных твердых сплавов минералов группы осмия даются по их атомным количествам (по результатам наших анализов) в соответствии с рекомендациями [Harris D., Cabri L., 1991; Кобяшев, Никандров, 2007]; 2) хотя в последних работах [Кривовичев, 2008] аурикуприд и купроаурид считаются синонимами, возможно, есть смысл разделять их, как делается в [Минералы..., 1986] и как выделял Ложечников в 1935 г. по большему содержанию золота в купроаурите; 3) использованы данные: [Кобяшев, Никандров, 2007; Кривовичев, 2008; Минералы... 1960; Минералы благородных...1986; Harris D., Cabri L. 1991; Novoselov K. A., et al., 2006; www.mindat.org].

Приложение 3

Состав самородного золота из руд коренных месторождений Южного Урала

№ п/п	Металл. зона	Рудный район, рудное поле	Месторождение тип руд	Au	Ag	Cu	Fe	Hg	Проба	Группа состава золота
1	Центрально-Уральская	Авзянский	Горный прииск, золото-кварцевый	93–98	2–4	—	—	—	939–980	II–I
2			Улюк-Бар, золото-кварцевый*	90–91	3	—	—	—	920	II
3	Главного Уральского разлома	Карабашский	Золотая Гора, родингиты	78–80	15	2	—	—	820	IV
				50–64	10–20	25—40	—	—	510–650	V
4		Миасский	Наилы, золото-кварцевый	94	5	1	—	—	948–980	II–I
5			Мелентьевское, Au-сульф.	65–80	14–36	—	—	—	660–815	IV–III
				51–64	37–40	—	1—2	3—5	516–650	V
7			Мечниковское, Au-листв.	91–98	1–9	0—0,5	—	0,1—0,7	890–960	III–II
8			Мурашкина Гора, Au-листв.	66–98	2–34	—	—	—	669–966	IV–II
9			Борисовские жилы, Au-листв.	86-97	2–14	—	—	—	862–980	III–I
10			Алтынташское, Au-листв.	79–88	11–21	0,3—1,2	—	0,3—1,2	783–883	III–II
11		Юлукское	Южно-Юлукское	53–57	31–36	1	—	—	525–560	V
12		Ивановское	Ивановское, Co-колч.	83–90	7–17	—	—	—	804–904	III
13			Дергамышское, Co-колч.	72–78	21–28	0,1	—	—	721–820	IV–III
14		Ишкининское	Ишкининское, Co-колч.**	72–80	17–23	—	—	3	731–808	IV
15		Медногорский	Яман-Касы, м-цинк-колч.	78–85	14–18	1—2	1—2	—	785–850	III

№ п/п	Металл. зона	Рудный район, рудное поле	Месторождение тип руд	Au	Ag	Cu	Fe	Hg	Проба	Группа состава золота
16	Магнитогорская	Учалинский	Муртыкты, Au-сульф.	96	1–3	—	—	—	970	I
17			Ик-Давлят, Au-сульф.	94–99	1–6	0,2	—	—	940–990	II–I
18			Контрольное, Au-сульф.	69–71	29–31	—	—	—	700	IV
19			Буйдинское, Au-листв.	89–92	8–9	—	—	—	830–930	III–II
20			Ганеевское, Au-листв.	85–92	8–15	—	—	—		
21		Верхне-Уральский	Узельгинское, м.-цинк.-колч.***	77–87	13–19	—	—	—	779–861	IV–III
22			Талганское, м.-цинк.-колч.	58–64	30–36	0,4—0,8	—	4–5	600–657	V
				67–77	22–29	0,1—0,2	—	—	697–777	IV
23			Чебачье, м.-цинк.-колч	69–73	24–31	0,1—1	0—1		689–729	IV
24			Молодежное, м.-цинк.-колч.	76–80	18–20	0,5—2	—	—	775–815	IV
25			Южно-Куросанское, Au-сульфид.	65–87	12–33	—	—	—	660–875	IV–III
26		Александринский	Бабарыкинское, м.-цинк.-колч	71–73	26–29	—	—	—	715–735	IV
27			Александринское, м.-цинк.-колч. (гидротермальные трубы)	81–84	16–20	0,1—1	—	—	821–841	III
			Александринское, м.-цинк.-колч. (гидротермально-метасоматические)	67–78	22–33	0.1	—	0,5	668–776	IV
28		Кировское	Кировское, Au-лиственитовое	90–92	7–8	0,2—0.4	—	—	915–921	II
29		Баймакский	Северный Уваряж, Au-колч.-полим. (гидротермально-метасоматические)	63–77	22–35	0,1—0,8	—	—	629–780	V–IV

№ п/п	Металл. зона	Рудный район, рудное поле	Месторождение тип руд	Au	Ag	Cu	Fe	Hg	Проба	Группа состава золота
30	Магнито-горская	Баймакский	Таш-Тау, Au-колч.-полим. (субмаринно-гипергенные)	85–91	10–15	1,2—15	1—2	—	830–887	III
			Таш-Тау, Au-колч.-полим. (гидротермальные)	68–81	18–31	—	—	—	675–816	IV
31			Вишневское, Au-колч.-полим. (гидротермальные)	69–75	25–31	0,1—1	—	—	686–761	IV
			Вишневское, Au-колч.-полим. (гидротермально-метасоматические)	84–90	8–16	—	0,4—3	—	838–906	III
32			Балта-Тау, Au-колч.-полим. (гидротермальные)	71–73	27–29	—	—	—	713–731	IV
			Балта-Тау, Au-колч.-полим. (континентального гипергенеза)	66–79	18–31	0,1—0,7	—	—	656–795	IV
33			Туба-Каин, Au-колч.-полим. (континентального гипергенеза)	66–95	34–4	–	–	—	662-960	IV–II
34			Утреннее, Au-колч.-полим.	50–51	48–50	0,1—0,3	—	—	505	V
35		Гайское	Гайское, медно-цинково-колчеданное (гидротермальное)	78–86	13–19	0—2	—	—	794–858	IV–III
36		Домбаровский	Осеннее, медно-цинково-колчеданное	77–79	21–23	0—0,3	—	—	769–788	IV
37	Восточно-Уральская	Березняковское	Центрально-Березняковское, золото-порфировое (Au-Te-полиметаллическое)	62–85	13–26	0—1.5	—	0—14	620–860	IV–III
			Центрально-Березняковское, Au-порфировое (Au-полиметаллическое)	97–98	1–3	0,2	—	—	970–984	I

№ п/п	Металл. зона	Рудный район, рудное поле	Месторождение тип руд	Au	Ag	Cu	Fe	Hg	Проба	Группа состава золота
38	Восточно-Уральская	Кочкарский	Кочкарское, Au-полисульфидно-кварцевое (Au-пиритовая)	91–98	1–9	0—0.13	—	—	913–985	II–I
			Кочкарское, Au-полисульфидно-кварцевое	87	10–12	0,1	—	—	877	III
			Кочкарское, Au-полисульфидно-кварцевое (Au-Sb)	62–80	16–19	0,1	—	4—15	622–796	V–IV
39		Кумакский	Васин, Au-кварцевое	91–97	3–9	0,1—1	—	—	905–975	II–I

Примечание: 1) группы месторождений по пробности золота: I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400; 2) в золотинах установлены примеси (г/т): * — Pt 2–3; Ir 1; Pd 0,7; (мас. %): ** — Te 0,1; *** — Se, Te 0,1–1; 3) номера п/п соответствуют рис. 4.1; 4) принятые сокращения: листв.— золото-лиственитовые, колч.— медноколчеданные; м.-цинк.-колч.— медно-цинково-колчеданные; сульф.— золото-сульфидные; колч.-полим.— золото-колчеданнополиметаллические.

Приложение 4

Состав выделений золота в золото-сульфидных месторождениях

№ п/п	№ образца	Количество анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Fe	As	Сумма	Проба Au	Группа золота
5. Мелентьевское месторождение											
1	Мл-17	1	76,75	23,34	—	—	—	—	100,09	767	IV
2	Мл-17/1	1	80,42	14,23	—	3,99	—	—	98,64	815	III
3	689-А	1	58,20	37,70	3,59	2,23	—	—	101,72	572	V
4	689-2/2	1	60.84	37.54	—	—	—	—	100,18	607	V
5	689-2/3	1	63,54	37,29	—	—	—	—	100,83	630	V
6	Мл-17А/2	1	67.17	32.89	—	—	—	—	100,06	671	IV
7	689-2/1	1	73,78	25,25	—	—	—	—	99,02	745	IV
8	689-2/3	1	65,52	35,63	—	—	—	—	101,15	648	V
9	Мл-9	1	51,26	39,60	0,80	4,45	—	—	99,39	516	V
10	689-1Б	1	57,22	40,16	0,88	4,02	—	—	102,28	559	V
11	466-1	1	71,71	27,84	0,13	—	—	—	100,20	716	IV
16. Ильинское рудное поле, месторождение Муртыкты											
12	Ezo,12298n	1	96,32	3,30	0,28	—	—	—	99,90	964	II
13	Centr12298o	1	96,03	3,75	0,18	—	—	—	99,96	961	II
14	Kr12298 p	1	96,04	3,85	0,05	—	0,03	—	99,97	961	II
15	Centr1298q	1	97,88	0,75	0,49	—	0,88	—	100,00	979	I
17. Ильинское рудное поле, месторождение Ик-Давлят											
16	1-1	2	95,60	3,96	0,14	—	0,23	—	99,92	957	II
17	1-2	6	95,22	4,42	0,21	—	0,08	—	99,91	953	II
18	7	2	98,75	0,82	0,20	—	0,00	—	99,77	990	I
19	3-1	3	95,06	4,36	0,19	—	0,35	—	99,95	951	II
20	4	3	96,31	3,29	0,20	—	0,12	—	99,92	964	II
21	5	2	94,24	5,29	0,11	—	0,33	—	99,96	943	II
22	6-1	3	94,51	5,06	0,21	—	0,12	—	99,91	945	II
23	6-2	3	93,77	5,88	0,19	—	0,18	—	99,90	938	II
24	6-2	3	96,51	3,08	0,15	—	0,21	—	99,96	965	II
18. Месторождение Контрольное											
25	1673	5	70,08	29,71	—	—	—	—	99,79	702	IV
25. Месторождение Южно-Куросанское											
26	1-5	5	76,65	22,02	0,04	—	0,04	—	98,71	776	IV

Примечание: 1) Анализы выполнены на приборах: 1–13, 25 — РЭММА 202М, аналитик В. А. Котляров, 14–23 — JEOL JCXA — 733 (аналитик Е. И. Чурин), 24 — представлен В. В. Мурзиным; 2) источники анализов: 1–11 — по: [Попова и др., 2003]; 12–25 — по: [Novoselov et al., 2006; Белогуб и др., 2008], 26 — по: [Сазонов и др., 2001]; 3) позиция золота: 1–13 – золото в кварце, 14–15 — золото в пирите, 16–19 — золото в халькопирите, 20–23 — золото в галените, 24 — срастание золота с блеклой рудой и халькопиритом; 4) группы месторождений по пробности золота: I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400; 5) номера у названий месторождений соответствуют рис. 4.1.

Состав выделений золота в золото-лиственитовых месторождениях

№ п/п	№ образца	№ зерна	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
7. Борисовские жилы										
1	Б-1	1	4	85,82	14,18	—	—	100,00	858	III
2	Б-2	2	3	86,24	13,76	—	—	100,00	862	III
3	Б-3	3	5	94,79	4,47	0,73	—	100,00	948	II
4	Б-4	4	5	96,60	3,41	—	—	100,00	966	II
5	Б-5	5	2	98,42	1,58	—	—	100,00	984	I
8. Мурашкина гора										
6	МГ-27	12271ab	2	71,99	27,50	—	—	99,48	724	IV
7		12271cd	2	72,66	27,56	—	—	100,22	725	IV
8		12271ef	2	72,46	27,84	—	—	100,30	722	IV
9		12271g	1	91,1	5,80	3,1	—	100,00	911	II
10		12271h	1	69,8	30,01	—	—	99,81	699	IV
11		12271i	1	71,14	29,43	—	—	100,57	707	IV
12		12271jk	2	70,38	29,62	—	—	100,00	704	IV
13	МГ-12	12272ab	2	79,60	20,41	—	—	100,00	796	IV
14		12272cd	2	80,91	19,10	—	—	100,00	809	III
15		12272ef	2	65,99	33,93	—	—	99,92	660	IV
16		12272gh	2	73,68	26,52	—	—	100,20	735	IV
17		12272i	1	98,36	1,64	—	—	100,00	984	I
18		12272j	1	72,78	27,05	—	—	99,83	729	IV
19		1272k	1	98,00	2,00	—	—	100,00	980	I
20		12272l	1	72,97	27,03	—	—	100,00	730	IV
21		12272mn	2	70,70	29,30	—	—	100,00	707	IV
22		12272op	2	70,46	29,19	—	—	99,65	707	IV
23		12272tu	2	79,40	20,60	—	—	100,00	794	IV
24	МГ-13	12272q	1	78,47	20,49	—	—	98,96	793	IV
25		12272rs	2	75,45	23,98	—	—	99,43	759	IV
26		12273a	1	99,37	0,63	—	—	100,00	994	I
27		12273bc	2	82,42	17,58	—	—	100,00	824	III
28		12273de	2	78,86	20,54	—	—	99,40	793	IV
29		12273fg	2	82,17	17,35	—	—	99,51	826	III
30		12273hi	2	78,75	20,64	—	—	99,38	792	IV
31		12273jk	2	83,96	16,04	—	—	99,99	840	III
32		12273lm	2	77,65	22,36	—	—	100,00	776	IV
33		12273n	1	73,03	26,97	—	—	100,00	730	IV
34		12273o	1	93,82	5,84	—	—	99,66	941	II

№ п/п	№ образца	№ зерна	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
35	МГ-13	12273p	1	74,31	25,69	—	—	100,00	743	IV
36		12273q	1	78,09	21,91	—	—	100,00	781	IV
37		12273r	1	98.41	1,59	—	—	100,00	984	I
38		12273s	1	78,6	21,4	—	—	100,00	786	IV
39		12273tu	2	81,03	18,70	—	—	99,73	813	III
40		12273vw	2	71.50	28,28	—	—	99,78	717	IV
41		12273xy	2	78,14	21,89	—	—	100,04	781	IV
42		12273za'	3	81,79	18,64	—	—	100,44	814	III
43		12273e' f'	2	73,10	26,90	—	—	100,00	731	IV
44		12273g'h'	2	80,20	20,17	—	—	100,37	799	IV
45		12273i'j'	2	80,42	20,15	—	—	100,57	800	III
9. Мечниковское месторождение										
46	Лен-3-2	1	3	97.86	1.68	0,32	—	99,86	980	I
47		2	3	97,74	1,52	0,49	0,14	99,89	979	I
48		3	3	97,95	1,56	0,42	—	99,93	980	I
49	Лен-5-1	4	1	96,47	3,04	0,32	—	99,83	966	II
50		5	1	96,71	2,78	0,37	0,14	99,99	967	II
51		6	1	92,77	6,79	—	0,34	99,9	929	II
52	Лен-9-1	7	1	93,01	6,28	0,44	0,21	99,95	931	II
53		8	1	94,11	5.30	0,47	0.01	99,88	942	II
54		9	1	93,10	5,57	0,57	0.28	99,53	935	II
55		10	1	93,71	5,67	0,52	0,11	100,01	937	II
56	Лен-9-2	11	1	88,42	8,96	1.83	0,48	99,68	887	III
57		12	1	89,13	8,91	1,62	0,25	99,92	892	III
58		13	1	93,88	5,37	0,51	—	99,75	941	II
59		14	1	93,06	6,26	0,36	0,18	99,85	932	II
60	Лен-10-1	15	1	94,54	4,25	—	0,98	99,76	948	II
61		16	1	94,64	4,79	—	0,47	99,89	947	II
62		17	1	94,03	4,46	—	1,39	99,89	941	II
63		18	1	94,36	4,98	0.04	0,34	99,73	946	II
64		19	1	94,39	4,97	—	0,18	99,55	948	II
65	Лен-10-2	20	3	94,49	4,91	0,33	0,16	99,89	946	II
66		21	3	95,87	3,42	0,45	—	99,74	961	II
67		22	1	95,55	3,95	0,46	—	99,96	956	II
68		23	1	95,78	3,65	0,36	0,17	99,96	958	II
69	Лен-14	24	1	91,05	8,3	0,39	0,32	100,07	910	II
70		25	1	91,20	8,34	0,39	—	99,93	913	II
71		26	3	94,22	5,17	0,41	—	99,80	944	II

№ п/п	№ образца	№ зерна	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
72		27	1	90,03	9,24	0,25	0,31	99,83	902	II
73	L1-R2	28	7	99,31	0,52	0,06	—	99,88	994	I
74	L1-1	29	6	96,13	3,41	0,08	—	99,61	965	II
75	L1-2	30	2	95,80	3,43	0,04	—	99,24	965	II
76	L1-3	31	5	96,60	3,14	—	—	99,74	969	II
77	L1-4	32	6	96,54	3,62	—	—	100,20	964	II
78	лш238	33	5	93,73	6,18	—	—	99,91	938	II
79	лш238	34	6	95,93	3,89	—	—	99,84	961	II
80	лш238	35	5	93,47	6,34	—	—	99,93	936	II
81	лш238	36	5	95,87	3,91	—	—	99,82	960	II
82	лш238	37	5	93,01	6,76	—	—	99,80	932	II
83	Лш238 12a	38	5	93,63	6,16	—	—	99,81	949	II
84	лш238	39	5	94,50	5,29	—	—	99,84	946	II
85	лш238	40	5	92,38	7,49	—	—	99,88	924	II
86	лш238	41	6	91,77	8,12	—	—	99,91	918	II
10. Месторождение Алтын-Таш										
87	АТ-5-1	1	5	87,77	11,60	0,35	0,14	99,86	879	III
88		2	4	87,45	11,74	0,39	0,22	99,80	876	III
89		2	3	87,90	11,54	0,32	0,14	99,89	880	III
90		3	5	87,91	11,51	0,35	0,10	99,87	880	III
91		4	4	86,89	12,65	0,36	0,06	99,95	870	III
92	АТ-6-3	5	1	78,25	20,74	0,90	—	99,90	783	IV
93		6	1	79,46	18,87	1,59	—	99,92	795	IV
94		7	7	79,45	19,77	0,71	—	99,93	795	IV
19. Буйдинское										
95	Бу-1-1	1	1	92,36	7,64	—	—	100,00	924	II
96	Бу-1-3	2	1	91,83	8,17	—	—	100,00	918	II
97	Бу-1-4a	3	1	91,59	8,41	—	—	100,00	916	II
98	Бу-1-4b	4	1	91,20	8,80	—	—	100,00	912	II
99	Бу-1-4c	5	1	90,67	9,33	—	—	100,00	907	II
100	Бу-1-4d	6	1	88,93	7,87	—	—	100,00	889	III
101	Бу-1-4e	7	1	91,30	8,70	—	—	100,00	913	II
20. Ганеевское месторождение										
102	12242a-j	1	10	92,00	8,00	—	—	100,00	920	II
103	12243a-k	2	11	91,69	8,31	—	—	100,00	917	II
104	12241a-t	3	20	92,30	7,70	—	—	100,00	923	II
105	12244a-j	4	10	91,35	8,65	—	—	100,00	914	II
106	12203	5	8	84,79	15,21	—	—	100,00	848	III

№ п/п	№ образца	№ зерна	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
28. Кировское месторождение										
107	Кр-21-1			91,00	7,60	0,27	—	98,87	920	II
108	Кр-21-2			89,60	8,00	0,37	—	97,97	915	II
109	Кр-46-1			91,29	7,53	0,26	—	99,08	921	II
110	Кр-46-2			91,36	7,56	0,24	—	99,16	921	II
111	Кр-46-3			90,73	7,67	0,29	—	98,69	919	II
112	Кр-46-4			90,94	7,48	0,42	—	98,84	920	II
113	Кр-46-5			91,21	7,33	0,29	—	98,87	923	II
114	Кр-46-6			91,66	7.82	0,18	—	99,66	920	II
115	Кр-46-7			92,36	7,64	0,26	—	100,26	921	II
116	Кр-46-8			92,10	7,65	0,23	—	99,98	921	II

Примечание: 1) анализы выполнены на приборах: 1–45, 102–106 — Tescan Vega 3 (аналитики Ю. Д. Крайнев, И. А. Блинов); 46–73, 87–94 — РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров); 74–86, 95–101 — JEOL JXA-733 (аналитик Е. И. Чурин); 107–116 — JXA-5 (ИГГ УрО РАН, данные В. Н. Огородникова и В. В. Мурзина); 2) в пробе Бу-1-4d содержится Fe 3,21 мас. %; 3) группы золота по пробности: I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650; 4) номера у названий месторождений соответствуют рис. 4.1.

Приложение 6

Состав золота в кобальт-медно-колчеданных и медно-цинково-колчеданных месторождениях

№ п/п	№ образца	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Fe	Co	Ni	Pt	Pd	Te	Bi	Se	Sb	S	Сумма	Проба Au	Группа золота
Кобальт-медноколчеданные месторождения																			
Ишкининское месторождение																			
1	610-11a	1	80,40	16,80	0,03	1,27	1.04	0,01	—	—	—	0	—	—	—	—	99,56	808	III
2	И-105-2	4	72,27	23,32	—	3,19	—	—	—	—	—	0,14	—	—	—	—	98,89	731	IV
3	610-21	1	76,10	22,01	—	—	—	—	—	—	—	0,03	0.60	—	—	—	98,74	736	IV
Ивановское месторождение, центральная часть, скв. 2Т																			
4	Iv 86/1	2	89,06	10,85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,90	891	III
5	Iv 86/6	1	87,79	10,37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,16	894	III
6	Iv86/9a	2	91,01	9,82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,83	903	II
7	Iv 86/9b	2	91,05	10,64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101,68	895	III
8	Iv 86/4	1	91,77	9,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101,55	904	II
Ивановское месторождение, северный фланг, скв. 195, 196, 199																			
9	196/319.5a	3	86,75	15,98	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,87	869	III
10	195/122.8-1a	1	87,77	7,70	2,05	—	2,41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,93	878	III
11	195/122.802d	1	89,80	7,24	1,47	—	1,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,89	899	III
12	195/122.802e	1	87,59	9,92	1,40	—	1,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,95	876	III
13	199/280.1a	7	83,15	16,52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,67	834	III
14	D1/49	2	83,82	13,23	0,35	—	0,58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,86	848	III
15	D1/46.5-1	3	73,82	25,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,75	733	IV
Юлукское месторождение																			
16	Ю-638-24a	4	55,08	33,15	1,02	9,99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,23	555	V
Дергамышское месторождение																			
17	D1/46.5-1	3	73,83	25,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,75	733	IV
18	D1/46.3c	3	71,77	27,79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99.57	721	IV
19	17105	8	78,38	21,35	—	—	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,86	785	IV

№ п/п	№ образца	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Fe	Co	Ni	Pt	Pd	Te	Bi	Se	Sb	S	Сумма	Проба Au	Группа золота
Медно-цинково-колчеданное месторождение Яман-Касы (палеогидротермальные трубы)																			
20	Y-99-30-1	4	80,29	17,18	1,36	—	0,91	—	—	—	—	0,17	—	—	—	0,24	100,15	802	III
21	Y-99-30-2	5	81.17	14.82	1.92	—	1,38	—	—	—	—	0,04	0,18	—	—	0,13	99,65	815	III
22	Y-99-30-3	7	78,39	17,94	1,79	—	1,47	—	—	—	—	0,05		—	—	0,18	99,82	786	IV
23	Y-16	6	83,57	16,34	0,81	—	0,45	—	—	—	—	0,07	0,06	—	—	0,14	101,43	824	III
24	7380-3	3	76,11	15,82	1,58	3,71	2,72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,94	762	IV
25	7381-4	3	83,47	11.80	0,92	1.62	2,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,97	835	III
26	7380-13	4	75,19	16,74	1,06	4,30	2,68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,96	752	IV
27	7380-4.1	2	80,48	13,31	1,23	1.23	3.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,99	805	III
28	7380-5	3	76,60	16,44	0,53	4,05	2,33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,95	766	IV
Медно-цинково-колчеданные месторождения Верхне-Уральского рудного района																			
Узельгинское месторождение																			
29	22661t9	1	77,19	19,15	—	—	—	—	—	2,23	—	—	—	0,49	—	—	99,06	779	IV
30	22671t8	2	78,65	19.07	—	—	—	—	—	0,25	0,42	—	—	—	—	—	99,08	793	IV
31	22661t4	1	80,60	17,54	—	—	—	—	—	—	—	1,17	—	—	—	—	99,31	811	III
32	22671t6	1	80,69	17,10	—	—	—	—	—	—	0,80	—	—	—	—	—	98,59	818	III
33	22671t7	1	81,87	17,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,57	822	III
34	22661t11	1	82,75	17,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,00	827	III
35	22681t1	4	83,04	15,34	—	—	0.15	—	—	—	—	0,48		0,12	—	—	99,11	838	III
36	2267a	2	87,15	13,95	—	—	0,12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101,22	861	III
37	104-14	7	84,59	14,67	—	0,04	0,06	—	—	—	—	0,17	—	0.03	—	—	99,56	850	III
Талганское месторождение																			
38	Т-2-1	3	63,52	30.11	0,84	4,25	1,53					—	—	—	—	—	100,25	635	V
39	Т-2-3	1	58,29	36,00	0,56	3,87	1,29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,01	583	V
40	Т-2-4	4	64,55	27,77	0,45	5,02	2,20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,98	646	V
41	Т-2-5	3	61,73	29,76	0,39	5,79	2,26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,93	617	V
42	Тл-31а	1	67,25	29,12	2,12	—	1,56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,05	672	IV

№ п/п	№ образца	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Fe	Co	Ni	Pt	Pd	Te	Bi	Se	Sb	S	Сумма	Проба Au	Группа золота
43	Тл-30	3	74,95	22,14	1,03	- -	1,06				-	—	—	—	—	—	99,19	756	IV
44	Тл-143	3	70,60	26,46	—	—	0,04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97,10	727	IV
Чебачье месторождение																			
45	12261	3	68,91	30,96	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,93	689	IV
46	15160	4	77,25	21,69	0,09	—	0,67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,71	775	IV
47	15128	3	70,88	26,86	1,13	—	0,96	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,82	703	IV
Молодежное месторождение																			
48	1414	6	78,72	18,95	1,61	0,4	0,17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,86	788	IV
49	1415	4	77,19	20,17	1,67	0,71	0,17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,90	773	IV
50	1418	8	76,38	20,40	2,12	0,45	0,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,51	767	IV
51	1419	7	79,96	19,33	0,62	—	0,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,02	799	IV
Медно-цинково-колчеданное Александринское месторождение (палеогидротермальные трубы)																			
52	566-42	7	87.07	13.88	0.13	—	0.05	—	—	—	—	0.05	—	—	—	0,15	101,33	859	III
53	566-42-1	5	79.17	20.95	1.11	—	0.59	—	—	—	—	0.06	—	—	—	0,14	102,01	776	IV
54	А-2001-1	9	84.34	15.80	0.10	—	0.03	—	—	—	—	0.01	—	—	—	—	100,27	841	III
55	1	2	72.18	28.26	0.05	—	0.02	—	—	—	—	—	—	—	0,03	—	100,54	718	IV
56	2	3	78.09	22.25	0.02	—	0.01	—	—	—	—	—	—	—	0,02	—	100,57	776	IV
57	3	2	66.86	32.77	0.01	0.37	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,97	669	IV
58	4	2	76.78	23.31	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,16	767	IV
59	5	3	80.73	20.06	0.02	—	0.07	—	—	—	—	—	—	—	0,02	—	100,58	803	III
Медно-цинково-колчеданное Гайское месторождение																			
60	0754/1	7	82,30	17,01	0,27	0,03	—	—	—	0,03	0,02	—	—	—	—	—	99,66	826	III
61	523/76	12	77,70	19,09	0,58	0,40	—	—	—	0,02	0,01	—	—	—	—	—	97,80	794	IV
62	523/76–1	2	85,92	13.05	0.82	0,09	-	-	-	0,09	0,13	—	—	—	—	—	100,05	858	III
63	1	2	100,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,25	1000	I
64	2	5	97.80	1,52	—	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,50	99,86	981	I
65	3а	1	83,80	11,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95,30	879	III

№ п/п	№ образца	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Fe	Co	Ni	Pt	Pd	Te	Bi	Se	Sb	S	Сумма	Проба Au	Группа золота
66	3б	1	96,50	0,50	—	0,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97,30	992	I
67	3в	1	77.30	21,50	—	0,30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,10	780	IV
68	4	3	57,27	39,70	—	0,07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,67	97,55	587	V.
Осеннее медно-цинково-колчеданное месторождение																			
69	1	3	77.73	21.95	0.14	—	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,89	778	IV
70	2	2	96.94	1.83	0.18	—	1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99,93	970	I

Примечание: 1) анализы выполнены на приборах: 1, 2 — JEOL JXA—733 (аналитик Е. И. Чурин); 3 —Camebax SX 50 (Музей естественной истории, Лондон, аналитик Дж. Спратт); 4–8 — Camebax SX 50 (Бюро геологических исследований Франции); 9–13, 16–23, 45–59, 69–70 — РЭММА 202М (аналитик В. А. Котляров); 14–15, 24–28, 38–40, 52–53 — JEOL JXA—8900RL (Фрайбергская горная академия, Германия, аналитик К. Беккер); 29–44 — LinkISIS (аналитик А. В. Мохов) [Амплиева, 2006]; 37, 60–68 — Camebax SX—50 (аналитик А. И. Цепин) [Сергеев и др. 1985]; 54 — JEOL JXA—8900RL (Университет Тасмании, г. Хобард, аналитик Д. Стил); 52–62 — ИГЕМ РАН (по: [Викентьев, 2004]); 2) группы золота по пробности (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400.

Приложение 7

Состав золота из рудных фаций золото-колчеданно-полиметаллических месторождений Баймакского рудного района

№ п/п	№ образца	Кол-во анали-зов	Au	Ag	Cu	Fe	Zn	Hg	Te	Сумма	Проба Au	Груп-па Au
Придонная гидротермальная фация												
Субфация рудоподводящих каналов												
Месторождение Таш-Тау												
1	В-1-А	4	71.86	27,13	1,25	—	—	—	—	98,99	726	IV
Вишневское месторождение												
2	4537	4	74,69	24.85	—	0,36	—	—	—	99,90	761	IV
3	3273/175-2a	3	68,51	31.38	—	0,01	—	—	—	99,90	686	IV
4	3273/175-2b	6	74,39	25,46	—	0,09	—	—	—	99,93	744	IV
5	3273/175-2c	3	73,24	26,53	—	0,07	—	—	—	99,84	734	IV
6	3273/175-2d	2	71,36	26,48	—	—	—	—	—	99,70	729	IV
7	3273/175.5	2	69,86	28,65	—	0,02	—	—	0,12	99,46	708	IV
8	3273/175-1	1	66,78	32,10	—	—	—	—	0,14	100,10	675	IV
9	3273/175-2e	1	69,94	28,52	—	—	—	—	0,05	100,10	710	IV
Месторождение Балта-Тау												
10	586-5-2	3	71,97	27.94	—	0,05	—	—	—	99,97	720	IV
Субфация гидротермально-метасоматических руд												
Вишневское месторождение												
11	3237/306.3	2	83,61	16,21	—	—	—	—	—	99,82	838	III
12	3254/326.1	6	84.06	15,50	—	—	—	—	—	99,56	844	III
13	4555-Б	5	90.42	8.84	—	0,59	—	—	—	99,81	906	II
14	4555-А	6	89,38	9,65	—	0,91	—	—	—	99,94	894	III
15	4555-С	1	88.49	8.46	—	3,00	—	—	—	99,95	885	III
Месторождение Северный Уваряж												
16	42.3-1	3	62,83	35,24	0,91	0,77	0,01	—	0,06	99,84	629	V
17	42.3-5	4	77,63	21,68	0,09	0,05	—	—	0,04	99,51	780	IV
18	42.3-10	1	66,67	32,81	1,22	0,77	0,26	—	0,11	101,90	655	IV
19	48.6	1	69,46	28,64	0,06	0,03	0,08	—	0,25	98,52	705	IV
20	48.7b1	3	72,62	26,53	0,02	0.01	0,01	0,10	0,12	99.44	730	IV
Донная гидротермальная фация, субфация гидротермально-осадочных руд												
Месторождение Балта-Тау												
21	Б-1	1	75,87	22,25	—	—	—	0,60	—	98,71	769	IV
22	Б-2	1	63,37	34,55	—	—	—	1,50	—	99,71	637	V
23	Б-3	1	52,21	42,18	—	—	—	5,18	—	99,57	524	V
24	Б-4	1	55,87	34,87	—	—	—	2,26	—	93,00*	601	V
25	Б-5	1	61,69	34,66	—	—	—	3,55	—	99,90	618	V.
26	1-Н	9	66,29	32,73	—	—	—	0,49	0,06	99,79	664	IV
27	2-Н	17	73,19	25,23	—	—	—	0,61	0.05	99,85	733	IV

№ п/п	№ образца	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Fe	Zn	Hg	Te	Сумма	Проба Au	Группа Au
Фация субмаринного гипергенеза, субфация сульфидного обогащения												
Месторождение Таш-Тау												
28	544-5-ц	17	88,40	11,63	0,13	—	—	1,55	0,05	101,80	869	III
29	543	4	83,93	16,58	—	—	—	—	—	100,50	835	III
30	432	3	82,01	18,23	—	—	—	—	—	100,30	818	III
Фация континентального гипергенеза												
Месторождение Балта-Тау												
31	Ба-5	2	74,73	22,87	0,07	—	—	—	—	98,56	765	IV
32	Ба-2	6	65,59	31,32	0,63	0,22	—	2,23	—	99,98	656	IV
33	Ба-2-1	6	79,44	18,46	0,69	0,06	—	1,33	—	99,98	795	IV
Месторождение Туба-Каин												
34	13199	5	95,50	3,90	—	—	—	—	—	99,40	960	II
35	13200	5	89,98	9,63	—	—	—	—	—	99,62	903	II
36	13203	3	94,62	4,24	0,88	—	—	—	—	99,73	949	II
37	13204	2	89,56	10,16	—	—	—	—	—	99,72	898	III
38	13207	3	94,91	4,40	—	—	—	—	—	99,31	956	II
39	13201	3	95.37	4.71	—	—	—	—	—	100,10	953	II
40	13202	3	65,84	33,69	—	—	—	—	—	99,52	662	IV
41	13205	2	87,90	11,78	—	—	—	—	—	99,68	882	III
42	13206	3	95,43	4,46	—	—	—	—	—	99,90	955	II

Примечание: 1) анализы выполнены на приборах: 1, 19, 20, 28–30 — JEOL JXA-733 (ИМин УрО РАН, г. Миасс, аналитик Е. И. Чурин); 3–5, 10–15, 31–42 — РЭММА 202М (ИМин УрО РАН, г. Миасс, аналитик В. А. Котляров); 6–9 — JEOL JXA—8100 (ИГиМ СО РАН, г. Новосибирск, аналитик Е. Н. Нигматулина); 16–20 — JEOL JXA—8900 (Фрайбергская горная академия, г. Фрайберг, Германия, аналитик К. Беккер); 21–26 — Cameca SX—50 (Музей естественной истории, г. Лондон, Великобритания, аналитик Дж. Спратт); 2) использованы данные: 1–25 и 28–33 — [Зайков, Мелекесцева, 2011а], 26–27 — [Холланд, 2007], 34–42 — [Ковалев и др., 2014]; 3) группы золота по пробности (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400.

Состав золота из месторождений Восточно-Уральской металлогенической зоны

Жила, глубина, № зерна		Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
37. Березняковское золото-порфировое месторождение									
Скважина 206-а, глубина 99,0 м		1	97,37	1,38	0,03	0,14	99,92	984	I
		1	97,47	2,43	0,05	0,14	100,09	974	I
Скважина 206, глубина 80,5 м		1	97,51	2,77	0,17	0,07	100,52	970	I
Скважина 56	глубина 457,0 м	1	79,88	17,40	1,54	0,00	98,82	808	III
		1	84,87	12,50	1,51	0,00	98,88	858	III
	глубина 474,5 м	1	61,73	23,59	—	14,29	99,61	520	V
38. Кочкарское полисульфидно-кварцевое месторождение									
Удачная, 512 м		8	98,11	1,39	—	—	99,50	986	I
Новая, 192 м		4	95,36	4,46	0,06	—	99,88	955	II
Покровская, 303 м		2	95,65	4,61	сл.	—	100,26	954	II
Васильевская, 197 м		1	94,14	5,84	—	—	99,98	941	II
Воскресенская, 300 м		6	91,43	8,64	0,02	—	100,09	913	II
Новая, 300 м		4	87,66	12,19	0,06	—	99,91	877	III
Бажуковская,180 м		2	86,67	12,80	0,08	—	99,55	871	III
Трифоновская, 270 м		2	98,55	2,93	0,06	—	99,54	970	I
		4	93,43	6,24	0,05	—	99,72	937	II
		2	87,32	12,26	—	—	99,58	877	III
Андреевская, 470 м и 520 м		11	95,69	3,69	0,05	—	99,43	962	II
		4	96,02	3,76	0,06	—	99,84	962	II
Успенская, 220 и 520 м		7	94,08	4,89	0,07	—	99,04	950	II
		5	95,41	3,78	0,08	—	99,27	961	II
Серебряно-Зеленый блок		1	74,87	24,86	0,05	—	99,73	751	IV
		1	71,65	27,09	0,28	—	99,02	724	IV
		1	79,65	16,28	0,09	4,10	100,12	796	IV
		1	75,23	15,56	0,02	8,83	99,64	755	IV
		1	71,68	16,23	0,03	11,40	99,34	722	IV
		1	69,11	19,04	0,01	11,46	99,62	694	IV
		1	62,08	22,74	—	14,95	99,77	622	V
39. Месторождение Васин (Кумакский район) золото-кварцевое									
PS 1		1	94,70	5,01	0,11	—	99,82	949	II
PS 2		1	94,74	5,04	0,12	—	99,90	948	II
PS 3		1	91,13	8,75	0,09	—	99,97	912	II
PS 4		1	94,59	5,22	0,08	—	99,89	947	II
PS 5		1	96,49	3,22	0,20	—	99,91	966	II
PS 6		1	94,12	4,85	1,00	—	99,97	941	II
PS 7		1	97,40	2,46	0,09	—	99,95	974	I

Жила, глубина, № зерна	Кол-во анализов	Au	Ag	Cu	Hg	Сумма	Проба Au	Группа Au
PS 8	1	95,23	4,56	0,16	—	99,95	953	II
PS 9	1	97,18	2,48	0,21	—	99,87	973	I
PS 10	1	94,21	5,56	0,19	—	99,96	942	II
PS 11	1	97,52	2,22	0,19	—	99,93	976	I

Примечание: 1) вмещающие руды: 1–7 золото-галенит-теллуридные; 8–14 — золото-висмутовые (по: [Спиридонов, 1996]), 15–21 — золото-галенит-сульфоантимонидовые Серебряно-Зеленого блока (по: [Юдин, 1998]), 22–24 — золото-полиметаллические, 25–27 — золото-теллуридно-полиметаллические (по: [Грабежев и др., 2000]); 28–39 — золото-кварцевые (по: [Полуэктов, 2010]); 2) группы золота по пробности (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400.

Приложение 9

Характеристика россыпей Челябинской области с данными о пробности золота

(с использованием данных: [Иванищев, 2005ф; Баранников, 2006; Сазонов и др., 2001])

№ п/п	Россыпная зона	Россыпи, россыпные поля	Характеристика	Проба	Группа Au
1	Кыштымская	Маукская	Аллювиальная долинная четвертичная. Протяженность 15 км, ширина 20—300 м. Золото крупное 0.1—1.5 мм, окатанность средняя	850	III
2		Кыштымская	Аллювиальная долинная четвертичная. Длина 1,5 км при средней ширине 20 м. Отрабатывалась мускульным способом	780 850 924	IV III II
3	Миасская	Нижне-Карабашская	Делювиально-пролювиальная миоценовая. Протяженность 4 км при ширине 30—250 м. Золото крупное, присутствуют самородки, примесь платиноидов	646 881	V III
4		**Киалимская**	**Аллювиальная, долинная, четвертичная. Длина 5 км, ширина 30–250 м. Плотик — минерализованные сланцы, серпентиниты. Золото крупное, средней окатанности, мелкие самородки. Добыто 400 кг золота. Примесь платиноидов**	920	II
5		**Андреевская дистанция (полигон № 7)**	**Аллювиальная, долинная, четвертичная; полигон 6 — террасовая. Длина 18 км, ширина 40–350 м. Золото крупное. Добыто 6 т золота. Примесь платиноидов**	910	II
6		**Атлянская группа**	**Аллювиальная, долинная, олигоцен-верхнеплейстоценовая. Длина 14 км, ширина 40—480 м. Золото крупное, встречаются самородки весом до 16 кг. Присутствует до 30% осмистого иридия. Добыто 2,8 т золота**	880 900 920	III II II
7		**Среднемиасская группа россыпей (полигон № 6)**	**Аллювиальная, долинная, четвертичная. Длина 22 км, ширина 50—100 м. Преобладающая крупность золота 0,4—1,5 мм. Примесь платиноидов. Добыто 9,2 т золота**	870 900	III
8		Ташкуторганская (полигон № 1)	Аллювиальные, делювиально-пролювиальные, долинные, ложковые, миоцен-четвертичные. Длина 17,5 км. Большое количество самородков, в том числе крупнейший в Евразии «Большой треугольник» (36 016 г). Эта часть долины Ташкуторганки получила название «Дно золотое». Добыто 29 т золота	864 930	III II

№ п/п	Россыпная зона	Россыпи, россыпные поля	Характеристика	Проба	Группа Au
9		Чашковская	Аллювиальная, долинная, четвертичная. Длина 8,5, ширина 30–200 м. Преобладающая крупность золота 0,3–0,5 мм. Добыто 1,1 т золота	900	II
10		**Мало-Иремельская**	**Четверичная долинная и террасовая. Длина 2500 м, ширина 50–400 м. Примесь платиноидов. Добыто 1,4 т**		
11	Непряхинская	Аргазинская (полигон № 8	Аллювиальная, долинная, четвертичная. Длина 27,5 км, ширина 350–1000 м. Запасы 6,5 т (не отработаны). От плотины Аргазинского водохранилища до дер. Кулукаево	862	III
12		Моховое болото	Аллювиально-пролювиальная, делювиально-элювиальная, миоценовая. Длина 1,4 км, ширина 150—350 км. Золото крупное, слабо окатанное, самородки весом до 85 г. Добыто 400 кг золота	862	III
13		**Байрамгуловская**	**Аллювиальная олигоценовая. Длина 3500 м, ширина 40–280 м. Добыто 2,5 т**	829 869 933	III III II
14		Шахматовская	Плиоцен-четвертичная аллювиально-делювиальная. Длина 2 км, ширина 10–160 м	850 880 930	III II
15		Фамбуловская	Аллювиально-делювиальная, ложковая, миоцен-плиоценовая. Длина 8,3 км, ширина 100–200 м. Золото мелкое, окатанность средняя. Добыто 1,2 т золота	870	III
16	Кочкарская	**Еленинская**	**Аллювиально-пролювиальная, миоценовая. Длина 4 км, ширина 40–340 м. Добыто около 2,9 т. Отмечена примесь платиноидов**	912	II
17		Северо-Светлинская. Кучинский карьер	Аллювиальная, верхнеолигоцен-миоценовая. Длина 1,9 км, средняя ширина 400 м. Добыто золота 670 кг	880– 940 980	III II I
18		Зоинско-Ильинская	Аллювиальная, верхнеолигоцен-юрская, залегает в мезозойской эрозионно-структурной депрессии. Длина 1 км, ширина до 145 м. Золото крупное, добыто 586 кг	963	II
19		Этовнинская	Делювиально-пролювиальная, миоценовая, ложковая. Длина 0,8 км, ширина 15–75 м. Золото крупное, около 80 % представлено самородками весом до 90 г. Добыто 41 кг золота	912	II
20		Сухтелинская	Аллювиальная верхнеолигоценовая. Длина 0,5 км. Добыто 51 кг золота	850 875 900	III III II

№ п/п	Россыпная зона	Россыпи, россыпные поля	Характеристика	Проба	Группа Au
21	Гумбейская	Бурлачка	Аллювиально-пролювиальная, ложковая, миоценовая. Длина 0,5 км, ширина 12–15 м. Золото крупное, часто встречаются сростки с кварцем. Добыто 25 кг золота	850 875 900	III III II
22		Чернореченская	Аллювиальная, долинная, миоцен-верхнеплейстоценовая. Длина 2,5 км, ширина 35–120 м. Добыто 536 кг золота	866 870 875	III III III
23		Фершампенуазская	Аллювиально-пролювиальная (ложковая), миоценовая. Длина 1,2 км, ширина 50 м. В плотике лиственитизированные серпентиниты. Золото крупное, размер 0,5–1 мм. Добыто 12 кг золота	850	III
24	Гогинская	**Бессоновское**	**Нижнемиоценовые аллювиально-пролювиальные россыпи Бессоновского поля распространены на площади 6 х 1 км. В центральной части поля развиты мезозойские золотоносные отложения, сохранившиеся в глубоком карсте. Золото в россыпях преимущественно мелкое, самородки до 250 г. Отмечена примесь платиноидов**	957 969 980	II II I
25		Казанское	Аллювиально-пролювиальные сеноманские россыпи развиты на протяжении 5 км. Золото комковидное, уплощенное, чешуйчатое. Миоценовые россыпи сосредоточены в полосе длиной 3 км	897 924 950	III II II
26	Амам-байская	Александровская III	Делювиально-элювиальные «кавардачные» отложения. Длина 1,6 км, ширина 20–60 м. Золото крупное размером 0,5–1 мм, отдельные самородки величиной до 12 мм	930 955 980	II II I
27	Суундукская	Колчинская	Аллювиальные отложения мела. Длина 10 км, ширина 500 м. Золото комковидно-гнездовой и уплощенно-комковидной и пластинчатой формы	990	I
28		Михайловская	«Кавардачные» глины миоценового возраста и аллювиальные отложения мела. Длина 9 км, преобладают комковидные, угловатые и чешуйчатые золотины	920 937 993	II II I
29		Назаровская	Длина 15 км, ширина 100—500 м. Золото угловато-комковидной и уплощенной формы	990	I

Примечание: 1) жирным шрифтом выделены россыпи, в которых отмечена примесь платиноидов; 2) группы золота по пробности (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400.

Характеристика россыпей Башкортостана с данными о пробности золота

(с использованием работ: [Казаков, Салихов, 2006; Петров, 1999ф])

№ п/п	Россыпная зона	Россыпь	Характеристика	Проба Au	Группа Au
1	Авзянская	Каменный ключ	Аллювиальная, аллювиально-делювиальная, долинная, неоген-четвертичная. Долина ручья прорезает северный фланг месторождения Горный прииск золото-сульфидно-кварцевого минерального типа. Длина 0,4 км, ширина 50 м, мощность рыхлых отложений, вмещающих россыпь, 6 м	926 902 979	II II I
2	Прибельская	Кучанова	Аллювиальная, долинная, палеоген-четвертичная. Длина 1.5 км, ширина 20–70 м. Золото крупное (0,5–5 мм)	950 935 980	II II I
3	Орловская	**Воронцовский Лог**	**Аллювиальная, аллювиально-пролювиальная, аллювиально-делювиальная неоген-четвертичная. Длина 2,1 км, ширина 50–230 м, глубина залегания пласта 2–10 м (средняя 3,2 м). Добыто 580 кг золота. Форма золотин комковидная, таблитчатая и пластинчатая, часто в сростках с кварцем. Встречается платина и осмистый иридий**	907	II
4		**Уйская**	**Аллювиальная, долинная террасовая, среднеплейстоцен-голоценовая. Длина 6,5 км, ширина 60–360 м, мощность горной массы от 3–5 до 8–19 м. Добыто около 10 т золота. Золотины крупные в верхней части россыпи и более мелкие ниже по долине. По данным старательских работ 1948–1949 гг. попутно с золотом добыто 470 г платины и осмистого иридия**	850 863 887	III III III
5		**Петровская**	**Аллювиальная раннеплейстоценовая, террасовая. Длина 1,7, ширина 20–80 м. Золото средней размерности с самородками до 800 г. Добыто 70 кг. Встречается осмистый иридий**	850	III
6		**Устиновская I + II**	**Аллювиальная, долинная, четвертичная. Длина I — 1,2 км, ширина 150—170 м. Длина II — 0,9 км, ширина 70–300 м. Золото мелкое, хорошо окатанное. Всего добыто 563 кг. Встречается осмистый иридий (россыпь Устиновская II)**	900	II

№ п/п	Россыпная зона	Россыпь	Характеристика	Проба Au	Группа Au
7	Орловская	**Карасуль**	**Аллювиальная, долинная, эоплейстоцен-среднеплейстоценовая, делювиально-аллювиальная (ложковая). Длина россыпи 2–3 км, ширина 40–100 м, глубина залегания пласта 3,5–15 м. Добыто около 2 т золота. В 1956–1965 гг. извлекался осмистый иридий в количестве 2,3 % по отношению к золоту**	850 885 920	III III II
8		**Рысаевское**	**Аллювиальная, террасовая, долинная, эоплейстоценовая. Длина 2,2 км, ширина 40—100 м. Золото мелкое, хорошо окатанное. Добыто 1,2 т. золота. Содержит 5–20 % платиноидов по отношению к золоту**	802	III
9		**Маяк**	**Аллювиально-делювиальная, эоплейстоцен-среднеплейстоценовая. Длина 1,1 км, ширина 30–100 м. Вершина россыпи вблизи одноименного месторождения. Добыто 660 кг золота. Самородки весом 6–19 г, присутствует осмистый иридий в количестве до 10 % по отношению к золоту. Форма золотин пластинчатая, проволочная, дендритовидная**	**900**	II
10		Шарамбайский надув	Аллювиально-пролювиальная. Длина 0,9 м, ширина до 50 м	900	II
11		Богатый Сарат	Аллювиальная неоген-четвертичная. Длина 2,8 км, ширина 50–300 м, глубина залегания пласта 1,7–3,4 м. Добыто 1863 кг. Золото мелкое хорошо окатанное, реже пластинчатое, листоватое, дендритовидное	880	III
12		Сулейменовская	Аллювиальная неоген-четвертичная. Длина 4 км, ширина 40–225 м. Добыто 675 кг. Форма золотин таблитчатая, комковато-угловатая, прожилково-пленочное. Окатанность средняя и хорошая, некоторые зерна имеют «железную рубашку», полосы трения, загнутые края	922	II
13		Журавлевское	Аллювиальная, долинная четвертичная. Длина 0,7 км, ширина 50–150 м, мощность рыхлых отложений 4–9 м. Добыто 545 кг. Форма зерен пластинчатая, комковатая, иногда золото в сростках с кварцем	900	II
14		Устиновская III	Аллювиальная, долинная, неоген-четвертичная. Длина 1,6 км, ширина 70–120 м. Золото окатанное, шероховатое, форма таблитчатая, зерновидная. Добыто 544 кг	900	II

№ п/п	Россыпная зона	Россыпь	Характеристика	Проба Au	Группа Au
15	Орловская	Джембет	Аллювиальная, долинная, неоген-четвертичная. Длина 3 км, ширина до 350 м. Добыто 808 кг. Золото мелкое, пластинчатое и игольчатое, часто хорошо окатанное	850 875 900	III III II
16	Миндякская	**Террасовая II**	**Аллювиальная, долинная, средне-позднеплейстоценовая. Длина 1,24 км, ширина 60–320 м, мощность горной массы 4,5–15,5 м (средняя — 9,4 м). Золото крупное, встречено 3 мелких зерна платиноидов**	875	III
17		**Террасовая I**	**Длина 820 м, средняя ширина 138 м, мощность горной массы 7,9 м. Золото средней крупности, встречаются мелкие самородки весом до 1 г и единичные знаки платиноидов**	885	III
18		**Куру-Елга**	**Аллювиальная, эоплейстоцен-среднеплейстоценовая. Длина 3 км, ширина 20–325 м. Зерна до 8 мм, содержит платиноиды**	858	III
19		**Афонинская**	**Аллювиальная, долинная, неоген-четвертичная. Длина 2,5 км, ширина 100–300 м. В плотике выветренные серпентиниты. Самородки до 637 г. Добыто золота около 700 кг. Содержатся знаки иридия и осмия**	884 888 892	III III III
20		**Миндякская**	**Аллювиальная, аллювиально-пролювиальная, долинная, террасовая, среднеплейстоценовая. Протяженность — 1,5 км, ширина — 50–90 м. Золото крупное, хорошо окатанное, форма комковатая, таблитчатая, пластинчатая. Самородки весом до 10 г. Добыто золота около 1 т. Платиноиды — 1–2 % по отношению к золоту**	802 831 859	III III III
21		**Тарлауская**	**Эоплейстоценовая аллювиально-делювиальная, террасовая, ложковая, среднеплейстоценовая. Длина 2,7 км, ширина 20–240 м. Добыто 62 кг до 1901 г., всего 1024 кг. Золото крупное слабо окатанное. Содержит 2 % платиноидов по отношению к золоту**	934	II

№ п/п	Россыпная зона	Россыпь	Характеристика	Проба Au	Группа Au
22	Восточно-Ирендыкская	Баскунзяк	Элювиальная, делювиальная, аллювиально-делювиальная, мезозойско-неогеновая. Длина 5 км, средняя ширина 24 м. Добыто 80 кг	913 900 926	II II II
23	Восточно-Ирендыкская	**Япракты**	**Элювиальная, делювиальная, аллювиально-делювиальная, эоплейстоценовая. Длина 5,1 км, средняя ширина 40,5 м, средняя мощность горной массы 2,1 м. Содержит примесь платиноидов**	898 910 918	III II II
24	Восточно-Ирендыкская	Султановская	Аллювиальная, средне-позднеплейстоценовая, многоструйная с шириной струй от 20–40 до 150–250 м. протяженность 3–3,5 км, ширина 80–320 м. Примыкает к Султановскому месторождению золота. Добыто около 3 т золота	900 915 930	II
25	Восточно-Ирендыкская	Гадельшинская	Аллювиальная, аллювиально-пролювиальная, неоген-четвертичная. Длина 10,5 км, ширина 20–350. Самородки массой до 87 г. Добыто 2373 кг. Форма золотин комковатая, таблитчатая, некоторые содержат примеси, г/т: Pt 2,1; Rh 2,6; Ir 4,7. Установлен минерал поликсен	886	III

Примечание: 1) жирным шрифтом выделены россыпи, в которых указана примесь платиноидов; 2) группы золота по пробности: I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800.

Результаты рентгеноспектрального анализа золота из россыпей Кочкарского района

(по: [Сазонов и др. 2001])

№ п/п	№ золотины	Au	Ag	Cu	Сумма	Пробность	Группа золота
Светлинское россыпное поле							
1	1	99,19	0,80	0,14	100,13	991	I
2	2	96,97	0.76	0.15	97,88	991	I
3	3	98,05	1,00	0,19	99,24	988	I
4	4	96.51	2,33	0,08	98,92	976	I
5	5	96,03	2,41	0,10	98,54	975	I
6	6	94,13	2,81	0,10	97,04	970	I
7	7	94,88	3,15	0,05	98,18	967	II
8	8	95,05	3,46	—	98,51	966	II
9	9	94,86	3,52	0,08	98,40	963	II
10	10	92,92	5,64	—	98,56	943	II
11	11	91,69	6,67	0,07	98,43	932	II
12	12	91,83	7.29	0,24	99,36	924	II
13	13	88,50	10,12	0,13	98,75	896	III
14	14	96,89	0,08	2,11	99,07	978	I
15	15	98,37	0,14	2,59	101,10	973	I
Кучинский карьер							
16	16	97,80	0,42	0,14	98,36	994	I
Андреево-Юльевская депрессия							
17	17	96,34	—	1,38	97,72	986	I
18	18	97,03	2,0	0,21	99,24	978	I

Примечание: группы золота по пробности (‰): I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800.

Состав золота из россыпей Южного Урала, по которым опубликованы сведения о пробности металла

№ п/п	Металлогеническая зона	Россыпная зона	Россыпи	Добыто золота (кг)	Проба	Группа Au
1	Центрально-Уральская	Авзянская	Каменный Ключ		926–979	II–I
2		Прибельская	Кучанова		950–980	II–I
3–5	Главного Уральского разлома	Миасская	Киалимская*, Андреевская дистанция (полигон № 7), Чашковская	8000	900–920	II
6–8		Миасская	Среднемиасская (полигон № 6). Атлянские. Ташкуторган* (полигон № 1)	37400	870–930	III–II
9–11		Миасская (Орловская)	Маяк I. Воронцовский лог*. Шарамбайский надув	500	900–907	II
12–14			Богатый Сарат. Уйская*, Петровская*	12 900	850–887	III
15–18		Миасская (Уйско-Миасская)	Сулейменовская, Журавлевская, Устиновская I*, II	1200	900–922	II
19–21			Карасуль*, Джимбет, Рысаевская	3900	802–920	III–II
22–26		Миндякская	Террасовая I*, II, Куру-Елга*, Афонинская*, Миндякская	1672	800–892	III
27			Тарлауская*		934	II
28–30	Магнитогорская	Восточно-Ирендыкская	Япракты*. Баскунзяк, Султан-Халиловское*		898–926	III–II
31			Султановская*	4698	900–915	II
32			Гадельшинская		886	III
33		Непряхинская	Аргазинская (подигон № 80)		966	II
34–35			Моховое болото, Фамбуловская		862–870	III
36–39	Восточно-Уральская	Кочкарская	Северо-Светлинская, Зоинско-Ильинская, Этовниннская, Сухтелинская		912–978	II–I
40–43		Гумбейская	Фершампенуазская, Еленинская, Бурлачка, Чернореченская,		850–900	III–II
44	Магнитогорская	Амамбайская	Лисьи Горы		925–978	II–I

Примечание: 1) * — россыпи, содержащие платиноиды; 2) группы золота по пробности: I — 1000–970, II — 969–900, III — 899–800, IV — 799–650, V — 649–400; 3) по данным: [Казаков, Салихов, 2006; Петров, 1999ф; Иванищев, 2005ф].