

IV. МЕТАЛЛОГЕНИЯ, ГЕОЛОГИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

И. Б. Серавкин, С. Е. Знаменский

ЭНДОГЕННАЯ МЕТАЛЛОГЕНИЯ ЮЖНОГО УРАЛА И ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ЕГО ОРЕНБУРГСКОЙ ЧАСТИ НА КОЛЧЕДАННОЕ, МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ И ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ

В статье рассмотрены следующие вопросы: 1) основные черты эндогенной металлогении Южного Урала; 2) геолого-металлогеническая изученность и районирование Оренбургского Урала; 3) закономерности формирования и размещения колчеданных месторождений Южного Урала и оценка перспектив колчеданосных зон Оренбуржья; 4) закономерности формирования и размещения медно-порфировых месторождений и перспективы Оренбургского Урала на этот тип полезных ископаемых; 5) основные факторы локализации коренных месторождений золота на Южном Урале и оценка перспектив Оренбуржья на золотое оруденение.

Основные черты металлогении Южного Урала и Мугоджар в обобщенном виде изображены на рис. 1. Выделенные структурно-формационные зоны группируются в 3 мегазоны: *Западную* (I-IV и VI), представляющую собой в разной мере переработанную пассивную окраину Восточно-Европейской платформы; *Центральную* (V и VII) — область преимущественного развития девонских островодужных, раннепалеозойских океанических и каменноугольных осадочных и вулканических комплексов; *Восточную* (VIII, IX), представляющую, по большому счету, мозаику древних гнейсовых куполов (или «микроконтинентов»), разделенных вулканическими поясами островодужного и окраинно-континентального типов; Восточная мегазона — область развития разновозрастных, особенно верхнепалеозойских гранитоидов, образующих «Главную гранитную ось Урала».

Западная мегазона, по данным Н.Г. Берлянд [1993], обладает корой континентального типа (ср. мощ. 38 км), Центральная — островодужного¹ типа (ср. мощ. 50,6 км или, по данным Урсейс-95 — 55–60 км), Восточная — континентального типа (ср. мощ. 43,4 км). В каждой мегазоне существуют разнообразные наборы рудных проявлений, но по ведущему типу месторождений выделяются рудные пояса: 1) стратиформных месторождений, 2) хромитовый, 3) колчеданный, 4) золоторудный, 5) медно-порфировый и 6) железорудный, образующие асимметричную металлогеническую зональность Южного

Урала (см. рис. 1), которая, по мнению авторов, хорошо объясняется плейттектонической моделью формирования структуры Южного Урала в палеозое (рис. 2). Выделенные рудные пояса формировались в течение рифтогенной преокеанической (Є–O₁), океанической (O₁₋₂), островодужной (O₃–D₃) и коллизионной (C₁–P) стадий развития региона. Тектоно-магматические и металлогенические процессы ранних стадий протекали в условиях общего растяжения (рифтогенеза и спрединга), а средних и поздних стадий — в режиме нарастающего сжатия, определяясь восточным падением сейсмофокальной зоны, по которой на коллизионной стадии произошла обдукция океанических комплексов на край Восточно-Европейского континента.

Геолого-металлогеническая изученность и районирование Оренбургского Урала. Металлогенические исследования на Южном Урале, как самостоятельная область изучения рудных месторождений — закономерностей их размещения и формирования в определенных структурно-вещественных комплексах, — стали развиваться во второй половине прошлого века. Первый этап этих исследований завершился изданием в 1968 г. Металлогенической карты Урала в масштабе 1:500 000 под редакцией А.В. Пуркина, П.В. Нечаева, П.С. Прямоносова и В.А. Прокина (последний редактировал материалы по Южному Уралу). В этой работе были учтены и использованы результаты металлогенических исследований территориальных геологических управлений, в частности по Оренбуржью — Прогнозно-металлогеническая карта на цветные металлы восточной части Оренбургской области в масштабе 1:200 000, составленная М.Д. Тесаловским с соавторами [1967 г.].

На карте в масштабе 1:500 000 было выполнено районирование территории Оренбургской области, в ее центральной и восточной частях выделены металлогенические и рудоносные зоны разновозрастных металлогенических эпох и этапов. В качестве меднорудных зон выделены: *Медногорская* (Сакмарско-Аксуйский антиклинорий, VII^б, O–D₁ этап); *Ишкининская* (Вознесенско-Присакмарский

¹ Принадлежность этой коры островодужному типу сомнительна, поскольку кора островных дуг не достигает такой мощности (Прим. ред.).

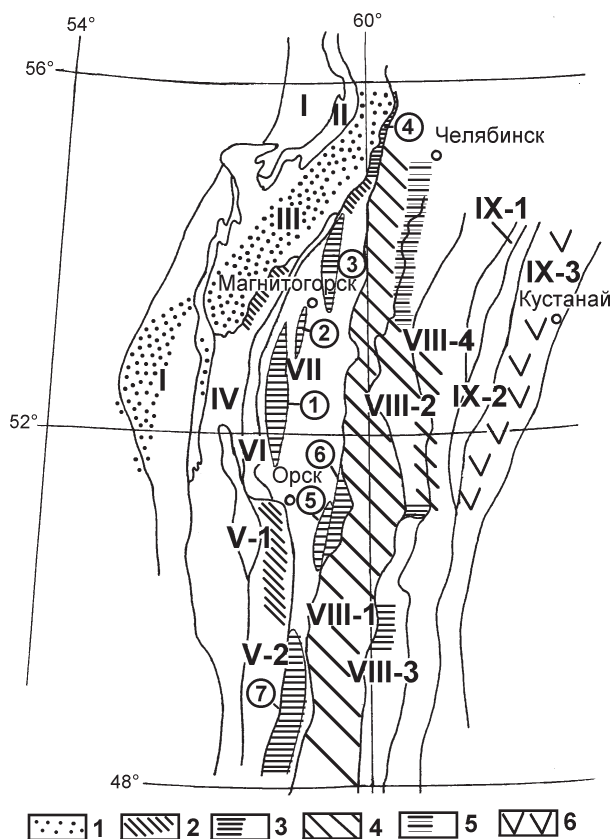


Рис. 1. Схема структурно-формационного и металлогенического районирования Южного Урала и Мугоджар [Серавкин, 2002]

Главные рудные пояса (показаны крапом): 1 — стратиформных месторождений, 2 — хромитовый, 3 — колчеданный, 4 — золоторудный, 5 — молибден-меднопорфировый, 6 — железорудный скарново-магнетитовый. Колчеданосные зоны (арабские цифры в кружках): 1 — Тубинско-Гайская, 2 — Бакрузяк-Сибайская, 3 — Учалинско-Александринская, 4 — Карабашская, 5 — Ашебутакская, 6 — Джусинско-Домбаровская, 7 — Западно-Мугоджарская. Названия структурно-формационные зон: I — Предуральский краевой прогиб; II — Западноуральская внешняя зона складчатости; III — Башкирский антиклинорий; IV — Зилаирский синклинорий; V — Сакмарская (V-1) и Орь-Илекская (V-2) зоны; VI — Уралтауский антиклинорий; VII — Магнитогорский мегасинклинорий, включающий зоны 2-го порядка: VII-1 — Западно-Магнитогорскую, VII-2 — Центрально-Магнитогорскую, VII-3 — Восточно-Магнитогорскую; VIII — Урало-Тобольская, включающая: VIII-1 — Восточно-Уральское поднятие, VIII-2 — Восточно-Уральский прогиб и VIII-3 — Ирگزскую, VIII-4 — Зауральское поднятие; IX — Тюменско-Кустанайская, в которую входят: IX-1 — Александровская, IX-2 — Денисовская и IX-3 — Валерьяновская зоны 2-го порядка

синклинорий, VIII^Б, D₂-C₁t₁ этап); Красноуральско-Сибай-Гайская (Уртазымский VIII^Г, Кизильский VIII^Д и Акжарский VIII^З синклинории, D₂-C₁t₁ этап); Учалинско-Тастыбутакская (Ашебутакский, VIII^Ж, Ахуново-Кацбахский, VIII^Е и Теренсайский VIII^К антиклинории, D₂-C₁t₁ этап); Байтукско-Еленовская (Еленовский синклинорий, D₂-C₁t₁ этап); Карабутакская (Прииргизский мегасинклинорий, D₂-C₁t₁ этап). Показаны также следующие золоторудные зоны: Шекарабулакская (Акжарский синклинорий в Мугоджарах, D₂-C₁t₁ этап); Уйско-Гумбейская (Устиновско-Домбаровский синклино-

рий, PZ₃ этап); Кочкарско-Айдырлинская (Суундукский антиклинорий, PZ₃ этап); Кировская (Суундукский антиклинорий и Устиновско-Домбаровский синклинорий, PZ₃ этап); Джусинско-Акпанская (Адамовский антиклинорий, PZ₃ этап); Сарлыбайская (западное крыло Адамовского антиклинория, PZ₃ этап); Домбаровская (Такельдытауский антиклинорий, PZ₃ этап), Бородинская (PZ₃).

Карта В.А. Прокина составлена на разработанной к тому времени формационной основе, однако контуры выделенных геологических структур (антиклинориев и синклинориев) большей частью не совпадают с границами металлогенических и рудосносных зон. Это связано с масштабом карты и необходимостью анализа металлогении всего Урала, что естественно требовало дальнейшей детализации металлогенических материалов по Оренбургскому Уралу.

Следующий этап структурно-формационных и металлогенических работ на территории Оренбургской области связан с исследованиями коллективов геологов ЦНИГРИ (М.Б. Бородаевская, А.И. Кривцов, Н.К. Курбанов, Е.П. Ширай [Бородаевская и др., 1970, 1977 и др.]), Оренбургского ТГУ (В.В. Воробьев, В.С. Дубинин, Е.С. Контарь, П.В. Лядский, Б.П. Потапенко, В.Г. Пьянков, И.А. Смирнова, В.Т. Тищенко, В.Л. Черкасов и др. [Виноградов, Воробьев, Дубинин и др., 1974; Смирнова, Черкасов, 1986; и др.]) и Саратовского Университета (М.А. Кригер, Я.А. Рихтер, Е.С. Тальнов [Тальнов и др., 1986; и др.]). Важные коррективы в металлогеническое районирование внесли М.Б. Бородаевская и руководимая ею группа, разработавшие принципы структурно-формационного анализа колчеданосных провинций [Бородаевская и др., 1977], составившие новую схему структурно-формационного районирования территории Южного Урала и выделившие Тубинско-Гайскую зону, показав таким образом положение крупнейшего Гайского месторождения на южном погружении Таналыкского поднятия, а не в Сибай-Гайской зоне, как считалось ранее. В целом для всех исследований этого периода было характерно более пристальное внимание к формационному анализу и палеовулканологическим реконструкциям (Е.С. Контарь, П.В. Лядский, И.А. Смирнова, В.Л. Черкасов и др.).

В конце 70-х и в 80-е годы прошлого века Оренбургским объединением были выполнены обобщающие работы геологического и металлогенического плана, составлены новые геологические карты отдельного структурно-формационных зон разного масштаба, от 1:25 000 до 1:100 000, геологическая карта Оренбургской области в масштабе 1:500 000, металлогеническая карта всей территории Оренбуржья в масштабе 1:100 000 на 29 листах. В.Т. Тищенко составлены геологические карты в масштабе 1:100 000 Гайской и Вознесенско-Присакмарской структурно-формационных зон, в пре-

делах которых выполнено детальное расчленение девонских вулканогенных образований и впервые выделены нижнедевонские Мостостроевский комплекс и мазовская свита. Для территории Курагано-Сакмарской зоны составлены новые геологические карты в масштабе 1:100 000 (Л.Н. и В.П. Захаренковы) и в масштабе 1:25 000 (В.Т. Тищенко, 1988 г.). На площадь Джусинской и Домбаровской зон новую геологическую карту в масштабе 1:100 000 составил П.В. Лядский.

Прогнозная оценка Оренбургской части Южного Урала на медь и полиметаллы была выполнена коллективом геологов под руководством В.Л. Черкасова [Черкасов, Смирнова и др., 1977 г.; Смирно-

ва и др., 1983 г.; и др.]. Составлены прогнозные карты на медь и полиметаллы в масштабе 1:100 000 территории листов М-40-В, М-40-Г, М-41-А и М-41-ХП. Основой для них послужила Структурно-формационная карта Южного Урала (Оренбургская область) в масштабе 1:100 000 (руководитель работ В.Л. Черкасов, авторы В.Г. Пьянков, И.А. Смирнова, В.Т. Тищенко, Б.И. Хворов, А.М. Ченцов, В.Л. Черкасов, З.Г. Говорухина, 1977 г.), базирующаяся на новой, разработанной применительно к особенностям Оренбуржья, схеме формационного расчленения палеозойских вулканогенных толщ. В позднеуральском (по терминологии авторов) цикле (S_1-P) сформировался формаци-

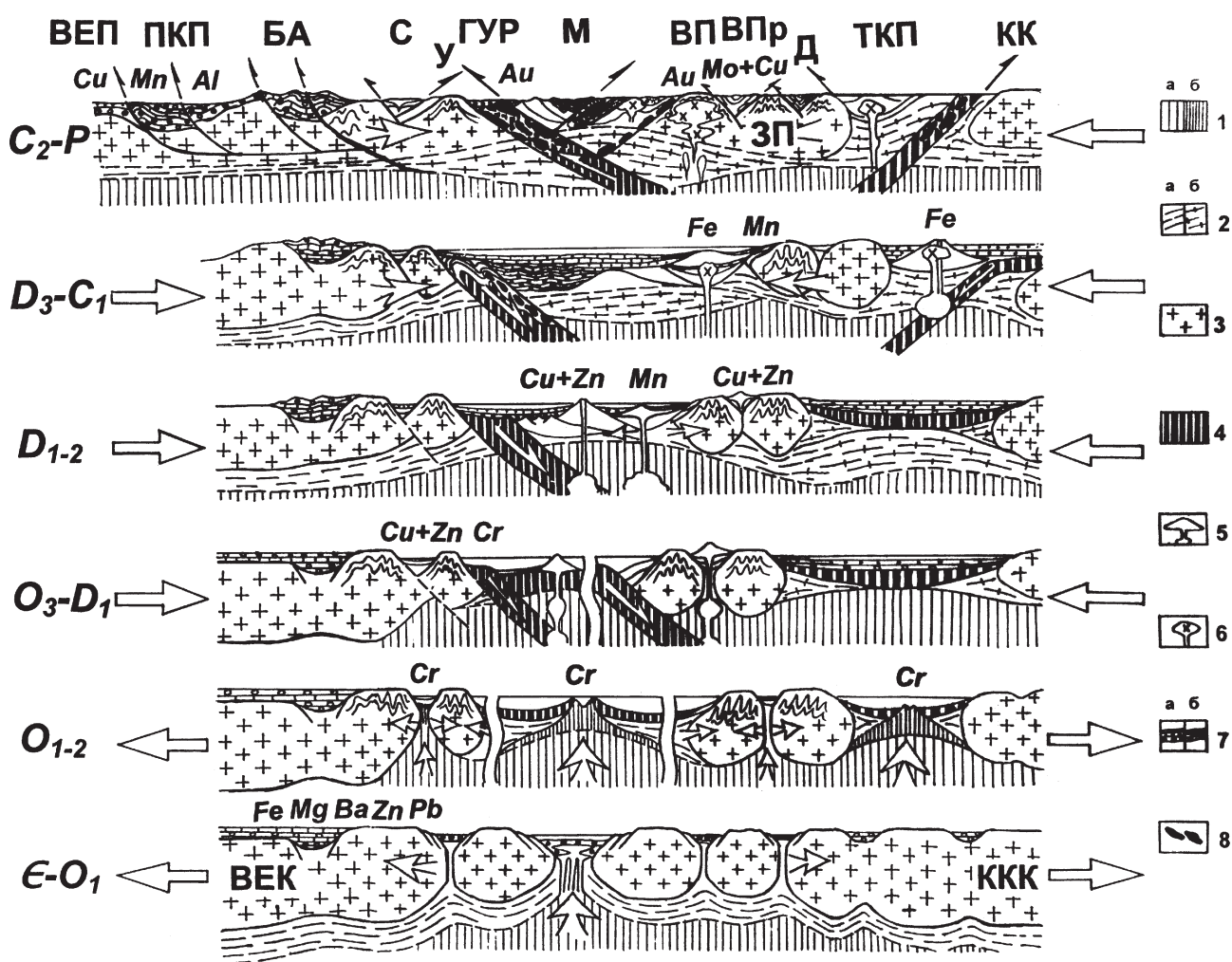


Рис. 2. Модель формирования структуры Южного Урала в палеозое. Составил И.Б. Серавкин [2002]

1 — вещество верхней мантии (а) и корово-мантийная смесь (б); 2 — нижний, гранулит-базитовый слой континентальной коры: древний (а) и герцинский новообразованный (б); 3 — верхний (гранито-гнейсовый) слой континентальной коры; 4 — новообразованная кора океанического типа; 5 — островодужные и окраинно-континентальные вулканогенные формации; 6 — гранитоиды; 7 — осадочные формации: терригенные и терригенно-кремнистые (а), карбонатные (б); 8 — серпентинитовый меланж. Сокращенные буквенные обозначения: ВЕП — Восточно-Европейская платформа, ПКП — Предуральский краевой прогиб, БА — Башкирский антиклинорий, С — Сакмарская зона, У — Уралтауский антиклинорий, ГУР — Главный Уральский разлом, М — Магнитогорский мегасинклиний, ВП — Восточно-Уральское поднятие, ВПр — Восточно-Уральский прогиб, ЗП — Зауральское поднятие, Д — Денисовская зона, ТКП — Тюменско-Кустанайский прогиб, КК — Казахстанский континент, ВЕК — Восточно-Европейский континент, ККК — Киргизско-Казахстанский континент. Полыми двусторонними стрелками показаны направления общего растяжения и сжатия; полыми односторонними стрелками — направления движения по зонам субдукции и обдукции; тонкими стрелками — направления перемещений по разломам. Латинскими символами обозначено профилирующее формирование металлических (Fe, Cu, Mn, Au и т.д.) и неметаллических (Ba) полезных ископаемых в определенных зонах на соответствующих стадиях развития

онный ряд, открывающийся недифференцированной натриевой базальтовой формацией, сменяющейся слабо контрастной, контрастно и непрерывно дифференцированными и слабодифференцированной формациями (D_{1-2}), а затем субщелочными трахитоидными формациями D_3-C_1 и C_1 [Смирнова, Черкасов, 1986]. Между уралидами и доуралидами выделены метаморфизованные осадочные и вулканогенно-осадочные толщи ордовика, отнесенные к самостоятельному раннеуральскому тектоно-магматическому циклу (E_3-O_3).

Структурно-формационное районирование, проведенное с учетом глубины залегания поверхности базальтового слоя коры, для крупных структурных единиц не отличалось от общепринятого, включающего, с запада на восток: 1) Западно-Уральскую зону складчатости, 2) Центрально-Уральское поднятие, 3) Магнитогорский прогиб, 4) Восточно-Уральское поднятие, 5) Восточно-Уральский прогиб, 6) Зауральское поднятие и 7) Зауральский или Кустанайский прогиб), но на уровне структурно-формационных зон и подзон значительно отличалось от схем В.А. Прокина и М.Б. Бородаевской с авторами.

В зависимости от строения фундамента выделено 3 типа **колчеданоносных зон**: 1) заложенные на коре основного или промежуточного состава (Вознесенско-Присакмарская, Среднеорско-Домбаровская, Тубинско-Гайская, Орская и Ащebutакская), 2) заложенные на гнейсо-гранитном основании (Кураганско-Сакмарская, Еленовско-Кумакская и Айдырлинская), 3) сформированные на приподнятом и разблокированном гнейсо-гранитном основании (Уральская?, Джусинская и зоны Восточно-Уральского прогиба?). По данным И.А. Смирновой и В.Л. Черкасова [1986], в зонах этих типов сосредоточено соответственно 86%, 10%, 4% учтенных запасов и 54%, 23%, 23% прогнозных ресурсов меди.

Медно-порфировое оруденение выявлено в Балашовской, Акжарской, Киембаевской, Еленовско-Кумакской металлогенических зонах, а также восточнее, где известны мелкие месторождения Восток и Ботка [Смирнова, Черкасов, 1986].

Золоторудные месторождения и рудопроявления Оренбургской области, по данным И.А. Смирновой и В.Л. Черкасова, представлены двумя типами (не считая золотосодержащих колчеданных месторождений): 1) *золото-сульфидно-кварцевым*, рудные объекты которого расположены в следующих металлогенических зонах Восточно-Уральского поднятия, где связаны с гранитоидами габбро-диорит-гранодиоритовой, габбро-граносиенит-гранитной и гранодиорит-адамеллитовой формаций (D_3-C_1) и гранитной формации (PZ_3): Айдырлинской, Каиндинской, Еленовско-Кумакской, Брединской и Джабыгасайской; 2) *золото-сульфидным* в тальковых телах среди серпентинитов (рудопроявления Акташка, Бастыбай, отвод Фзули). Я.А. Рихтер

выделяет также *золото-сульфидно-порфировый* тип оруденения, к которому относит Кумакское месторождение.

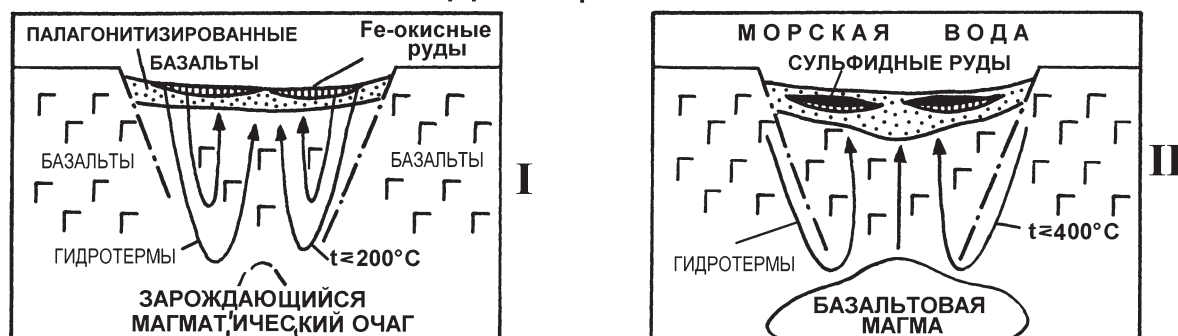
Металлогеническая карта Урала 1968 г. была составлена на формационной основе, однако выделение металлогенических зон на ней подчинено, главным образом, структурному принципу: в большинстве случаев контуры зон соответствуют границам антиклинориев и синклинориев или, в зависимости от масштаба структур, — мегасинклинориев и мегантиклинориев, что в то время было общепринятым.

Структурно-формационная и металлогеническая карты Оренбургской области 1977 г. отличаются весьма детальным районированием. Вместе с тем, выделенные на них зоны 2-го и 3-го порядков (структурно-формационные и соответствующие им металлогенические зоны и подзоны) являются полихронными и полиформационными, что неизбежно при районировании территории со сложной полициклической геологической историей. Однако в ряде случаев единая на определенном этапе развития структура при детальном районировании, использующем блоковую тектонику, оказывается расчлененной, в связи с чем единство такой структуры теряется. Например, в субмеридиональной полосе развития колчеданоносных девонских вулканитов на восточном борту Магнитогорского прогиба от Джусинского на севере до Весеннего месторождения на юге выделено две структурно-формационные зоны (Джусинская и Среднеорско-Домбаровская) и в них 8 структурно-формационных подзон.

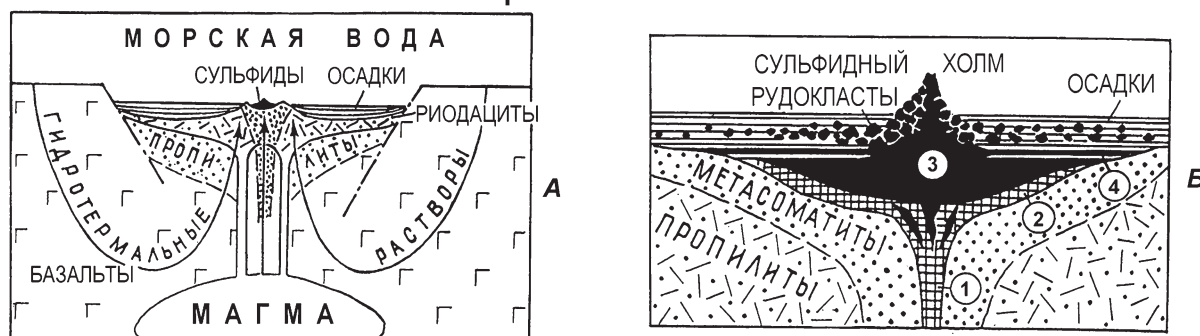
Несколько иной подход к районированию был использован авторами и его коллегами при составлении Палеовулканологической карты восточной провинции Южного Урала в масштабе 1:500 000 и построенных на ее основе металлогенических схем [Серавкин и др., 1994]. Этот подход заключался в выделении палеовулканических поясов, сформировавшихся в определенном геодинамическом режиме. В Центральной и Восточной мегазонах Южного Урала выделяются следующие палеовулканические пояса первого порядка: I — Кракинско-Медногорский, II — Магнитогорский, III — Восточно-Уральский, IV — Октябрьско-Денисовский. В их пределах выделены локальные палеовулканические пояса второго порядка, соответствующие структурно-формационным и металлогеническим зонам.

Подводя итог бегло охарактеризованной эволюции взглядов на структурно-формационное и металлогеническое районирование Южного Урала за прошедшие 60–70 лет, можно констатировать, что они менялись от преимущественно структурного подхода к структурно-формационному и структурно-формационно-геодинамическому, что соответствовало изменению геологической идеологии от фиксистой геосинклинальной к мобилистской плиттктонической.

Домбаровский тип



Уральский тип



Баймакский тип

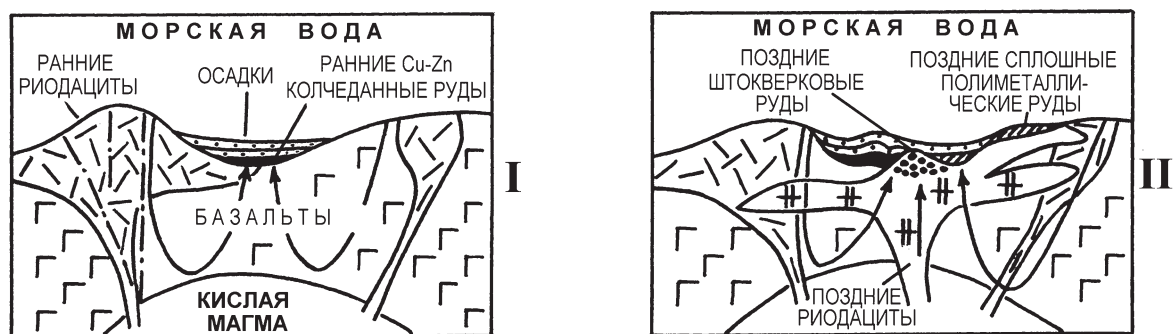


Рис. 3. Геологические модели колчеданных месторождений (Составил И.Б. Серавкин, пояснения в тексте)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ КОЛЧЕДАНОНОСНЫХ ЗОН ОРЕНБУРЖЬЯ

Семейство колчеданных месторождений мира и Урала в особенности — одна из наиболее изученных групп рудных месторождений — и по составу руд, и по условиям их формирования, и по связям с рудовмещающими породами. В настоящее время, после открытия в океанах и морях современных аналогов колчеданных месторождений прошлого, не осталось сомнений в субмаринном вулканогенно-осадочном (в широком понимании этого термина) происхождении скопления пирита, содержащих минералы цветных и благородных металлов, которые у нас принято именовать вулканогенными колче-

данными месторождениями. Оренбургская область в отношении колчеданного оруденения может служить учебным полигоном: здесь представлены все известные типы вулканогенных колчеданных месторождений, здесь отработано Блявинское месторождение, послужившее А.Н. Заварицкому эталоном при разработке теории связи колчеданных месторождений с вулканизмом, здесь же разрабатывается самое крупное на Урале и одно из самых крупных в мире Гайское медноколчеданное месторождение, содержащее около трети общей массы колчеданных руд Южного Урала.

Многолетние исследования, проведенные на Южном Урале [Сопко и др., 1973, 1975, 1983; Бородаевская, Кривцов, Ширай, 1977; Прокин, 1977; Фролова, Бурикова, 1977; Коротеев и др., 1979, 1996; Кривцов, 1979; Серавкин, 1986, 2002;

Медноколчеданные ..., 1985, 1988, 1992; Зайков, 1991; Серавкин и др., 1994; Prokin et al., 1998; Масленников, 1999; Пучков, 2000; Зайков и др., 2001; Puchkov, 2002; Herrington et al., 2002; Викентьев, 2004] позволили выяснить основные закономерности размещения, условия формирования и геодинамическую позицию колчеданных месторождений.

На Южном Урале большинство колчеданных месторождений (КМ) сосредоточено в западном и восточном бортах Магнитогорской зоны и, в меньшей мере, в ее обрамлении. Месторождения локализованы в рудоносных вулканических поясах, основные из них следующие: Кракинско-Медногорский (**Блявинский**), **Тубинско-Гайский** (Таналькский), Южно-Ирендыкский, **Джусинско-Домбаровский**, Бакрузьяк-Сибайский, Учалинско-Александринский, Карабашский, **Ащевугакский** (см. рис. 1). В тексте выделены названия поясов, полностью или частично находящихся на территории Оренбургской области.

По составу и геологическому положению КМ принадлежат к следующим типам: Уральскому медноцинковому (У-тип), Домбаровскому медному (Д-тип), близкому к Кипрскому, Баймакскому золотополиметаллическому (Б-тип), близкому к Куроко и Ивановскому кобальт-медному (И-тип), близкому к Атлантическому.

КМ залегают в базальтовых, базальт-риолитовых и базальт-андезит-риолитовых вулканогенных комплексах На профиля на трех стратиграфических уровнях: I — ордовикско-силурийском, II — раннедевонско-эйфельском и III — среднедевонском.

Установлена корреляция между составом руд и рудовмещающих пород: месторождения Д-типа залегают среди базальтов, У-типа — в контрастных базальт-риолитовых, Б-типа — в непрерывных базальт-андезит-риолитовых, а И-типа — в базальт-ультрамафитовых комплексах. В пределах У-типа выделяются месторождения 2-х подтипов: I — У-подтипа ($Cu > Zn$), локализованные в базальтах и перекрытые кислыми вулканитами и II — У-подтипа ($Cu < Zn$), залегающие среди кислых пород или в их контактах с перекрывающими отложениями. Исключение составляет уникальное по запасам руд Гайское месторождение, имеющее существенно медный состав, но залегающее среди кислых пород, что предположительно можно объяснить мощным базальтовым основанием, с которого рудоносная кислая вулканическая постройка была «сорвана» и перемещена по надвигу. Модели основных, наиболее изученных типов колчеданных месторождений изображены на рис. 3.

Геологические модели главных типов колчеданных месторождений Южного Урала представляют собой субмаринные палеокальдеры с центральным вулканом и магматическим очагом под ним (рис. 3). Последний служил энергетическим источником, приводившим в движение гидротермальную конвективную систему.

Принципиальная геологическая модель колчеданного месторождения Уральского типа изображена на рис. 3, У-тип. Вмещающими породами являются базальты и кислые вулканиты. Модель колчеданного рудного тела (рис. 3 Б) включает 3 главных элемента: рудоподводящий канал, основную область рудоотложения и сульфидный холм. Рудоподводящими каналами обычно служат зоны тектонического брекчирования. Область рудоотложения в типичном виде представляет собой депрессию, подобную ванне. Соответствующие формы рудных залежей очень характерны. Реликты сульфидных холмов установлены на Учалинском и Подольском месторождениях. Их разрушение приводило к образованию кластогенных руд и горизонтов рудокластов над рудными залежами (см. рис. 3, У-тип, Б), известных на Сибайском, Учалинском, Октябрьском и многих других месторождениях.

При формировании колчеданных залежей процессы хемогенного осаждения сульфидов и метасоматического замещения сульфидами различного субстрата тесно переплетались. В осевой зоне (в подводящем канале, в центре «ванны» над каналом и в сульфидном холме) преобладали процессы метасоматоза. В зоне № 2 и на флангах зоны № 3 метасоматоз сочетался с хемогенной седиментацией. В зоне № 4 преобладала хемогенная седиментация.

Модель колчеданного месторождения Домбаровского типа является наиболее примитивной. Вмещающие породы представлены только базальтами (рис. 3, Д-тип). Пластообразные колчеданные залежи в подошве сопровождаются магнетит-магнетитовыми, магнетит-пиритовыми и сфалерит-халькопирит-магнетит-пиритовыми рудами. Взаимоотношения магнетита и сульфидов в слоистых рудах «свидетельствуют о ритмично-синхронном их отложении» [Масленников, 1999, с. 96], но замещение магнетит-магнетитовых руд пиритом и положение магнетит-магнетитовых залежей обычно в основании сульфидных пластов указывают на их более раннее образование. Железоокисные руды сформировались при относительно низких температурах и высоком потенциале кислорода (рис. 3, Д-тип, I). Основным источником железа, по-видимому, служила палагонитизация базальтов [Злотник-Хоткевич, 1984; Масленников, 1999]. Затем, после повышения температуры гидротермальных растворов и возрастания потенциала серы, происходило отложение сульфидных руд (рис. 3, Д-тип, II).

Модель колчеданного месторождения Баймакского типа существенно отличается от рассмотренных выше моделей двухэтапным рудообразованием (рис. 3, Б-тип). На месторождениях этого типа в ряде случаев происходило совмещение ранних медно-цинковых колчеданных руд с более поздними золотополиметаллическими колчеданными и золото-баритовыми рудами. В других случаях на отдельных объектах реализовывалась одна из стадий минера-

лизации (Cu-Zn-колчеданная или Au-полиметаллическая) и формировались зональные рудные поля, подобные Таш-тау или рудному полю Куль-юртау — Троицкое — Новотроицкое — Графское [Сопко и др., 1973]. Наконец, на некоторых месторождениях, залегающих обычно в верхах баймак-бурибаевской свиты, например, Балта-тау, проявилась лишь поздняя колчеданно-полиметаллическая стадия минерализации.

Ранняя стадия рудообразования осуществлялась гидротермально-осадочным способом в локальных депрессиях на склонах кислых экструзивных куполов (рис. 3, Б-тип, I). Поздняя стадия рудообразования наступила после внедрения кислых пород экструзивно-субвулканического комплекса. В течение поздней стадии произошло образование сульфидных полиметаллических руд штокверкового, прожилково-вкрапленного и массивного типов, а также жильного золото-кварц-баритового оруденения (рис. 3, Б-тип, II).

Внутри вулканических поясов КМ контролируются субмаринными вулканическими постройками центрального типа, характерными из которых являются кальдеры, кислые эффузивно-экструзивные купола и особенно их сочетания. Вулканические постройки имели рудогенерирующее значение. Субмаринные кальдеры, вслед за Р.С. Ларджем и Х. Омото, нами рассматриваются как генераторы конвективных гидротермальных систем (рециклинга), а кислые субмаринные купола — как осадители сульфидов, в связи с создававшимися в зонах закалки, в их контактах, восстановительными условиями.

Важной особенностью строения рудоносных зон является их зональность, которую иллюстрируют карта размещения разных типов месторождений и геологические разрезы (рис. 4, 5, 6). Отчетливо видно закономерное изменение состава рудовмещающих пород и колчеданных месторождений. Рудоносные комплексы образуют латерально-возрастные ряды, наиболее полный из них представляют следующие комплексы: базальтовый → базальт-риолитовый → базальт-андезит-риолитовый → базальт-андезит-риодацитовый. Рудовмещающие толщи и содержащиеся в них месторождения последовательно омолаживаются в перечисленном выше порядке, не выходя за рамки определенного возрастного уровня (раннедевонско-эйфельского или среднедевонского). Изменение состава месторождений отображено в плавном изменении отношений средних содержаний металлов в рудах (см. рис. 5).

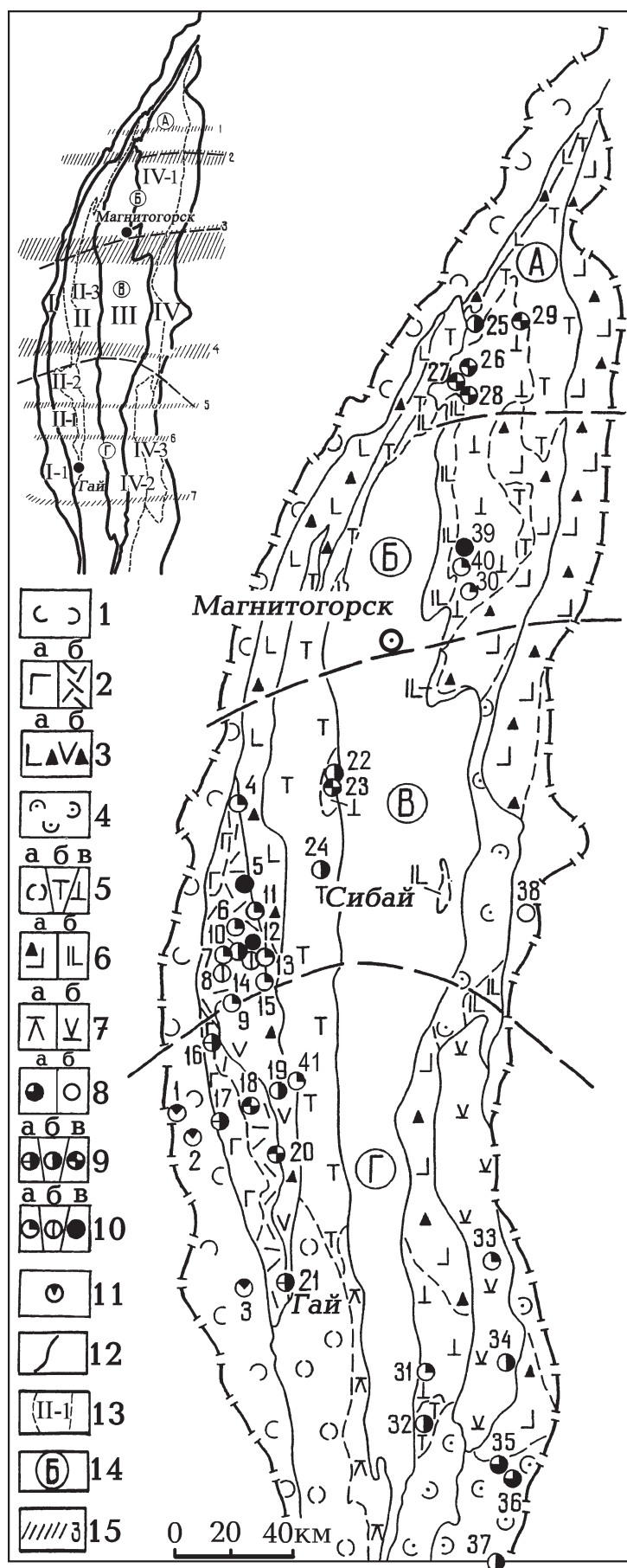
Установлена зональность 2 типов: 1) поперечная, ориентированная вкострости простирания пояса и 2) продольная, направленная вдоль его простирания. Зональность обоих типов проявлена в Тубинско-Гайском рудоносном поясе. Продольная зональность выражена в том, что с юга на север Гайский рудный район с существенно медным Гайским

месторождением (I-У-подтип) сменяется Бурибай-Маканским рудным районом с месторождениями I-У и II-У подтипов и, далее, Баймакским рудным районом с ярко выраженным золото-полиметаллическим оруденением (Б-тип) — см. рис. 4.

Поперечная металлогеническая зональность Тубинско-Гайского пояса наиболее отчетливо проявилась в Бурибайском рудном районе (рис. 5, разрез I—I', рис. 6). Месторождения Дергамышское, Бурибайское, Маканской группы, Подольское и Восточно-Подольское образуют субширотную цепочку, в которой с юго-запада на северо-восток оруденение Co—Cu (И-тип) сменяется Cu (I-У подтип), Cu—Zn (II У-подтип) и Au—Zn (Б тип). В Баймакском рудном районе поперечная зональность также прослеживается в пределах отдельных рудных полей, сочетаясь местами с продольной зональностью.

Рудоносные вулканические пояса восточного борта Магнитогорской мегазоны обладают продольным типом зональности. В Джусинско-Домбаровском поясе (рис. 5, разрез III—III', рис. 6, см. также рис. 4) с юга на север сменяются следующие комплексы раннедевонского (эмского) и среднедевонского возраста: базальтовый Джаилганский (киембаевская свита), образующий крупный щитовой палеовулкан, вмещающий медноколчеданные месторождения с повышенными содержаниями Co (> 0,4%) — Летнее и Осеннее (Д-тип), базальт-риолитовый Акжарский с рудопроявлениями медноцинкового профиля в постройках контрастного состава (У-тип), базальт-андезит-риодацитовый Барсучьево Лога с одноименным колчеданно-полиметаллическим месторождением в жерловой зоне стратовулкана (промежуточный между У- и Б-типами) и базальт-андезит-риодацитовый Джусинский с одноименным золото-полиметаллическим месторождением, приуроченным к кальдере крупного стратовулкана (Б-тип). Рудовмещающие комплексы перекрыты («запечатаны») вулканогенно-осадочными отложениями среднедевонского возраста. Таким образом, колчеданные месторождения здесь формировались в рифтоподобной предостроводужной структуре, в которой миграция вулканизма осуществлялась по простиранию зоны с юга на север.

Миграция вулканических процессов в Учалинско-Александринской зоне происходила с севера на юг, и в этом направлении состав и строение рудовмещающих вулканических построек менялся от базальт-риолитовых с небольшой долей кислых пород (Учалинские месторождения) к базальт-андезит-риолитовым с широким развитием кислых пород (кольцевые структуры Верхнеуральского района и Сабановского месторождения, кислые вулкано-купольные постройки Бабарыкинское и Александринское месторождений). В соответствии с изменением состава рудовмещающих пород,



меняется и профиль оруденения от медно-цинкового (Учалинское и Ново-Учалинское месторождения) к золото-полиметаллическому (Бабарькинское и Александринское месторождение) — рис. 5, разрез П—П', рис. 6, см. рис. 4.

Кратко характеризуя геодинамические условия формирования колчеданосных зон, можно утверждать, что большинство колчеданных месторождений У-типа всех стратиграфических уровней сформировалось в предостроводужных и задуговых условиях в связи с контрастными риолит-базальтовыми комплексами. Эти комплексы локализовались в вулканических трогах, возникавших в условиях растяжения. Более поздняя золото-колчеданно-полиметаллическая минерализация (Б-тип) и вмещающие ее непрерывные комплексы образовались в ранних островодуж-

Рис. 4. Размещение колчеданных месторождений в вулканических комплексах Магнитогорской зоны [Серавкин, 1986], с изменениями и добавлениями авторов

Формации: 1 — базальтовая (O-S); 2 — базальт-риолитовая (D_{1ems}): контрастный (а) и непрерывный (б) комплексы; 3 — андезит-базальтовая (D_{1-D2e}): базальт-андезитбазальтовый (а) и гибридный базальт-андезит-риолитовый (б) комплексы; 4 — базальтовая (D_{1ems}); 5 — базальт-риолитовая (D₂): базальтовый (а), контрастный (б) и непрерывный (в) комплексы; 6 — а) андезит-базальтовая (D₂) б) базальт-андезит-базальтовая К-Na (D_{2f}); 7 — базальт-андезит-риолитовая: а) Юсинский (D₂) и б) Джусинский (D₁₋₂) комплексы.

Колчеданные месторождения: 8 — а) медноколчеданные (Домбаровский тип), б) цинковые (Филизайский тип) 9 — цинково-медноколчеданные, Cu > Zn (а), медно-цинковоколчеданные, Cu < Zn (б) и медно-цинковоколчеданные с полиметаллической минерализацией (в) (Уральский тип); 10 — золото-колчеданно-полиметаллические (а), золото-барит-полиметаллические (б) и золото-колчеданные (в) (Баймакский тип); 11 — кобальт-медно-цинковоколчеданные (Ивановский тип).

Названия колчеданных месторождений: 1 — Ивановское, 2 — Дергамышское, 3 — Ишкинское, 4 — Тубинская группа, 5 — Куль-Юрт-тау, 6 — Уваряж, 7 — Бакр-тау, 8 — Горная Байкара, 9 — Майское, 10 — Южное Таш-тау, 11 — Таналык-Баймакское, 12 — Семеновское, 13 — Юлалинское, 14 — Туба-Каин, 15 — Балта-тау, 16 — Юбилейное, 17 — Бурибайское, 18 — Маканская группа, 19 — Подольское, 20 — Мамбетовское, 21 — Гайское, 22 — Бакр-Узяк, 23 — Южный Бакр-Узяк, 24 — Сибайское, 25 — Учалинское, 26 — Озерное, 27 — Узельгинское, 28 — Молодежное, 29 — Таш-Яр, 30 — Александринское, 31 — Иссиргужинское, 32 — Западно-Ащebutакское, 33 — Джусинское, 34 — Барсучий Лог, 35 — Летнее, 36 — Осеннее, 37 — Весеннее, 38 — Амурское, 39 — Сабановское, 40 — Бабарькинское, 41 — Восточно-Подольское.

Схема районирования: 12 — границы Магнитогорской зоны и структурно-формационных зон 1-го порядка; 13 — границы и номера колчеданосных зон; 14 — поперечные блоки: А — Учалинский, Б — Магнитогорско-Верхнеуральский, В — Баймакско-Кацбахский, Г — Орско-Джусинский; 15 — широтные дислокации: 1 — Буйдинская, 2 — Белорецкая, 3 — Агаповская, 4 — Юлалинская, 5 — Подольская, 6 — Новочеркасская, 7 — Орская

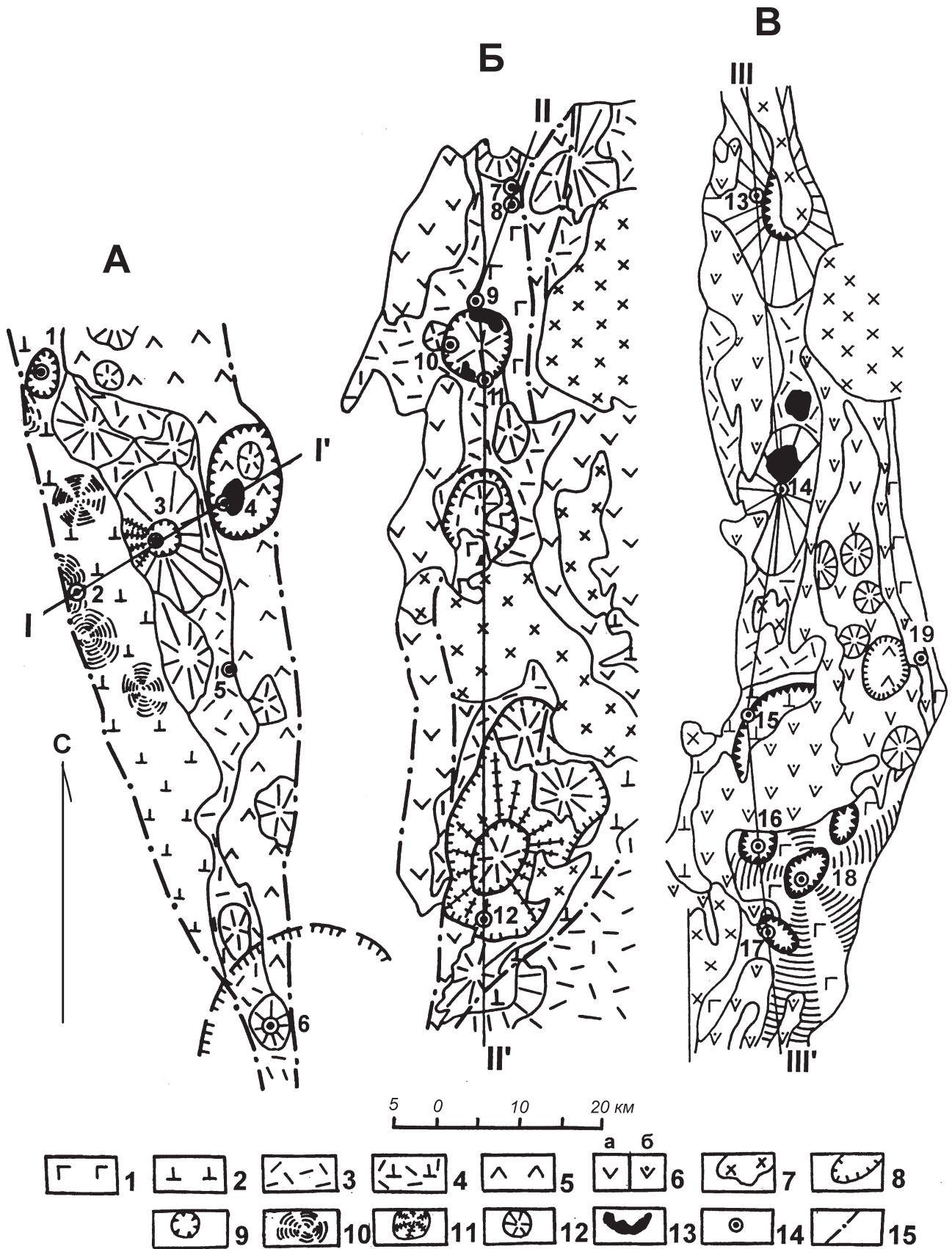


Рис. 6. Палеовулканологические схемы колчеданосных зон Магнитогорского палеовулканического пояса:
 А — Тубинско-Гайской, Б — Учалинско-Александринской, В — Джусинско-Домбаровской

1–6 — вулканогенные формации и субформации: 1 — базальтовая, 2 — риолит-базальтовая, 3 — базальт-андезит-риодацитовая, 4 — совмещенные риолит-базальтовая и базальт-андезит-риодацитовая, 5 — гибридная непрерывная, 6 — андезит-базальтовая; фации зоны активного вулканизма (а) и удаленные от вулканических центров (б); 7 — интрузивные породы; 8–13 — вулканообразования: 8 —

ных обстановках, контролируясь сколовыми зонами, возникавшими в условиях прогрессирующего сжатия [Серавкин и др., 1994 и др.].

Все колчеданосные зоны Оренбургского Урала в различной мере перспективны на обнаружение промышленных колчеданных месторождений, но реализация этих перспектив возможна лишь при постановке детальных ревизионных и оценочных работ, предшествующих поискам.

Утягуловско-Блявинская Структурно-формационная подзона (СФПЗ) содержит 4 месторождения Уральского типа средних и мелких размеров, из которых Блявинское (не полностью) и Яманкасинское отработаны. Разведанное Комсомольское месторождение средних размеров, находящееся в близкой к Блявинскому геологической обстановке, но на большей глубине от современного эрозионного среза, не устраивает разработчиков по горно-техническим условиям отработки и технологическим свойствам руд. Высокая степень опосредованности зоны не позволяет рассчитывать на обнаружение колчеданных месторождений крупных и средних размеров на поверхности современного эрозионного среза, а возможные объекты такого масштаба на глубине вряд ли могут принадлежать к другому типу, чем Блявинское и Комсомольское месторождения. Все эти соображения не позволяют отнести рассматриваемую зону к числу первоочередных объектов.

Ишкининская СФПЗ вмещает мелкое кобальт-медное одноименное месторождение и ряд рудопроявлений (скважина 33 и др.), залегающих в серпентинитовом меланже Главного Уральского разлома. Аналогичные или близкие по составу месторождения (Дергамышское и Ивановское) известны в зоне меланжа севернее. Ранее В.А. Прокиным они относились к самостоятельному типу сульфидных месторождений, не входившему в колчеданное семейство, но в последние годы В.В. Зайков и И.Ю. Мелекесцева показали принадлежность этих существенно пирротиновых руд к колчеданному типу, близкому к «Атлантическому». Поисковые работы, проводившиеся в последнее время на месторождениях этого типа в Башкортостане, положительных результатов не дали. Незначительные, как правило, размеры этих объектов и, главное, — исключительная сложность геологического строения меланжевой зоны не позволяют считать ее объектом первой очереди для постановки поисковых работ.

Мамбетовская структурно-формационная зона (СФЗ) на территории Оренбургской области представляет собой синклиналь, выполненную отложениями D_3-C_1 (главным образом, зилаирской свитой), лежащую на южном продолжении Акъяр-

Бурибайской зоны Башкортостана, вмещающей Юбилейное и Бурибайское медноколчеданные месторождения. Рекомендуется провести анализ результатов имеющихся геофизических исследований с целью обнаружения под зилаирскими отложениями положительных потенциально рудоносных вулканических структур на глубинах, доступных для поискового бурения.

Гайская СФПЗ из общих соображений — наличия месторождения — гиганта и предполагаемого развития рудовмещающего андезидацит-риодацит-дацитового комплекса эмского возраста (Второй толщи, $D_2ef_2^{II}$, по В.Т. Тищенко), — является наиболее перспективной на обнаружение медноколчеданных объектов крупного промышленного значения. Рудовмещающий комплекс выходит на палеозойскую поверхность только в западной части Гайской брахиантиклинали и отдельных блоках к северу от нее, на остальной площади зоны он перекрыт отложениями андезито-базальтовой формации (D_1-D_2e), базальтами (D_2e) (Третья — Шестая толщи верхнеэфельского комплекса, $D_2ef_2^{III-VI}$, по В.Т. Тищенко) и вулканогенно-осадочными отложениями улутауской свиты, покрывающими большую часть территории зоны. Такая геологическая ситуация, с одной стороны, сохраняет высокие перспективы зоны на перекрытое оруденение, с другой, — ограничивает возможности его поисков значительными или недоступными глубинами. Вероятно, наиболее перспективным является дальний ССЗ фланг Гайского месторождения, где известны крупные палеовулканические постройки, образованные надрудными толщами Гайского месторождения, на флангах перекрытые отложениями улутауской свиты. Это известные Камейкинская, Родниковская, Новочеркасская и другие структуры, в которых, по данным В.Т. Тищенко, на поверхности закартированы блоки рудовмещающей толщи. Отрицательным фактором в северной половине Гайской зоны служит то обстоятельство, что отдельными глубокими скважинами непосредственно под надрудными толщами вскрыты базальты, а рудовмещающие кислые вулканы отсутствуют. Сохраняются перспективы и южного фланга рассматриваемой зоны. Все это требует тщательной ревизии всего имеющегося геологического, в том числе кернового, геофизического и геохимического материала при проектировании поисковых работ.

Ащевутацкая СФЗ расположена на восточном крыле Магнитогорского мегасинклинария. В ней, в пределах Орь-Кумакской подзоны, известно два месторождения медноколчеданного типа (Иссиргужинское и Западно-Ащевутацкое) и множество

вулканотектонические депрессии, 9 — кальдеры, 10 — щитовые риодацит-базальтовые вулканы, 11 — базальт-андезибазальтовые стратовулканы, 12 — стратовулканы дифференцированного состава, 13 — кислые экструзивные и субвулканические постройки; 14 — колчеданные месторождения: 1 — Юбилейное, 2 — Бурибайское, 3 — Маканское и Октябрьское, 4 — Подольское, 5 — Мамбетовское, 6 — Гайское, 7 — Учалинское, 8 — Новоучалинское, 9 — Озерное, 10 — Узельгинское, 11 — Молодежное, 12 — Александринское, 13 — Джусинское, 14 — Барсучий лог, 15 — Акжарское, 16 — Летнее, 17 — Левобережное, 18 — Осеннее, 19 — Зимнее; 15 — разломы

рудопроявлений, залегающих среди вулканитов непрерывного (Иссыргужинское) и контрастного (Западно-Ащebutакское) комплексов среднего девона, прорванных массивами гранитоидов средне-, позднедевонского и раннекаменноугольного возраста. Многочисленные сульфидные рудопроявления и геохимические аномалии Cu (от 0,1 до 0,3%), Zn (около 0,2%), Pb (0,1–0,2%) и Mo (до 0,2%) образуют 3 локальные рудоносные зоны: 1) вытянутую в субмеридиональном направлении на 13 км к югу от Иссыргужинского месторождения, 2) изометричной формы, к северо-востоку до 5–6 км от Западно-Ащebutакского месторождения и 3) изометрично-вытянутую в субширотном направлении в южном экзоконтакте Можаровского гранодиорит-гранитного массива. Геохимические аномалии могут иметь различную природу: а) быть связанными с колчеданным рудообразованием, характеризую рудный и подрудный уровни, б) образоваться в связи с формированием медно-порфировой колонны, характеризую ее верхнюю и фланговые зоны.

Перспективы зоны на колчеданное оруденение, с точки зрения авторов, ограничены достаточно глубоким эрозионным срезом, о чем свидетельствует широкое развитие интрузивных пород, часть которых является одновозрастной с рудовмещающими вулканическими комплексами, а также положение известных месторождений на западном фланге зоны, вблизи контакта с каменноугольными отложениями Центрально-Магнитогорской зоны.

Джусинско-Карабутакская и Киёмбаевская СФПЗ, сложенные колчеданноносными вулканогенными комплексами нижнего – среднего девона, вмещают (с юга на север) Весеннее, Осеннее, Левобережное, Летнее, Барсучий Лог, Зимнее и Джусинское месторождения (рис. 6, см. рис. 5, III). Рассматриваемые подзоны входят в Джусинско-Домбаровский вулканический пояс, имеющий, по геофизическим данным и материалам П.В. Лядского, общее трогообразное строение [Серавкин и др., 1994]. В пределах трога вулканические комплексы, последовательно омолаживаясь с юга на север, меняют состав от Na-базальтового к контрастному и непрерывному K-Na, а в месторождениях изменяется состав руд от кобальт-медного к медно-цинковому и колчеданно-полиметаллическому с золотом (см. рис. 5, III).

Исходя из геологического строения и зональности оруденения рассматриваемых зон, наиболее перспективной представляется область развития контрастного базальт-риодацитового акжарского комплекса, где выявлено Акжарское рудопроявление Уральского типа. Перспективы открытия промышленно-интересного оруденения имеются в пределах кольцевой структуры, в ее центральной и восточной частях к востоку от Акжарского рудопроявления, где потенциально рудоносная толща перекрыта вулканогенно-осадочными породами андезитобазальтовой формации. Перспективным является

и Кутебайский блок Среднеорско-Домбаровской зоны, что подробно рассмотрено в статье И.С. Хана и др., помещенной в настоящем сборнике.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОРЕНБУРГСКОГО УРАЛА НА ЭТОТ ТИП ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Медно-порфиоровые месторождения по общему мировым запасам меди далеко опережают другие типы месторождений этого металла. Невысокие средние содержания меди и молибдена в разрабатываемых месторождениях этого типа (десятые доли %) компенсируются большими и гигантскими объемами прожилково-вкрапленных руд. Обобщающие работы по медно-порфиоровым месторождениям мира позволяют сформулировать основные геологические особенности этого важного в экономическом отношении типа месторождений [Павлова, 1978; Попов, 1977; Кривцов, 1983; Кривцов и др., 1986; и др.].

По составу руд среди медно-порфиоровых месторождений А.И. Кривцовым выделяются 4 типа: 1) молибденовые и медно-молибденовые (Cu/Mo = 0,4–20), 2) молибден-медные (Cu/Mo = 15–40), 3) молибден-медные (Cu/Mo = 30–120, до 235) и 4) медные (Mo - до 0,001%) с золотом и серебром. Вообще, количество золота, практически отсутствующего в собственно молибден-порфиоровых рудах, возрастает с увеличением содержания меди. В последнее время выделяется самостоятельный 5) золото-порфиоровый тип месторождений.

По геодинамической позиции медно-порфиоровые месторождения подразделяются на две большие группы: 1) формирующиеся в пределах окраинно-континентальных андезитоидных вулканоплутонических поясов и 2) образованные в базальтоидных островодужных поясах. Районы месторождений первой группы («андезитоидные»), в зависимости от состава основания вулканоплутонического пояса, делятся на 3 типа, в которых развиваются характерные для них ряды интрузивных пород с завершающими рудоносными порфиоровыми интрузиями:

1) районы на древнем кристаллическом основании обладают следующим рядом: диориты, кварцевые диориты → гранодиориты → гранодиорит-порфиры (монцониты, кварцевые монцониты) → граниты → гранит-порфиры;

2) области на осадочном субстрате обычно содержат следующий ряд интрузивных пород: диориты → кварцевые диориты → гранодиориты → монцониты, кварцевые монцониты → кварцевые монцонит-порфиры;

3) районы вулканоплутонических поясов, развитые на вулканическом основании, содержат: диориты → кварцевые диориты → гранодиорит-порфиры или дацитовые порфириты.

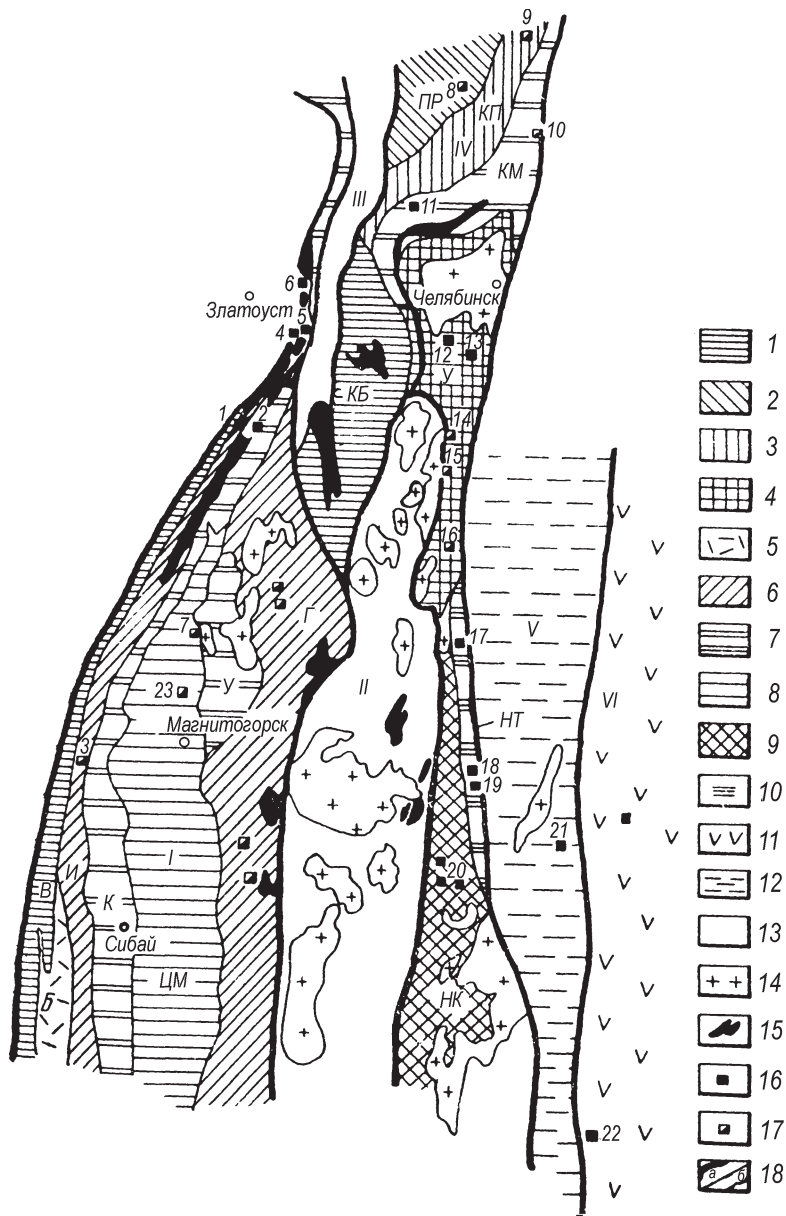


Рис. 8. Размещение медно-порфирового оруденения в структурно-формационных зонах Южного Урала [Грабежев, Белгородский, 1992]

I–VI — структуры второго порядка: *I* — Тагило-Магнитогорский прогиб, *II* — Восточно-Уральское поднятие, *III* — Сысертско-Ильменогорский антиклинорий, *IV* — Восточно-Уральский прогиб, *V* — Зауральское поднятие, *VI* — Тюменско-Кустанайский прогиб. *1–11* — рудоносные структурно-фашиальные зоны: *1* — Поляковская, Вознесенская (*B*), Кулуевско-Большаковская (*КБ*) зоны базальтового магматизма $O-S_1$, *2* — Пороховская (*ПР*) зона базальт-андезит-базальтового вулканизма S_1-D_1 , *3* — Колпаковская (*КП*) зона базальт-андезит-дацитового вулканизма S_1-D_1 , *4* — Увельская (*У*) зона базальт-андезит-дацитового вулканизма S_1-D_1 , *5* — Баймак-Бурибаевская (*Б*) зона базальт-риолитового вулканизма D_2e , *6* — Ирэндькская (*И*) и Гумбейская (*Г*) зоны базальт-андезит-базальтового вулканизма D_2 , *7* — Учалинско-Александринская и Каменская (*КМ*) зоны базальт-риолитового вулканизма D_2 (живет), *8* — Центрально-Магнитогорская (*ЦМ*) зона каменноугольного магматизма, *9* — Новокатенинская (*НК*) зона базальтового магматизма S_1 , *10* — Тарутинско-Новониколаевская (*НТ*) зона базальт-андезит-дацитового магматизма S_1 , *11* — Валерьяновская зона базальт-андезит-дацитового и гранитоидного магматизма S_{1-2} ; *12* — площади развития терригенно-сланцевых допалеозойских и раннепалеозойских образований; *13* — площади развития гнейсовых и гнейсо-амфиболитовых комплексов; *14* — гранитоидные массивы среднего — верхнего палеозоя; *15* — серпентинитовые массивы; *16, 17* — месторождения и участки проявления прожилково-вкрапленной минерализации: *16* — преимущественно медные, *17* — медно-молибден-порфировые и низкомедистые с повышенной полиметаллическостью; *18* — геологические границы крупных структур (а) и рудоносных зон (б). Цифры на схеме — участки минерализации, проявления и месторождения: *1* — Поляковское, *2* — Вознесенское, *3* — Салаватское, *4* — Колюшинский участок, *5* — Медногорское, *6* — Тургойский участок, *7* — Верхнеуральское, *8* — Пороховское, *9* — Колпаковское, *10* — Тахталимское, *11* — Тептяргинское, *12* — Биргильдинское, *13* — Томинское, *14* — Зеленодольское, *15* — Константиновский участок, *16* — Молибденовый участок, *17* — Тарутинское, *18* — Михеевское, *19* — Новониколаевское, *20* — Новокатенинский участок, *21* — Баталинское, *22* — Бенкалинское, *23* — Мосовское

Михеевское м., Новониколаевское м.) зонах, Зауральском (Баталинское м.) и Тюменско-Кустанайском (Бенкалинское м.) — рис. 8.

Как и применительно к общемировым типам, медно-порфировые проявления Южного Урала залегают в районах 2 основных геодинамических обстановок — 1) поясов островодужного типа силурийско-девонского возраста и 2) вулканоплутонических поясов рифтогенного и окраинно-континентального типа каменноугольного возраста, развитых между восточнуральскими «микрoконтинентами» или на их краях. А.И. Грабежев и Е.А. Белгородский выделяют 3 группы районов и присутствующих в них продуктивных на медно-порфировое оруденение гранитоидов, первая из которых соответствует островодужному, а вторая и третья — рифтогенным и окраинно-континентальным поясам.

I. В островодужных районах продуктивны низкокальциевые малые интрузии плагиогранитоидного состава, завершающие становление андезитобазальтовых и базальт-андезит-дацитовых комплексов, принадлежащие к диорит-кварцеводиоритовой интрузивной формации. Возраст вмещающих вулканитов D_{1-2} (Салаватское месторождение) и $S-D_1$ (Увельская зона). В более поздней работе А.И. Грабежева, Н.С. Кузнецова и Б.А. Пужакова [1998] приводятся данные о разновозрастных комплексах северной части Увельской зоны (Полетаевская площадь на южной периферии Челябинского плутона). Здесь развиты интрузии Вознесенского комплекса (O_2), завершающего вулканизм риолит-базальтовой толщи (O_{1-2}), с которыми связаны Северо-Томинское рудопроявление и Биргильдинское месторождение, типичные для «диоритовой» модели ($Cu = 0,5-0,6\%$, Au — до $0,1$ г/т),

и интрузии Биргильдинско-Томинского комплекса (диориты, кварцевые диориты, кварцевые диорит-порфириды, андезитовые порфириды), связанные с осадочно-вулканогенной толщей (андезиты, туфы андезитов, дациты, D_3-C_1) и контролирующие Березняковское Au-порфировое месторождение, представленное золото-сульфидным штокверком в субвулканическом теле кварцевых диоритов и кварцевых андезитов (рис. 9).

II. В рифтогенной Тарутинско-Новониколаевской зоне продуктивными на медно-порфировое оруденение являются интрузивные тела кварцдиорит-плагиогранодиоритовой формации Новониколаевско-Карамысовского комплекса (основная часть интрузий — C_1 , ранние фазы — D_3-C_1 , поздние — C_{1-2}). С малыми интрузиями этого комплекса — штоками и сериями даек — связаны Михеевское и Новониколаевское месторождения (рис. 10). Рудная зона наиболее крупного Михеевского месторождения (см. рис. 10 б) пронизана дайками диоритовых порфиритов, порфиридных диоритов и плагиогранодиоритов Михеевского субкомплекса, прорывающими вулканогенно-осадочную толщу (D_3-C_1) и базальты (C_1). Рудная зона представляет собой метасоматический ореол, центральную часть которого слагают серицитизированные и серицитизированные — хлоритизированные породы, а на периферии развита карбонатизация. Внешнюю часть ореола представляют пропилиты. Рудные тела тяготеют к висячему боку ореола метасоматитов, располагаясь на границе с пропилитами, форма их пластообразная. Это штокверки пленочных выделений халькопирита и пирита, местами — молибденита, развитые в основном по вулканогенно-осадочным породам, реже — по гранитоидам.

На южном продолжении Восточно-Уральского пояса, в Еленовско-Кумакской зоне Оренбургской области, известно Еленовское медно-порфировое (медно-турмалиновое) месторождение [Тальнов и др., 1986].

III. В андезитоидных вулканоплутонических поясах — Александровском, Денисовском (в верхнем структурном этаже пояса — C_1) и Валерьяновском — развиты малые интрузии двуполовошпатовых гранитоидов, завершающие становление крупных тоналит-гранодиоритовых плутонов. Калий-аргоновый возраст продуктивных гранитоидов варьирует от 318 Ма до 284 Ма (C_{2-3}) [Грабежев, Белгородский, 1992]. В окраинно-континентальных андезитоидных поясах известен ряд меднопорфировых и молибден-медно-порфировых месторождений и рудопроявлений: в Александровском — Баталинское м., в Денисовском — Тарановское м., Купольное, Фестивальное, Спиридоновское и др. рудопроявления, в Валерьяновском — Бенкалинское месторождение. Сульфидные объекты Денисовской зоны являются, вероятно, полигенными и полихронными. Так, на Таранов-

ском месторождении известны массивные медноколчеданные руды, залегающие среди базальтов (O—S?), и более поздняя прожилково-вкрапленная золото-арсенопиритовая и золото-сульфидная минерализация в зонах скарнирования, связанная с диоритовыми интрузивными телами (C_1). На Купольном и Фестивальном рудопроявлениях в эффузивах (O—S) залегают серноколчеданные залежи, а на Спиридоновском пр. известна Mo-Cu минерализация, связанная с гранитоидами одноименного комплекса (D_2).

Разделение медно-порфировых месторождений Южного Урала на рассмотренные выше три группы, отличающиеся по геотектоническому положению, по возрасту и, отчасти, по составу, проводилось и другими исследователями, имеющими, правда, другие геотектонические представления и пользовавшимися иной терминологией. Е.С. Контарь [1986 и др.], одним из первых рассмотревший закономерности размещения медно-порфирового оруденения на Урале, выделял: 1) месторождения в зонах ранней стабилизации (в Медногорском районе с пр. Цессовское, Ижбулган), 2) месторождения в зонах с вулканическими грядами (в Ирландской с Салаватским м.) и 3) месторождения во вторично-геосинклинальных зонах прогибания с неустойчивым режимом — Еленовское, Биргильдинское и др. В.И. Сначёв, сделавший обобщение по типизации и размещению меднопорфирового оруденения на Южном Урале [Серавкин и др., 1994], также выделяет 3 группы месторождений: 1) медно-порфировые (Вознесенское, Салаватское), связанные с островодужной андезито-базальтовой формацией, 2) молибден-медно-порфировые (Биргильдинское, Зеленодольское и др.), формировавшиеся в континентальном рифте и 3) полигенные, среди которых различаются 3а) молибден-медно-порфировые с проявлением колчеданной минерализации (Спиридоновское пр.) и 3б) молибден-медно-порфировые с проявлением скарновой и гидротермальной минерализации (Варваринское, Еленовское и др.).

Заканчивая краткий очерк распространения медно-порфировых проявлений на Южном Урале отметим, что всеми исследователями наиболее перспективными на медно-порфировый тип оруденения признаются андезитоидные вулканические пояса с широким развитием малых интрузий диорит-плагиогранодиоритового состава, каменноугольного возраста, формировавшиеся на сиалическом основании или в рифтогенных структурах, разделяющих сиалические блоки.

В пределах Оренбургского Урала медно-порфировое оруденение, по мнению И.А. Смирновой и В.Л. Черкасова, слабо изучено, хотя в Оренбургской области известно Еленовское месторождение и ряд рудопроявлений: в Медногорской (Утягуловско-Блявинской), Ащebutакской, Джусинско-

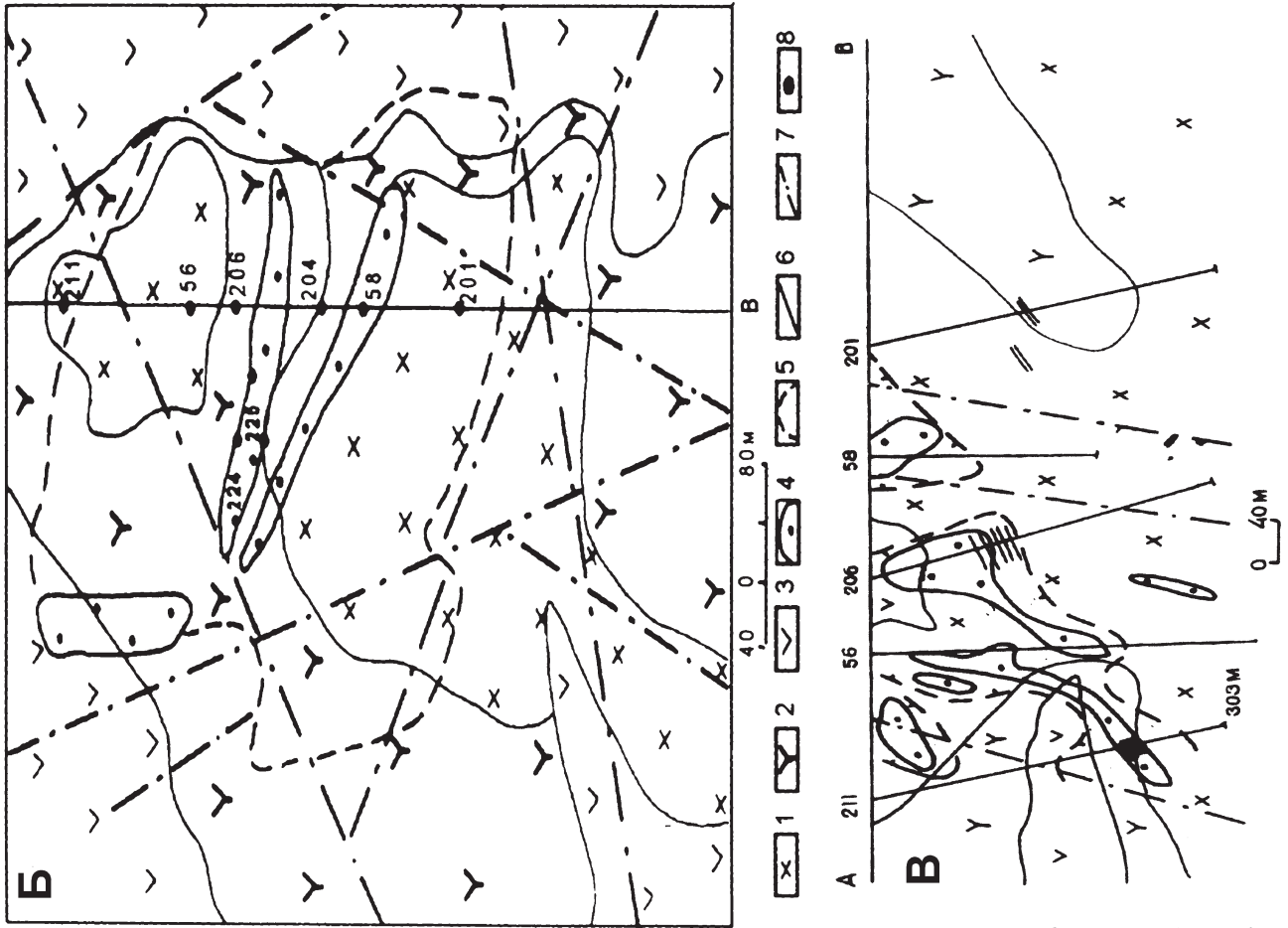


Рис. 9. Полегаевская площадь [Грабежев и др., 1998]

А — Схема размещения рудоносных зон: I — Биргильдинская медно-порфировая, II — Ягузакская Cu-Mo-Au-порфировая, III — Мичуринская Zn-Cu-Ag-Au (А — Биксизакское проявление, Б — Березняковское месторождение), IV — Томинская медно-порфировая, V — Вознесенское золото-кварцевая; условные обозначения: 1, 2 — соответственно граниты (С₃-P₁) и кварцевые диориты-гранодиориты (С₁₋₃); Челябинского массива; 3 — плагиограниты и кварцевые диориты Вознесенского массива; 4 — туфы и порфириты базальтового состава (О₁₋₂); 5 — туфы, порфириты андезитового состава, осадочные породы (D₃-C₁); 6 — границы пород (толща D₃-C₁ имеет тектонические контакты); 7 — зоны метасоматоза серицит-кварцевой ассоциации; 8 — зоны метасоматоза карбонат-серицит-парагонит-кварцевой ассоциации; 9 — южная граница биотит-амфиболовых роговиков около Челябинского plutона; 10 — метаморфизм хлоритовой и эпидиохлоритовой ассоциаций; 11 — некоторые тектонические разломы. Б — Схематическая геологическая карта Березняковского месторождения; условные обозначения: I — кварцевые диоритовые порфириты; 2 — субвулканические кварцевые андезитовые порфириты; 3 — туфы осадочно-вулканической толщи D₃-C₁; 4 — рудные тела; 5 — контур рудной зоны; 6 — границы пород; 7 — некоторые тектонические нарушения; 8 — некоторые скважины. В — Геологический разрез Березняковского месторождения

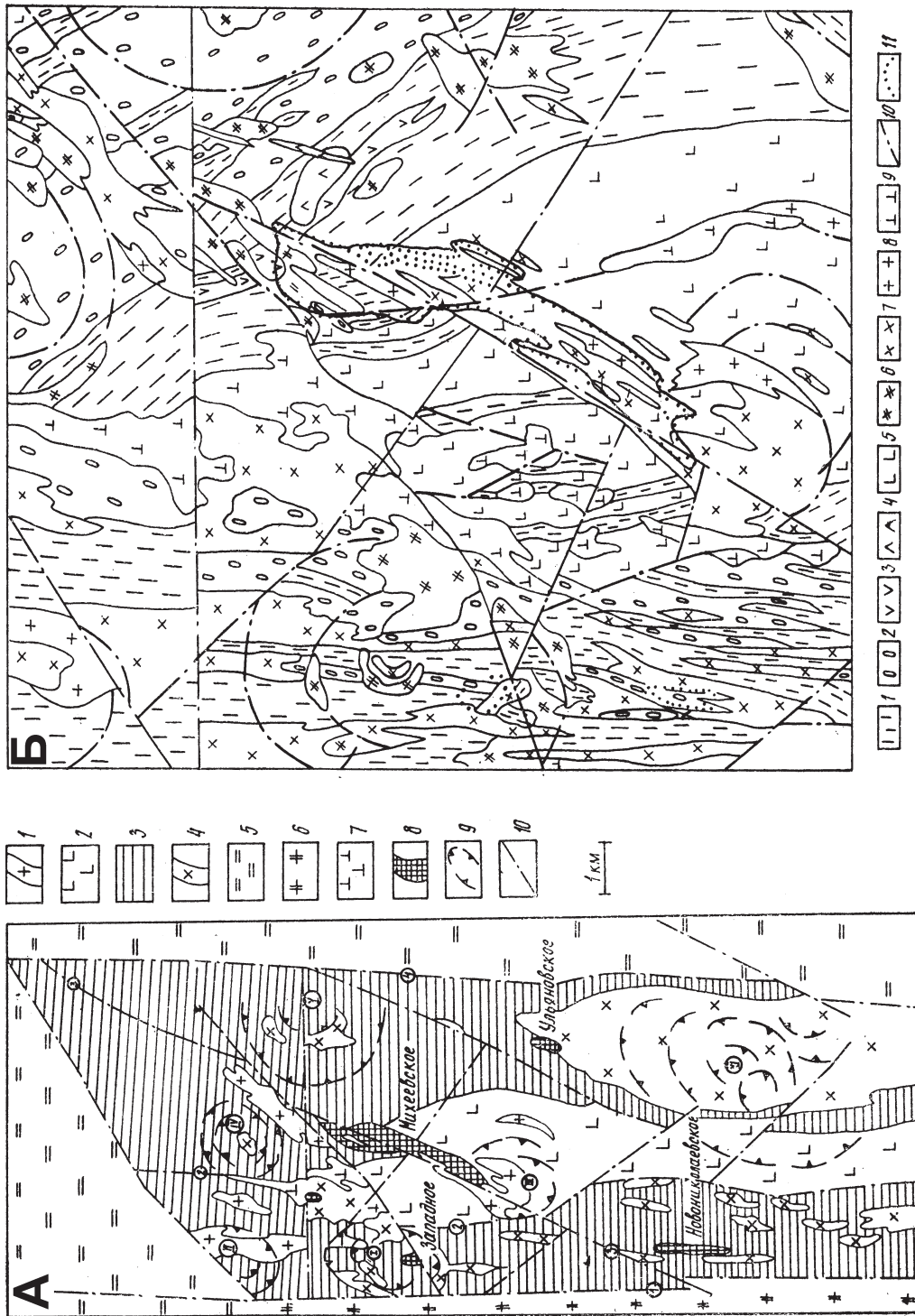


Рис. 10. Тарутинско-Новониколаевская зона [Грабеев, Белгородский, 1992]

А. Схематическая геологическая карта Новониколаевского рудного узла: 1 — гранитоиды Михеевского субкомплекса; 2 — эффузивы вулканогенной толщи S_1 ; 3 — вулканогенно-осадочная толща D_3-S_1 ; 4 — гранитоиды ульяновского субкомплекса; 5 — вулканогенные и осадочные образования силуро-девона, метаморфиты нижнего (?) палеозоя, нерасчлененные; 6 — плагиогранодиориты Новониколаевского массива (поздний силур); 7 — гипербазиты; 8 — медно-порфирировые месторождения и участки; 9 — кольцевые разломы вулканогенно-интрузивных структур; 10 — дизъюнктивные нарушения. Разломы (цифры на рисунке): I — Джетыгаринский, 2 — Новониколаевский, 3 — Михеевский, 4 — Новоокровский. Вулканогенно-осадочная толща D_3-S_1 : 1 — Михеевская, IV — Широкая, V — Безымянная, VI — Ульяновская, VII — Ульяновская. **Б. Схематическая геологическая карта Михеевского месторождения:** 1—4 — вулканогенно-осадочная толща D_3-S_1 ; I — туфоалевролиты, туфопесчаники, кварцевые песчаники, 2 — туфоангломмераты с обломками диоритовых порфиров, туфогранелиты, 3 — туфы основного и среднего состава, 4 — флюидально-обломочные ридолиты; 5 — базальты и гиадокластиты вулканогенной толщи S_1 ; 6 — диоритовые порфиты, ульяновского субкомплекса; 7 — диоритовые порфиты и порфирировидные порфиты Михеевского субкомплекса; 8 — плагиогранодиориты Михеевского субкомплекса; 9 — серпентиниты; 10 — дизъюнктивные нарушения; 11 — границы выходов зон прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации на поверхность

Акжарской, Киембаевской, Курмансайской, Еленовско-Кумакской и Кундыбаевской зонах.

В *Медногорской СФЗ*, как отмечалось выше, расположены Цессовское, Ижбулганское и другие рудопроявления прожилково-вкрапленной минерализации, рассмотренные В.И. Старостиным и др. [1972], Е.С. Контарем [1986]. Они приурочены к штоко- и дайкообразным гипабиссальным телам порфиroidных габбро-диабазов и габбро-диоритов (D_1), завершающих формирование Блявинской свиты ($S-D_1$). Сульфидная минерализация (пирит, халькопирит, резе сфалерит) Цессовского рудопроявления прослежена на 2–2,5 км при мощности зоны 50–80 м.

Достаточно детальная изученность Блявинской и Утягуловской структур, ограниченное распространение продуктивных интрузивных пород и главное — их основной — средне-основной состав и отсутствие более кислых дифференциатов — не позволяют высоко оценивать перспективы зоны на медно-порфиrowое оруденение.

Ащебутакская СФЗ «насыщена» диорит-гранодиоритовыми и гранитными интрузивными телами позднедевонско-раннекаменноугольного возраста, потенциально продуктивными на медно-порфиrowое оруденение. В связи с ними известны Тумаркольские рудопроявления медно-порфиrowого типа. По этим данным зона близка к Полетаевской площади Челябинской области. Выше, при характеристике Ащебутакской зоны как колчеданоносной, отмечались многочисленные геохимические аномалии Cu, Zn, Pb и Mo, показанные на карте В.Л. Черкасова и др. [1977 г.], которые возможно связаны с минерализацией медно-порфиrowого типа. По этим признакам зона является перспективной на медно-порфиrowое оруденение. Поисковые работы должны предваряться петролого-геохимическими (ревизионными и новыми) исследованиями, имеющими целью уточнение состава интрузивных тел, гидротермально измененных пород, а также контуров минерализованных зон.

Киембаевская и Курмансайская СФЗ южной части Джусинско-Домбаровского вулканического пояса также перспективны на обнаружение промышленных скоплений медно-порфиrowых руд. Перспективы определяются наличием рудопроявлений медно-порфиrowого типа (Джаилган I и II, Малдыгулсай), многочисленными интрузивными телами гранитоидов, обширными полями сульфидной вкрапленности и наличием геохимических аномалий. В целом геолого-металлогеническая обстановка здесь близка к таковой в Акжарской зоне.

В *Джусинско-Акжарской СФЗ* И.А. Смирновой и В.Л. Черкасовым отмечаются медно-порфиrowые рудопроявления Алабайтал и Б. Гусиха. Авторам перспективы этой зоны не ясны.

Еленовско-Кумакская грабен-синклинальная зона, разделяющая Восточно-Уральское поднятие

на 2 ветви, является южным продолжением рифтогенных структур Восточно-Уральского прогиба. Зона в целом и рудное поле Еленовского месторождения весьма перспективны на промышленное медно-порфиrowое оруденение. На Еленовском месторождении и его рудном поле, по данным Е.С. Тальнова и др. [1986], более перспективны большеобъемные вкрапленные бедные руды, запасы металлов в которых до конца не оценены. В совокупности с относительно богатыми меднотурмалиновыми рудами, имеющими небольшие объемы, месторождение может иметь промышленный интерес.

Кундыбаевская и Буруктальская СФЗ, по данным И.А. Смирновой и В.Л. Черкасова [1986], содержат медно-порфиrowые рудопроявления Восток и Боевка. По общему геологическому строению и положению в пределах продуктивного на медно-порфиrowые руды Восточно-Уральского вулканического пояса зоны являются перспективными на этот тип оруденения. Однако более конкретная оценка перспектив может быть сделана после специального геолого-металлогенического анализа территории.

Оценивая перспективы Оренбургского Урала на медно-порфиrowое оруденение, можно отметить очередность проведения поисковых и предваряющих их тематических работ.

Первоочередными представляются зоны Восточно-Уральских поднятия и прогиба, в первую очередь — Еленовско-Кумакская. К зонам *второй очереди* авторы относят фрагменты вулканических поясов восточного крыла Магнитогорского мегасинклиория (Акжарская, Киембаевская и Курмансайская СФЗ), а к площадям *третьей очереди* — Медногорскую зону.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ОРЕНБУРЖЬЯ НА ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ

Среди золоторудных месторождений магматогенно-гидротермального генетического типа на Урале выделяются следующие рудные формации: 1) *золото-порфиrowая*, связанная с гранодиорит-плагиогранитными магматическими комплексами; 2) *золото-алюмосиликатная* в связи с альпинотипными ультрабазитами и габбро-диорит-гранодиоритовыми магматическими комплексами; 3) *золото-сульфидная*, ассоциирующаяся с вулканическими и интрузивными породами разнообразного состава и включающая 3 субформации: 3а) *золото-пиритовую*, связанную с габбро-диабазитами; 3б) *золото-полиметаллическую*, ассоциирующуюся с риолитовыми, андезит-риолитовыми вулканогенными и тоналит-гранодиоритовыми интрузивными комплексами; 3в) *золото-пирит-халькопиритовую* с интерметалли-

дами, связанную с малыми интрузиями средне-кислого состава; 4) *золото-полисульфидно-кварцевая* жильная, связанная с дайками тоналит-гранодиоритовой формации; 5) *золото-сульфидно-кварцевая* жильная, ассоциирующаяся с интрузивными массивами тоналит-гранодиоритовой формации; 6) *золото-кварцевая жильная*, связанная с интрузиями тоналит-гранодиоритовой формации повышенной глубинности; 7) *золото-теллуридно-сульфидно-кварцевая* в ассоциации с габбро-диабазы и плагиогранитами; 8) *золото-антимонит-киноварь-арсенипирит-карбонатная* в связи с дайками базальтового состава [Сазонов, 1990, с. 198–201]. Кроме того, выделяются 2 жильные (золото-кварцевая и золото-сульфидно-кварцевая) формации метаморфогенно-гидротермального генетического типа, не связанные с магматическими породами или имеющие с ними парагенетическую связь. К этому списку в последние годы добавились новые типы или новые модификации известных типов: гидротермальные золото-сульфидные месторождения в шовных зонах глубинных разломов («воронцовский» или «карлинский» тип), золото-палладиевое оруденение в углеродистых терригенных толщах Центрально-Уральского поднятия («сухоложский» тип), золото-платинометальное оруденение в габбро-пироксенит-дунитовых массивах Платиноносного пояса («волковско-баронский» тип), палладисто-золото-фукситовое оруденение в древних корах выветривания на границе доуралид и уралид (рудопроявление Чудное на Приполярном Урале).

На Южном Урале золоторудные месторождения известны во всех мегазонах, но наиболее значительные из них сконцентрированы в Магнитогорской и особенно в Восточной зонах Южно-уральского региона, в пределах золоторудного пояса. В Магнитогорской мегазоне широко распространены полихронные и полигенные месторождения, сочетающие в своем строении минерализацию островодужного (D_{2-3}), раннеколлизийного (C_1) и позднеколлизийного (C_2-P) этапов. В Восточных зонах преобладают позднеколлизийные месторождения.

Геолого-структурные данные, полученные С.Е. Знаменским при изучении 39 месторождений и рудопроявлений золота [Вулканогенная ..., 1994; Знаменский, Серавкин, 2001; Серавкин и др., 2001; и др.], а также материалы других авторов [Белов, Фролов, 1984; Месторождения ..., 1999; Салихов, Бердников, 1985; Sazonov et al., 2001; и др.], в том числе результаты определений абсолютного возраста рудовмещающих интрузий и окolorудных метасоматитов [Бобохов и др., 1995; Горожанин, 1998; Грицук, 2003; Sazonov et al., 2001; и др.], свидетельствуют о том, что наиболее продуктивной на собственно золотое оруденение и в Магнитогорской мегазоне была позднеколлизийная стадия ее развития (C_2-P).

В Магнитогорской мегазоне основное промышленное значение имеют *золото-сульфидные* месторождения (*Муртыкты, Красная жила, Орловское, Мелентьевское, Миндяк* и др.) Для них характерны: 1) прожилково-вкрапленный тип оруденения, сменяющийся на заключительных стадиях развития рудной системы подчиненным жильным (прожилковым) типом; 2) зависимость минералогеохимических особенностей руд от состава вмещающих пород и широкое развитие процессов мобилизации рудных компонентов из окolorудного пространства [Вулканогенная ..., 1994]; 3) отсутствие пространственных связей с интрузивными комплексами; 4) полигенный характер оруденения; 5) окolorудные метасоматиты березит-лиственитовой формации. Как правило, золото-сульфидные месторождения сочетают в себе раннюю минерализацию, сингенетичную вмещающим породам (обычно колчеданного типа), и позднее, продуктивное на золото оруденение, контролируемое коллизийными разломами. Так, на крупном месторождении Муртыкты с запасами Au 30 т совмещено оруденение трех типов: 1) колчеданное живецкого возраста, 2) золото-полиметаллическое прожилково-вкрапленное с абсолютным Rb—Sr возрастом окolorудных метасоматитов 295 ± 6 млн. лет, и 3) золото-турмалин-кальцит-кварцевое жильное [Знаменский, 1992; Вулканогенная ..., 1994].

Многочисленные, в основном мелкие по запасам золота, *жильные и жильно-штокерковые месторождения*, относящиеся к *золото-кварцевой* (месторождения *Худолазовской* синклинали), *золото-полисульфидно-кварцевой* (*Сиратур, Большой Каран*, месторождения *Северо-Миасского рудного поля* и др.) и *золото-кварц-альбититовой* (*Мальй Каран, Александровское, Алтын-таш* и др.) формациям, в Магнитогорской мегазоне пространственно и парагенетически связаны с позднепалеозойскими комплексами малых интрузий и даек (Худолазовским, Балбукским и др.), имеющими геохимическую специализацию на золото [Салихов, Бердников, 1985; Серавкин и др., 2001].

Золото-родингитовый тип представлен в мегазоне месторождением *Золотая гора*, залегающим в зоне Главного Уральского разлома на стыке структур Южного и Среднего Урала, а также рядом мелких проявлений, расположенных в той же разломной зоне в Учалинском рудном районе (Южно-Вознесенское, Утробинское и др.). Эталонное месторождение Золотая гора по особенностям геологического строения и минералогеохимическому составу руд является уникальным и, по-видимому, не имеет аналогов, в связи с чем хотелось бы остановиться на нем подробнее. Месторождение состоит из серии эшелонированных крутопадающих хлорит-гранатдиопсидовых (родингитовых) жил, которые локализованы в Карабашском массиве серпентинизированных гипербазитов, меланжированных и смятых

в веерообразную антиформу [Znamensky et al., 1997; Серавкин и др., 2003]. Отдельные жилы имеют длину по простиранию 300–700 м и мощность в среднем 2–4 м, в раздувах до 10 м. По падению жилы прослежены до глубины 195 м. Главный рудный минерал — самородное медистое золото — концентрируется преимущественно в поздних диопсидовых прожилках с примесью граната, кальцита, магнетита, хлорита и некоторых других минералов [Ложечкин, 1935; Месторождения ..., 1999]. Прожилковая минерализация развита внутри крупных родингитовых жил, а также в их экзоконтактах среди серпентинитов. Родингитовые жилы локализованы в разрывах, наложенных на меланжированные серпентиниты, и имеют резкие контакты с вмещающими породами. По сравнению с серпентинитами родингитовые жилы деформированы слабо. Разрывы, вмещающие жилы, формируют правосдвиговую зону с внутренней дуплексной структурой [Знаменский и др., 2005]. Данные по изотопному составу кислорода и водорода силикатных минералов родингитовой ассоциации месторождения, полученные в последнее время В.В. Мурзиным [2006], в наибольшей степени соответствуют модели, предусматривающей в качестве источника родингитизирующего флюида метаморфогенный флюид, выделяющийся при дегидратации серпентинизированных ультрабазитов в зонах деформаций.

В последние годы Т.Н. Суриным с соавторами [2001] выделена новая для Южного Урала *золото-серебряно-адуляр-кварцевая* формация. Эталонными объектами послужили месторождения **Куросанского рудного поля**, расположенные в Восточно-Магнитогорской зоне. Они залегают среди вулканитов базальт-андезит-риолитового состава гумбейского комплекса (D_{2-3}). Вместе с тем, как показали более ранние детальные исследования А.И. Шмидта [1965], Куросанские месторождения являются полигенными и объединяют разновозрастное оруденение трех типов (от ранних к поздним): 1) барит-пиритовое с околорудными метасоматитами серицит-адуляр-кварцевого состава; 2) скарновое магнетит-актинолит-гранатового состава, связанное с контактовым воздействием на вулканогенные породы Краснинского гранитоидного массива (D_3); 3) продуктивное золото-полиметаллическое неизвестного возраста.

Золотопорфировая формация представлена эксплуатируемым **Юбилейным** месторождением, расположенным на южном замыкании мегазоны в Западно-Мугоджарской структурно-формационной зоне. Оно приурочено к штоку гранит-порфиров предположительно среднедевонского возраста, залегающему в апикальной части вулканической постройки [Стороженко, 1984]. Объектом отработки служат зоны прожилково-вкрапленной кварц-пирит-арсенопиритовой и карбонат-сфалерит-халькопиритовой минерализации с содержаниями

золота 6–10 г/т, развитые в метасоматитах существенно кварцевого состава.

Жильное золото-кварцевое оруденение, сформировавшееся на островодужной (D_{1-3}) и отчасти на раннеколлизийной (C_1) стадиях развития Магнитогорской мегазоны, установлено в Верхнеуральском, Утлыкташском, Кассельском северном и ряде других интрузивных массивов. Золотоносные кварцевые жилы весьма часто имеют тесную пространственную и, по-видимому, генетическую связь с другими типами оруденения. Например, в Верхнеуральском габбро-сиенитовом массиве (D_3) они ассоциируются с медно-молибден-порфировой минерализацией, занимая верхние части зонально построенной рудно-метасоматической колонны [Мосейчук и др., 1998].

Позднепалеозойские месторождения представлены следующими основными рудноформационными типами: 1) золото-сульфидным, 2) золото-кварцевым, 3) золото-полисульфидно-кварцевым и 4) золото-родингитовым. Кроме того, в мегазоне установлены золотосодержащие редкометалльные месторождения. Наиболее известными среди них являются отработанные шеелит-кварцевые жильные и жильно-штокверковые месторождения Гумбейского рудного поля (*Новобуранное, Балканы, Тербия* и др.), генетически связанные с зональными массивами монцогаббро-гранитного состава (P_1) [Язева, Бочкарев, 1998].

Структуры позднеколлизийных золоторудных месторождений, как правило, представляют собой полигенные образования, объединяющие ранние взбросо-надвиговые и поздние сдвиговые нарушения, что отражает общую тенденцию структурной эволюции мегазоны в позднем палеозое. По данным С.Е. Знаменского, согласующимся с исследованиями других авторов [Плюснин, 1971; Иванов, 1998; и др.], позднеколлизийная структура Магнитогорского прогиба сформировалась в результате трех главных фаз деформаций: 1) шарьирования и надвигообразования в условиях субширотного сжатия ($C_1?$ – C_2), 2) сдвигообразования в режиме левосторонней транспрессии и косоугольного стресса (C_2 – P) и 3) сдвигообразования в обстановке субширотного сжатия (P). Основным рудоконтролирующим фактором при образовании позднепалеозойской золоторудной минерализации различных формационных типов служили сдвиговые деформации, происходившие в условиях регионального латерального сжатия [Знаменский, Серавкин, 2001]. На примере многих месторождений выяснено, что коллизийные надвиги и взбросы не имели самостоятельного рудоконтролирующего значения.

Региональная геолого-структурная позиция золоторудных полей и месторождений не подчиняется традиционно выделяемым в Магнитогорской синформе структурно-формационным зонам

и определяется приуроченностью к трансенсивным областям — сдвиговым мегадуплексам растяжения [Знаменский, 2004]. С.Е. Знаменским реконструировано четыре мегадуплекса, в которых сосредоточено более 90% месторождений и рудопроявлений золота Магнитогорской синформы. В плане они имеют форму линз, протяженность которых по длинной близмеридиональной оси составляет от первых десятков км до 200 км, а ширина достигает 50–60 км. Мегадуплексы, хорошо дешифрируемые на космоснимках, образовались на изгибах растяжения региональных левосдвиговых зон близмеридионального направления. Наиболее крупными среди них являются сдвиговый дуплекс, охватывающий северное замыкание мегасинформы, и аналогичная дуплексная структура, развитая на западном фланге мегазоны и включающая Худолазовскую синклиналь с многочисленными мелкими месторождениями золото-кварцевого типа. Меньшие по масштабу золотоконтролирующие дуплексы выявлены в зоне Главного Уральского разлома в юго-западной части Учалинского рудного района и в зоне Восточно-Магнитогорского разлома на широте Кацбахского гранитного массива. В пределах мегадуплексов золотое оруденение концентрируется в узлах пересечения разновозрастных разломов при ведущей роли зон сдвигов и косых разрывов близмеридионального, северо-западного и субширотного простираний.

Восточно-Уральская мегазона. Ее металлогенический облик определяют жильные *золото-полисульфидно-кварцевые* месторождения (*Кочкарское, Новотроицкое, Айдырлинское, Синий Шихан* и др.). Они пространственно связаны с массивами тоналит-гранодиоритовой формации (C_{1-2}) и особенно с дайковыми сериями гранитоидного и лампрофирового рядов, сопровождающими эти интрузии. Массивы приурочены к узлам пересечения разломов близмеридионального и северо-западного простирания, которые определяют морфологию интрузивных тел. Большинство из них вытянуто в близмеридиональном направлении, но при этом они имеют северо-западные апофизы, например, Айдырлинский и Милютинский массивы. К северо-западной апофизе Милютинского массива приурочено крупное *Джетыгаринское* месторождение, на котором добыто 30 т Au. Очевидно, что тесная ассоциация золотого оруденения этого типа с массивами тоналит-гранодиоритовой формации не случайна и имеет генетическую основу. Вместе с тем материалы по Кочкарскому рудному полю, расположенному в Пластовском плагиогранитном массиве, свидетельствуют о значительном временном «разрыве» процессов магма- и рудообразования, который может достигать двух — трех десятков млн. лет.

Отличительная особенность структурного контроля золото-полисульфидно-кварцевых месторождений — приуроченность жильных систем

к сколовым нарушениям и значительная длина жил (до 1,5–2 км). Околорудные метасоматиты относятся к березит-лиственитовой формации [Месторождения..., 1999].

Региональная структурная позиция месторождений определяется приуроченностью к крупным надвиговым зонам, ограничивающим Восточно-Уральскую и Джетыгаринско-Буруктальскую синформы близмеридионального простирания [Знаменский, 2007]. Надвиговые нарушения в значительной мере наследуют более древние разломы дискуссионного генезиса, вмещающие массивы тоналит-гранодиоритовой формации. В пределах Восточно-Уральской синформы (прогиба) золотополисульфидно-кварцевые месторождения концентрируются в зоне чешуйчатых западновергентных разломов, развитых в висячем крыле Карталинского общекорового надвига и ограничивающих синклинальную структуру с востока. В этой зоне располагаются Кочкарское, Новотроицкое, Айдырлинское, Синешиханское и другие более мелкие месторождения. В Джетыгаринско-Буруктальской синформе, представляющей собой северное замыкание Иргизского вулканического прогиба (D—C) Мугоджар, месторождения рассматриваемого типа (Джетыгаринское, Комаровское и другие) сосредоточены в краевых зонах чешуйчатых надвигов и взбросов встречного падения.

Большинство золото-полисульфидно-кварцевых месторождений в настоящее время отработано. Дальнейшие перспективы этого типа оруденения, по-видимому, в значительной мере связаны с более детальным изучением известных рудных объектов. Особенно пристального внимания и исследования заслуживают зоны прожилково-вкрапленной минерализации, часто сопровождающей кварцевые жилы. В результате опоскования таких зон на ряде мелких жильных проявлений Джетыгаринской зоны (*Комаровском* и др.) были открыты крупные и средние по запасам золота месторождения [Ким, Мезенов, 2005].

В массивах, вмещающих золото-полисульфидно-кварцевые месторождения, весьма часто присутствует оруденение *жильного золото-кварцевого типа*. Самостоятельные мелкие золото-кварцевые проявления известны также в ассоциации с интрузивными членами вулканоплутонических андезитоидных комплексов (D₃—C₁). Большого практического интереса они не представляют.

Месторождения *золото-сульфидной формации*, характерные для Магнитогорской синформы, в Восточно-Уральской мегазоне имеют подчиненное развитие. Их типичным представителем является *Тохтаровское* рудное поле, расположенное в зоне Тобольского глубинного разлома [Костерев, Черемисин, 1984]. В рудном поле разведаны *Южно-Тохтаровское, Юбилейное и Максимовское* месторождения. На перечисленных месторождениях

выявлена золотосодержащая прожилково-вкрапленная минерализация преимущественно антимонит-пирротин-арсенопирит-пиритового состава. Она локализована в близмеридиональных зонах трещиноватости с метасоматитами березит-лиственитового типа. Тектонические зоны развиты в вулканогенно-осадочных и вулканогенных породах силурийского возраста и в прорывающих их дайках и штоках среднего и кислого состава, относящихся к Михайловско-Милютинскому габбро-гранитному комплексу (C_{1-2}). Предполагается, что золотое оруденение имеет парагенетическую связь с этим интрузивным комплексом.

Золото-сульфидно-углеродистый ряд формаций представлен в Восточно-Уральской мегазоне недавно открытыми месторождениями *Кировского* рудного поля (*Кировским, Каменским, Южно-Кировским*), частично отработанными и законсервированными золоторудными объектами *Кумакской* группы (*Кумакским, Коммерческим* и другими месторождениями и рудопоявлениями), а также рядом перспективных зон, расположенных в Восточно-Уральском поднятии в Оренбургской области и прилегающих частях Казахстана. Месторождения и перспективные зоны локализованы в близмеридиональных зонах смятия. Зоны смятия сформировались на месте грабенообразных структур, выполненных углеродисто-терригенно-карбонатными отложениями нижнего карбона. Судя по материалам М.И. Воина [1966], М.И. Новгородовой [1983], В.Г. Рудского [1982], В.Н. Сазонова с соавторами [Месторождения ..., 1999] и других исследователей, изучавших месторождения Кумакской группы, золотоконтролирующие зоны смятия отличаются: 1) обязательным присутствием углеродсодержащих толщ, которые служили одним из источников золота и одновременно «главным локализатором» рудной минерализации; 2) интенсивным региональным и приразломным метаморфизмом на уровне зеленосланцевой фации; 3) неоднократным проявлением гранитоидного магматизма (главным образом, в форме малых интрузий и даек) раннекаменноугольного, позднепалеозойского и триасового возраста; 4) «большеобъемным» и полиформационным характером оруденения, представленного следующими типами: прожилково-вкрапленным золото-сульфидным (с ранней золото-арсенопирит-пиритовой и поздней золото-полиметаллической ассоциациями), жильными золото-полисульфидно-кварцевым и шеелит-кварцевым и прожилковым золото-теллуридно-кварцевым; 5) разнообразным составом золотопродуктивных метасоматитов, относящихся к эйситовой, березит-лиственитовой и серицит-кварцевой формациям; 6) контролем оруденения узлами пересечения разрывов близмеридионального, северо-западного и северо-восточного простираний. Строение, кинематика и тектонофизические условия образования зон смятия

детально не исследованы. Следует отметить, что некоторыми исследователями, (например, Я.А. Рихтером) Кумакское месторождение относится к золото-порфировому типу.

К золото-сульфидно-углеродистому ряду формаций, вероятно, принадлежит *Светлинское* месторождение, расположенное в Восточно-Уральском поднятии в Кочкарском рудном районе. Оно локализовано в зоне смятия, развитой в краевой западной части ареала позднепалеозойских гранито-гнейсовых куполов. Рудовмещающими являются вулканогенные, углеродисто-терригенные и карбонатные породы нижнего палеозоя (?), прорванные дайками диабазов и габбро-диабазов. Месторождение изучалось В.Н. Сазоновым с соавторами [1991], которые отнесли его к «нетрадиционному» типу золотого оруденения Урала, связанному с шовными зонами. По данным указанных исследователей, промышленную значимость месторождения определяют три типа оруденения: 1) метаморфогенно-гидротермальное прожилково-вкрапленное существенно пиритового состава, образовавшееся в условиях зеленосланцевого метаморфизма в раннем – среднем девоне; 2) золото-полисульфидно-кварцевое, сопровождающееся березит-лиственитами и парагенетически связанное с гранитоидами тоналит-гранодиоритовой формации (D_3-C_1); 3) золото-теллуридно-кварцевое, сопряженное с метасоматитами существенно амфибол-биотитового состава (C_{1-3}). Предполагается, что оруденение третьего типа имеет мантийный источник флюидов и основных рудных компонентов.

Эталонным и пока единственным (если не считать Кумакского) промышленным объектом *золото-порфировой* формации в Восточно-Уральской мегазоне является *Березняковское* месторождение (см. рис. 9б). Оно расположено в Восточно-Уральском прогибе в Биргильдинско-Томинском рудном поле. Рудное поле сложено базальтоидными вулканитами (O_{1-2}) и перекрывающими их осадочно-вулканогенными толщами (D_3-C_1), прорванными мегаабиссальными и субвулканическими малыми интрузиями преимущественно кварцдиоритового состава (D_3-C_1). Месторождение приурочено к субвулканическому телу диоритов штокообразной формы. Рудные тела представляют собой линейные зоны прожилково-вкрапленной минерализации, локализованной в субширотных и северо-западных разрывах неясной генетической природы. Оруденение сопряжено с хлорит-слюдисто-кварц-альбитовыми метасоматитами. В его составе выделяются золото-полиметаллический (блеклая руда, высокопробное Au (984–970)), золото-теллуридно-полиметаллический (низкопробное Au (650–858), ртутистый электрум, теллуриды Ag, Pb, Bi) и теллуридно-полиметаллический (самородный Te, сильванит и др.) парагенезисы. По мне-

нию А.И. Грабежева с соавторами [2000], детально изучавшими минералого-геохимические особенности руд и околорудных метасоматитов Березняковского месторождения, оно занимает верхнюю (субвулканическую) часть медно-порфировой колонны, мезаабиссальный уровень которой представлен в рудном поле Томинским медно-порфировым месторождением. Следует отметить, что ранее В.Н. Сазоновым с соавторами [1994] на месторождении выделялись две разновозрастные рудные ассоциации: 1) пиритовая с незначительным содержанием меди и золота, сопряженная с метасоматитами серицит-кварцевого состава и предположительно имеющая силурийско-раннедевонский возраст, и 2) позднедевонско-раннекаменноугольная золото-полиметаллическая с околорудными метасоматитами березит-лиственитовой формации.

Перспективы Оренбургской области на золото высоки и связаны с Восточными зонами. Они определяются благоприятной геологической обстановкой в этих зонах и наличием промышленного оруденения.

Как можно видеть из выше рассмотренного материала, в пределах Оренбургского Урала известны 2 промышленно-генетических типа золоторудных месторождений: золото-полисульфидно-кварцевый (Айдерлинское, Синий Шихан и др.) и золото-сульфидный (Кумакское и др.). И.А. Смирнова и В.Л. Черкасов [1986] выделяли золото-сульфидный тип рудопроявлений в серпентинитах, перспективы которого неясны.

На первый из них наиболее перспективным представляются южные продолжения субмеридиональных зон разломов: Карталинского, разделяющего Восточно-Уральские поднятие и прогиб, и Джетыгаринско-Троицкого. В этих зонах особого внимания заслуживают участки развития углеродистых толщ.

На золото-сульфидное оруденение перспективна Еленовско-Кумакская СФЗ. Представляются необходимыми переоценка «большеемных» бедных руд Кумакского месторождения и уточнение типа месторождения, а также поиски объектов нового для Оренбуржья золото-порфирового типа оруденения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершая обзор металлогении Южного Урала и Оренбургской области, следует подтвердить ее перспективность на колчеданное, медно-порфировое и золотое оруденение, постулируемую всеми предыдущими исследователями. Вместе с тем значительный период «застоя» в региональных металлогенических исследованиях (90-е годы прошлого века — начало нового столетия) требует особого подхода к постановке поисковых работ на рассмотренные виды полезных ископаемых. Реализация

имеющихся перспектив возможна лишь при опережающем проведении ревизионных работ и тематических исследований, специализированных на каждый из трех типов месторождений: палеовулкано-геохимических — на колчеданный, петролого-геохимических — на медно-порфировый и структурных — на золотой типы.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН № 2 (ОНЗ–2).

Литература:

Белов С.В., Фролов А.А. Штокверковый тип вольфрамового оруденения в дайках Буранного месторождения // Геология рудных месторождений. 1984. № 2. С. 12–19.

Берлянд Н.Г. Карта глубинного строения земной коры Урала. Масштаб 1:1 000 000: Объяснительная записка. СПб: ВСЕГЕИ, 1993. 120 с.

Бобохов А.С., Бобохова Р.Б., Мичурин С.В. Стадийность гидротермального процесса на золото-сульфидных месторождениях Муртыкты и Красная жила // Ежегодник–94 / ИГ УНЦ РАН. Уфа, 1995. С. 90–92.

Бородаевская М.Б., Требухин В.С., Контарь Е.С. Реконструкция девонских палеовулканов в Гайском рудном районе и их рудоносность // Вопросы палеовулканизма медноколчеданных провинций Южного Урала и Северного Кавказа / Труды ЦНИГРИ, 1970. Вып. 92. С. 46–65.

Бородаевская М.Б., Кривцов А.И., Ширай Е.П. Основы структурно-формационного анализа колчеданосных провинций. М.: Недра, 1977. 152 с.

Викентьев И.В. Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд. М.: Научный мир, 2004. 344 с.

Виноградов А.М., Воробьев В.И., Дубинин В.С. и др. Структуры колчеданосных толщ Оренбургского Урала в свете палеовулканических реконструкций // Тектоника и магматизм Южного Урала. М.: Наука, 1974. С. 155–162.

Воин М.И. Особенности структуры и оруденения Кумакского рудного поля и методика выделения обогащенных интервалов в минерализованных зонах смятия // Изв. вузов. Геология и разведка. 1966. № 2. С. 77–86.

Вулканогенная металлогения Южного Урала / И.Б. Серавкин, С.Е. Знаменский, А.М. Косарев и др. М.: Наука, 1994. 160 с.

Горожанин В.М. Первичный изотопный состав стронция в магматических комплексах Южного Урала // Магматизм и геодинамика. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. С. 98–108.

Грабежев А.И., Белгородский Е.А. Продуктивные гранитоиды и метасоматиты медно-порфировых месторождений. Екатеринбург: Наука, Уральское отделение, 1992. 199 с.

Грабежев А.И., Кузнецов Н.С., Пужаков В.А. Рудно-метасоматическая зональность медно-порфировой колонны натриевого типа (парагонит-содержащие ореолы Урала). Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1998. 172 с.

Грабежев А.И., Сазонов В.Н., Мурзин В.В. и др. Березняковское золоторудное месторождение (Южный Урал) // Геология рудных месторождений. 2000. Т. 42, № 1. С. 38–52.

Грицук А.Н. Петрогеохимические особенности и рудоносность Таловского габбро-гипербазитового массива: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / МГУ. Москва, 2003. 22 с.

Зайков В.В. Вулканизм и сульфидные холмы палеоокеанических окраин (на примере колчеданосных зон Урала и Сибири). М.: Наука, 1991. 206 с.

Зайков В.В., Масленников В.В., Зайкова Е.В., Херрингтон Р. Рудно-формационный и рудно-фациальный анализ колчеданных месторождений Уральского палеоокеана. Миасс: ИМин УрО РАН, 2001. 315 с.

Злотник-Хоткевич А.Г. Минеральные продукты палагонитизации субмаринных базальтов и их роль в образовании и локализации колчеданных руд // Метасоматизм и рудообразование. М.: Наука, 1984. С. 160–172.

Знаменский С.Е. Структура и закономерности размещения золото-полиметаллического оруденения Ильинского рудного поля / БФАН СССР. Уфа, 1992. 80 с.

Знаменский С.Е. Сдвиги и их роль в образовании месторождений золота Магнитогорского мегасинклинория (Южный Урал) // Эволюция тектонических процессов в истории Земли: Мат-лы / XXXVII тектонич. совещ. Т. 1. Новосибирск, 2004. С. 191–192.

Знаменский С.Е. Структурные условия формирования золото-полисульфидно-кварцевых месторождений Южного Урала // Гидротермальные и гипергенные рудоносные системы: Мат-лы конф. «Металлогения древних и современных океанов–2007». Миасс: ИМин УрО РАН, 2007. С. 3–5.

Знаменский С.Е., Серавкин И.Б. Структурные условия локализации позднеколлизийных месторождений золота Магнитогорского мегасинклинория // Руды и металлы. 2001. № 6. С. 26–36.

Знаменский С.Е., Серавкин И.Б., Майер М.Ф. Структурный контроль золото-родингитового оруденения месторождения Золотая гора (Южный Урал) // Изв. вузов. Геология и разведка. 2005. № 1. С. 30–35.

Иванов К.С. Главный Уральский глубинный разлом как палеозона субдукции Заварицкого – Беньофа: тектоника и петрогенезис важнейших породных комплексов // Проблемы петрогенезиса и рудообразования. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. С. 75–78.

Ким Ю.И., Мезенов И.А. Джетыгаринский рудный район // Рудные месторождения, вопросы происхождения и эволюции. Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. С. 166–170.

Конгарь Е.С. Типы и перспективы поисков медно-порфирового оруденения на Южном Урале // Металлогения Южного Урала / БФАН СССР. Уфа, 1986. С. 63–70.

Коротеев В.А., Дианова Т.В., Кабанова Л.Я. Среднепалеозойский вулканизм восточной зоны Урала. М.: Наука, 1979. 130 с.

Коротеев В.А., Нечехин В.М., Сазонов В.Н. Главные принципы металлогенического районирования и прогнозирования в складчатых системах с позиций плитотектоники // Металлогения складчатых систем с позиций тектоники плит. Екатеринбург: УрО РАН, 1996. С. 203–210.

Костеров Е.И., Черемисин А.А. Тохтаровское золоторудное месторождение // Золоторудные месторождения (Европейская часть СССР). М.: Недра, 1984. Т. I. С. 111–131.

Кривцов А.И. Палеовулканизм эвгеосинклинальных зон Урала и колчеданообразование. М.: Недра, 1979. 169 с.

Кривцов А.И. Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфириновых месторождений. М.: Недра, 1983. 256 с.

Кривцов А.И., Мигачев И.Ф., Попов В.С. Медно-порфириновые месторождения мира. М.: Недра, 1986. 236 с.

Ложечкин М.П. Карабашское месторождение медистого золота // Проблемы геохимии основных магм. Свердловск: УФАН СССР, 1935. С. 35–44.

Магадеев Б.Д. Геология и рудоносность западной части Абзелиловского района (Южный Урал): Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / ИГиГ УНЦ АН СССР. Свердловск, 1974. 30 с.

Масленников В.В. Седиментогенез, гальмиролиз и экология колчеданосных палеогидротермальных полей (на примере Южного Урала). Миасс: ИМ УО РАН, 1999. 348 с.

Медноколчеданные месторождения Урала: Геологические условия размещения / В.А. Прокин, В.М. Нечехин, П.Ф. Сопко и др. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 288 с.

Медноколчеданные месторождения Урала: Геологическое строение / В.А. Прокин, Ф.П. Буслаев, М.И. Исмаилов и др. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 241 с.

Медноколчеданные месторождения Урала: Условия формирования / В.А. Прокин, И.Б. Серавкин, Ф.П. Буслаев и др. Екатеринбург: УрО РАН, 1992. 307 с.

Месторождения золота Урала / В.Н. Сазонов, В.Н. Огородников, В.А. Коротеев и др. Екатеринбург: ИГГА, 1999. 570 с.

Минина О.В. Положение зон медно-порфириновой минерализации в интрузивах Урала // Сов. геология. 1982. № 2. С. 51–55.

Митчелл А., Гарсон М. Глобальная тектоническая позиция минеральных месторождений. М.: Мир, 1984. 496 с.

Мосейчук В.М., Яркова А.В., Михайлов И.Г. и др. Государственная карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия Южноуральская. Лист N–40–XXX: Комплект карт и Объяснительная записка 159 с. Челябинск, 1998.

Мурзин В.В. Происхождение флюида при формировании золотоносных родингитов по изотопным данным (на примере Карабашского массива альпинотипных гипербазитов, Южный Урал) // Докл. РАН. 2006. Т. 406, № 5. С. 683–686.

Новгородова М.И. Самородные металлы в гидротермальных рудах. М.: Наука, 1983. 288 с.

Павлова И.Г. Медно-порфириновые месторождения. Л.: Недра, 1978. 276 с.

Плюснин К.П. Методика изучения тектонических структур складчатых поясов (на примере Урала). Пермь: УТГУ, 1971. 217 с.

Попов В.С. Геология и генезис медно- и молибден-порфириновых месторождений. М.: Наука, 1977. 204 с.

Прокин В.А. Закономерности размещения колчеданных месторождений на Южном Урале. М.: Недра, 1977. 174 с.

Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 146 с.

Ромашова Л.Н. Биргильдинское медно-порфириновое месторождение // Геология рудных месторождений. 1984. № 2. С. 20–30.

Рудской В.Г. Роль метаморфизма в формировании золоторудной минерализации Кумакского рудного поля // Геология метаморфических комплексов. Свердловск: СГИ, 1982. С. 88–94.

Сазонов В.Н. Золоторудные системы // Главные рудные геолого-геохимические системы Урала. М.: Наука, 1990. С. 195–235.

Сазонов В.Н., Мурзин В.В., Григорьев Н.А. и др. Нетрадиционное золотооруденение Урала // Материалы по геологии, металлогении золота Урала. Свердловск: УрО РАН, 1991. С. 3–36.

Сазонов В.Н., Мурзин В.В. Кочкарские табашки и светлинские метасоматиты фемического профиля — генетические родственники (Южный Урал) // Ежегодник—1993 / ИГиГ УрО РАН. Свердловск, 1994. С. 97–99.

Салихов Д.Н., Бердников П.Г. Магматизм и оруденение позднего палеозоя Магнитогорского мегасинклинария / БФАН СССР. Уфа, 1985. 96 с.

Серавкин И.Б. Вулканизм и колчеданные месторождения Южного Урала. М.: Наука, 1986. 268 с.

Серавкин И.Б. Минерагеня Южного Урала // Литосфера. № 3. 2002. С. 19–37.

Серавкин И.Б., Знаменский С.Е., Косарев А.М. Разрывная тектоника и рудоносность Башкирского Зауралья. Уфа: Полиграфкомбинат, 2001. 318 с.

Серавкин И.Б., Знаменский С.Е., Косарев А.М. Главный Уральский разлом на Южном Урале: структура и основные этапы формирования // Геотектоника. 2003. № 3. С. 42–64.

Серавкин И.Б., Знаменский С.Е., Косарев А.М. и др. Вулканогенная металлогения Южного Урала. М.: Наука, 1994. 160 с.

Смирнова И.А., Черкасов В.Л. Структурно-формационное районирование и краткий обзор эндогенной металлогении Оренбургского Урала // Металлогения Южного Урала / БФАН СССР. Уфа, 1986. С. 38–46.

Сопко П.Ф., Исмагилов М.И., Серавкин И.Б., Сопко Л.Н. Колчеданные месторождения Баймакского рудного района. М.: Наука, 1973. 224 с.

Сопко П.Ф., Серавкин И.Б., Бобохов А.С., Косарев А.М. Среднепалеозойский вулканизм Башкирского Зауралья и связь с ним колчеданного оруденения / БФАН СССР. Уфа, 1983. 113 с.

Сопко П.Ф., Бобохов А.С., Серавкин И.Б. и др. Структурный и магматический контроль колчеданного оруденения Башкирии. М.: Наука, 1975. 226 с.

Старостин В.И., Конкин В.Д., Плотников А.З. Новый тип медного оруденения на Южном Урале // Материалы по геологии и полезным ископаемым Оренбургской области. Вып. 3. Челябинск, 1972. С. 168–182.

Стороженко А.А. Юбилейное месторождение // Золоторудные месторождения (Европейская часть СССР). М. Недра, 1984. Т. 1. С. 180–186.

Сурин Т.Н., Мосейчук В.М., Михайлов А.Г. Гумбейская палеостроводужная зона (Южный Урал) — структура, перспективная на золото-серебряное оруденение // Металлогения древних и современных океанов—2001. История месторождений и эволюция рудообразования: Мат-лы 7 студенческ. школы. Миасс: Геотур, 2001. С. 198–203.

Тальнов Е.С., Кригер М.А., Рихтер Я.А., Карпов А.М. Геология и медно-порфировая минерализация Еленовского рудного района (Южный Урал) // Металлогения Южного Урала / БФАН СССР. Уфа, 1986. С. 71–78.

Фролова Т.И., Бурикова И.А. Геосинклинальный вулканизм (на примере восточного склона Южного Урала). М.: Изд-во МГУ, 1977. 266 с.

Шмидт А.И. Условия локализации и вопросы генезиса золото-колчеданных месторождений Куросанской группы (Южный Урал): Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук / МГУ. Москва, 1965. 22 с.

Язева Р.Г., Бочкарев В.В. Геология и геодинамика Южного Урала (опыт геодинамического картирования). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1998. 203 с.

Herrington R.J., Armstrong R.N., Zaykov V.V. et al. Massive Sulfide Deposits in the South Urals: Geological Setting Within the Framework of the Uralide Orogen // Mountain Building in the Uralides: Geophysical Monograph 132. Washington, DC. 2002. P. 155–182.

Prokin V.A., Buslaev F.P., Nasedkin A.P. Types of massive sulphide deposits in the Urals // Mineralium Deposita. 1998. Vol. 34. P. 121–126.

Puchkov V.N. Paleozoic Evolution of the East European Continental Margin Involved in the Uralide Orogeny // Mountain Building in the Uralides: Geophysical Monograph 132. Washington, DC. 2002. P. 9–31.

Sazonov V.N., Herk A.H., Boorder H. Spatial and Temporal Distribution of Gold Deposits in the Urals // Economic Geology. 2001. Vol. 96. P. 685–703.

Znamensky S.E., Seravkin I.B., Kosarev A.M. et al. The structural evolution and mineralization of the Zolotaya gora deposit (South Ural) // European Journal of Mineralogy. 1997. Vol. 9, № 1. P. 405.