

УДК 553.078.044(574.4)

Б. А. ДЬЯЧКОВ¹, Н. В. ПОЛЯНСКИЙ², Е. М. САПАРГАЛИЕВ³,
Н. П. МАЙОРОВА⁴, Т. М. НИКИТИНА⁵, Г. Д. ГАНЖЕНКО⁶, О. П. ЕВТУШЕНКО⁷

ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ, МЕТАЛЛОГЕНИЯ И ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Кенді Алтай, Қалба-Нарым, Қалбаның батыс жағы және Жарма-Саура аймақтарының геологиялық құрылымының геодинамикасының дамуы және тереңдегі құрылысының ерекшелігі қарастырылған. Кендерді болжау межесі және негізгі шарттары белгіленген. Шығыс Қазақстан аймағындағы минералдардың қорларын бағалау (сараптау) көрсетілген.

Рассматриваются особенности глубинного строения и геодинамического развития геологических структур Рудного Алтая, Калба-Нарыма, Западной Калбы и Жарма-Саура. Охарактеризованы основные факторы и критерии прогноза оруденения. Приведена оценка минеральных ресурсов Восточного Казахстана.

Peculiar features of deep structure and geodynamic development of geological structures of Rudnyi Altai, Kalba-Narym, West Kalba and Zharma-Saur are considered. The main factors and criteria for mineralization forecast were determined. Estimation of mineral resources in Eastern Kazakhstan was given.

Рассматриваются основные результаты научно-исследовательских работ по бюджетной теме: «Металлогенический анализ рудоносных структур и перспективная оценка минеральных ресурсов Восточного Казахстана» (2003–2005 гг.).

Актуальность работ обусловлена острой необходимостью укрепления минерально-сырьевой базы цветных, благородных, редких металлов и нерудных полезных ископаемых для действующих горнодобывающих и металлургических предприятий Восточно-Казахстанского региона.

В процессе исследований проводились сбор и анализ новых литературных и фондовых материалов по важнейшим горнорудным районам Восточного Казахстана. Используются также материалы предыдущих работ по общей проблеме «Большой Алтай» (геология и металлогения), касающиеся вопросов глубинного строения, геодинамического развития и районирования, геолого-генетического моделирования рудных объектов и оценки минерально-сырьевых ресурсов [1–4]. Кроме того, учитывались результаты работ по металлогеническим системам Казахстана и корам выветривания Восточного Казахстана (А. М. Мысник и др., 2003 г.).

Основные результаты работ докладывались на 32-м Международном геологическом конгрессе (Флоренция-Италия, 2004), а также на ряде международных научно-практических конференций и совещаний. Учитывались также доклады казахстанских геологов о современном состоянии фундаментально-прикладных наук в Казахстане, посвященные 32-му МГК в Италии [5, 6].

Геотектоническое и металлогеническое районирование. За основу принято районирование, разработанное в предыдущих работах по Большому Алтаю [2–4], с некоторыми дополнениями и уточнениями с позиций террейновой тектоники [8]. По геотектоническому районированию геоструктура Большого Алтая (БА) входит в состав Казахстано-Охотского или Центрально-Азиатского подвижного пояса [2]. В его пределах рассматриваемая территория расположена на северо-западном фланге Алтае-Алашаньской мобильной зоны дугообразной формы, которая огибает с юга Сибирскую платформу и прослеживается в Китай и Южную Монголию.

Территория БА охватывает геологические структуры Рудного Алтая, Калба-Нарыма, Западной Калбы, Жарма-Саура и прилегающие рай-

¹⁻⁷ Казахстан. 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. К. Либкнехта, 21, Алтайский отдел Института геологических наук им. К. И. Сатпаева.

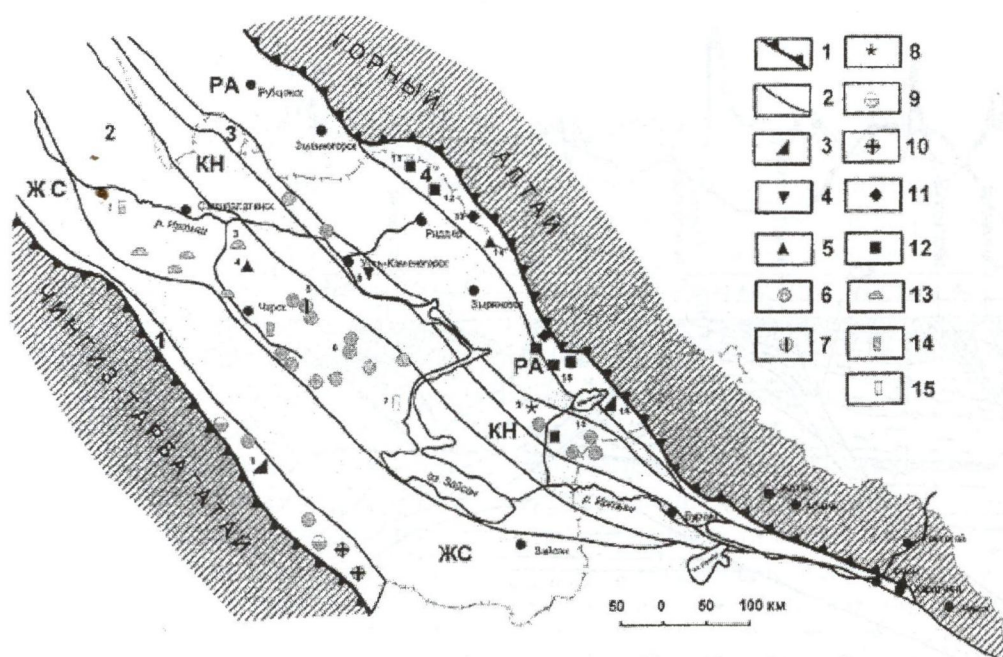


Рис. 1. Рудоносные сутурные зоны Восточного Казахстана. 1 – границы Большого Алтая; 2 – границы сутурных зон и террейнов; 3–12 – рудные формации (3 – эпимагматическая редкоземельная, 4 – скарновая олово-вольфрамовая, 5 – грейзеново-кварцевожилная вольфрамовая, 6 – золото-кварцевожилная, 7 – золото-мышьяковая углеродистая, 8 – метаморфогенно-гидротермальная золотая, 9 – кварцевожилная вольфрам-молибденовая, 10 – пропилитовая медная, 11 – колчеданно-полиметаллическая и 12 – железо-марганцевая вулканогенные, 13 – золотая, 14 – кобальт-никелевая и 15 – цирконий-титановая остаточных кор выветривания. Сутурные зоны: 1 – Чингиз-Саурская, 2 – Зайсанская, 3 – Иртышская, 4 – Северо-Восточная. Террейны: ЖС – Жарма-Саурский, КН – Калба-Нарымский, РА – Рудно-Алтайский. Месторождения: 1 – Верхнее Эспе, 2 – Горностаевское, 3 – Суздальское, 4 – Юбилейный Октябрь, 5 – Бакырчик, 6 – Сенташ, 7 – Караоткель, 8 – Усть-Каменогорское, 9 – Маралиха, 10 – Манка, 11 – Осеннее, 12 – Чекмарь, 13 – Холзунское, 14 – Экипетское, 15 – Никитинское, 16 – Азутау

оны России и Китая. Границами являются северо-западные глубинные разломы: на северо-востоке Локтевско-Караиртышский разлом отделяет структуру БА от Горного и Китайского Алтая, на юго-западе по Чингиз-Саурскому разлому она граничит с Чингиз-Тарбагатайским поясом. Общая протяженность геологических структур более 1000 км при средней ширине 300 км.

По новому районированию Большой Алтай подразделяется на два субрегиона: 1) Юго-Западный Алтай-Синьцзян, сформированный в активной окраине Сибирской платформы (на северо-востоке) и 2) Жарма-Саур-Баганур, образовавшийся в борту Казахстанского микроконтинента (на юго-западе). Граница между указанными субрегионами проводится по Чарско-Зимунайскому сутурному шву.

По металлогеническому районированию внутри Большого Алтая выделяются четыре рудных пояса: 1) Рудноалтайский медно-полиметаллический, 2) Калба-Нарымский редкометалль-

ный, 3) Западно-Калбинский золоторудный, 4) Жарма-Саурский многометалльный.

Глубинное строение. По комплексу новых геолого-геофизических данных (грави-, магнито-разведочных съемок, сейсморазведочных и электроразведочных работ) определяется *многослойность* литосферы на основе построения моделей глубинного строения геолого-структурных зон, анализа типов разрезов ЗК и характеристики верхней мантии [2, 3, 13]. Глубинное строение региона резко неоднородное, отражающее линейно-блоковый характер геологических структур Рудного Алтая, Калба-Нарыма, Западной Калбы и Жарма-Саура. С позиций мобилизма они представляют собой неоднородные блоки земной коры (возможно, террейны), спаянные в процессе герцинской коллизии и разделенные системой глубинных разломов или сутурными зонами (рис. 1). Последние рассматриваются так же, как зоны апвеллинга и поступления в ЗК мантийного материала [2].

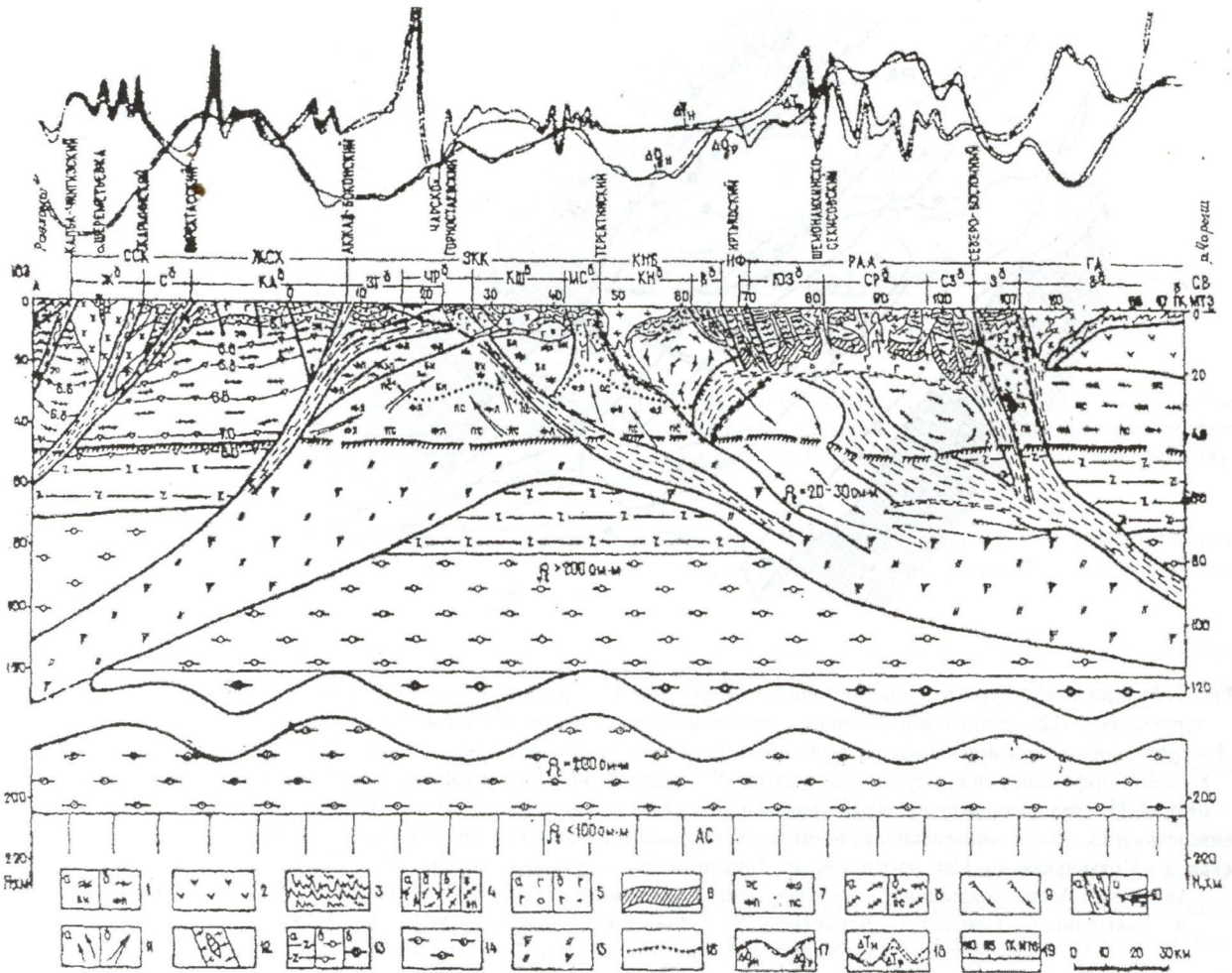


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез литосферы Большого Алтая по Алейскому геотраверсу
 Составили В. Н. Любецкий, М. Ш. Омирсериков по материалам А. Н. Антоненко, В. С. Бикеева, А. С. Галкина, К. М. Каримова, Ю. А. Калашникова, А. Т. Урдабаева и др. Гранитно-метаморфический слой ЗК сформированный на месте океанической коры: 1 – палеозойского возраста (метасоматиты, развитые по меланократовым и лейкократовым габбро-анортозитам – а, метасоматиты с кислым плагиоклазом в верхах колонны – б), 2 – допалеозойского возраста (тоналиты, трондьемиты, диориты). Гранитно-метаморфический слой ЗК окраинно-континентальных поясов: 3 – метаморфиты зеленых сланцев ордовика Рудного Алтая, 4 – реликты комплексов древних массивов, террейнов сиалического типа архея – протерозоя (гранулиты – а, гранитизированные метаграувакки – б, парагнейсы и кристаллические сланцы – в, эпидот-амфиболитовые диафториты – г). Глубинные интрузивные тела: 5 – габбро (меланократовое – а, лейкократовое – б), 6 – рститы коровых очагов плавления. Метабазальтовый слой ЗК: 7 – метасоматиты с амфиболитами в нижней части габброидного комплекса; 8 – архей-протерозойские гранулиты основного состава – а, рифейские гранулиты, метасоматиты – б, 9 – метаморфиты по углеродсодержащим породам; 10 – зоны авеллинга и поступления в ЗК мантийного материала – а, серпентинитовый меланж – б; 11 – пути мантийных флюидов, обеспечивших: углеродистый метасоматоз и удаление окисного железа – а, концентрации железа и титана в верхних горизонтах ЗК – б; 12 – аккреционная призма с тектонически включенными фрагментами метаморфитов и метафиолитов; 13 – верхняя мантия истощенная (альпино-типные гипербазиты – а, шпинельсодержащие дуниты и гарцбургиты – б, мантийные гранатовые эклогиты – в; 14 – горизонты алмазсодержащих эклогитов среди гранатовых перидотитов; 15 – верхняя неистощенная мантия; 16 – палеоповерхность М; 17 – кривые поля силы тяжести ($A_{гн}$ – наблюдаемого, Δg_p – рассчитанного); 18 – то же, аномального магнитного поля (ΔT_n – наблюдаемого, ΔT_p – рассчитанного); 19 – номера точек МТЗ по линии геотраверса

Современное глубинное строение региона характеризуется многослойной земной корой (мощностью до 50–55 км) с гетерогенными линейно-мозаичными блоками. Положение глу-

бинных слоев ЗК и верхней мантии отражено на рис. 2.

Верхняя мантия (ВМ) характеризуется неоднородным строением, в составе которой разли-

чаются неистощенная мантия (пиролитовая) и истощенная, включающая шпинельсодержащие дуниты и гарцбургиты, гранатовые эклогиты и альпинотипные гипербазиты [2]. На разрезе в Зайсанской сутурной зоне четко выделяется валлообразное поднятие истощенной ВМ с поступлением мантийного материала и рудоносных флюидопотоков по системе глубинных разломов шатрового типа с северо-восточным и юго-западным падением (рис. 2). Расслоенные астеносферные зоны ВМ, очевидно, оказали решающую роль в металлогенической специализации геологических структур Большого Алтая.

Основные рудоносные структуры и продуктивные геохронологические уровни. Палеометаллогенический анализ формирования алтайских структур проводился за длительную геологическую историю от докембрия до киммерийского и альпийского циклов включительно. Общая направленность развития геологических образований и металлогении происходила в режиме океанического рифтогенеза (PR_2), затем в раннюю (рифтогенно-островодужную), среднюю (коллизийную) и позднюю (постколлизийную) стадии каледонид и герцинид, а завершилась континентальным рифтогенезом киммерийского цикла и последующей стабилизацией. Индикаторами палеогеодинамических и ландшафтно-геологических обстановок явились определенные геологические формации, отражающие условия их возникновения.

Рассматриваемый регион характеризуется разнообразием типов полезных ископаемых, различающихся по генезису, возрасту, масштабности и другим признакам. Рудный Алтай уникален по богатству месторождений цветных металлов (Cu, Pb, Zn, Au и др.), составляющих главную сырьевую базу для горно-промышленного комплекса Восточного Казахстана. В Калба-Нарымском поясе ведущими являются редкометалльные пегматитовые месторождения (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn). В Западно-Калбинском поясе сосредоточены преимущественно золоторудные месторождения (Бакырчик и др.). Жарма-Саур и Чингиз-Тарбагатай отличаются многометалльным профилем оруденения (Fe, Cr, Ni, Cu, Zn, Au, Ag, Hg, TR и др.). Размещение главных типов месторождений приведено на рис. 3, 4.

В результате полициклического развития тектоно-магматических процессов и металлогении

в каждом рудном поясе наметились продуктивные геохронологические уровни (табл. 1), отражающие вертикальную и латеральную зональность оруденения в пределах рудных поясов и в целом для региона Большого Алтая [2–4, 18].

Факторы и критерии прогноза оруденения. Критерии прогноза и поиска месторождений цветных, благородных и редких металлов на Алтае разрабатывались многими научными и производственными организациями Казахстана и России (1950–1990 гг.), что привело к открытию ряда крупных промышленных месторождений. Но к настоящему времени фонд легко открываемых месторождений практически оказался исчерпанным. Поэтому сейчас возникла острая необходимость поиска новых путей для коренного усовершенствования методологии металлогенических исследований и прогноза месторождений. Необходима также разработка новых научных идей и представлений в прогнозно-металлогеническом анализе, начиная от фундаментальных построений до регионального и локального прогноза.

В данной работе с позиций мобилизма рассматриваются основные факторы и критерии прогноза месторождений Большого Алтая.

Рудноалтайский пояс. Пояс выделяется грандиозностью и длительностью геодинамических процессов, очень сложным геологическим строением, что и определило уникальность сформированных здесь колчеданно-полиметаллических месторождений (рис. 4, а). Это высокопродуктивный рудный пояс, сформированный на деформированной коре континентального типа (каледониды Горного Алтая) в процессе смены геодинамических режимов в герцинский цикл от начального рифтогенного (D_1) к островодужному (D_2 - C_1) с последующей коллизией (C_2 - C_3), внутриплитной активизацией (P - T_1) и стабилизацией (мезозой-кайнозой). Выявляются следующие региональные и локальные критерии прогноза рудных месторождений.

1. Основные рудоносные структуры образовались в раннегерцинскую стадию, в рифтогенно-островодужной геодинамической обстановке (D_1e - D_3fm_1) на раздробленной коре Горноалтайской окраины континентального типа. По геофизическим данным Рудный Алтай рассматривается как подвижный пояс тектоносферы, фиксируемый системой эшелонированных глубинных

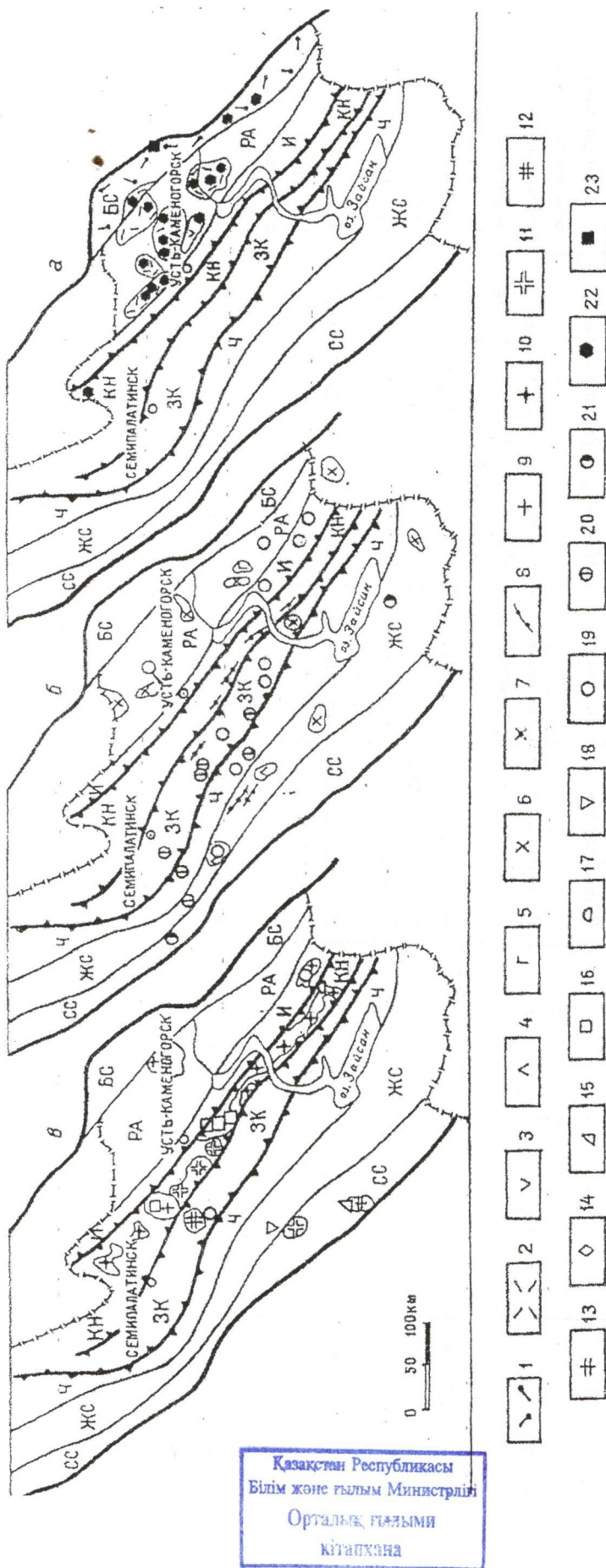


Рис. 4. Рудоносность теринских магматических формаций Большого Алтая. а – ранняя, б – средняя и в – поздняя стадии. Рифтогенно-островодужные формации: 1 – базальт-андезит-риолитовая, известково-кремнисто-терригенная (D_1 fm – D_2 fm); 2 – базальт-риолитовая, известково-риолитовая, известково-кремнисто-терригенная; 3 – дацит-андезитовая (D_3 fm). Коллизионные формации: 4 – габбронорит-диорит-диабазовая ($C_{2,3}$); 5, 6 – габбро-гранодиорит-гранитовая $C_{2,3}$ (5 – габброидная и 6 – гранитоидная подформации); 7 – гипабиссальных плагиогранитов-гранодиоритов и 8 – даек (C_3). Постколлизионные формации: 9 – гранитовая Рудного Алтая и 10 – Калба-Нарыма (P_1); 11 – лейкогранитовая и 12 – гранит-лейкогранитовая (P_2); 13 – щелочно-гранитовая ($P_2 - T_1$). Рудные формации: 14 – магматическая медно-никелевая; 15 – эпимагматическая редкоземельная; 16 – пегматитовая, 17 – альбитит-грейзенная и 18 – скарновая редкометаллическая; 19 – гидротермальная (золотая средней стадии и оловяно-вольфрамовая поздней); 20 – золото-мышьяково-углеродистая; 21 – пропилитовая медно-молибденовая; 22 – колчеданно-полиметаллическая; 23 – стратиформальная железорудная. Металлогенетические зоны: БС – Белоубинско-Сарымсактинская; РА – Рудноалтайская; И – Иртышская; КН – Калба-Нарымская; ЗК – Западно-Калбинская; Ч – Чарская; ЖС – Жарма-Саурская; СС – Сиректас-Сарсазанская

Таблица 1. Рудоносные уровни ранней стадии развития герцинид Большого Алтая

Геохронологический уровень	Геодинамическая обстановка	Рудный пояс	Структурно-металлогеническая зона	Рудоносный уровень	Возраст Мл	Оруденение	Месторождения
Эмский	Рифтогенно-островодужная	Рудноалтайский	Белуобинско-Сарымсактинская Рудноалтайская	Холзунско-Пневский Ридлерский	394-390 394-390	Fe, (Mn), Pb, Zn Zn, Pb, Cu, Au, Ag	Холзунское, Пневское Ридлер-Сокольное, Новолениногорское
Эмсэйфельский	« - »	« - »	Рудноалтайская	Тишинский Зыряновский Белоусовский	394-387 394-387 394-387	Zn, Pb, Cu, Au, Ag Zn, Pb, Cu, Au, Ag Cu, Zn, Pb	Тишинское Зыряновское Белоусовское
Эйфель-живетский	« - »	« - »	Белуобинско-Сарымсактинская Рудноалтайская	Никитинский Орловско-Малеевский	387-380 387-380	Zn, Pb, Cu Cu, Zn, Pb (Au, Ag)	Чекмарь, Никитинское Орловское, Малеевское
Живетский	« - »	« - »	Рудноалтайская	Артемьевский	380-374	Cu, Zn, Pb (Au)	Артемьевское, Николаевское, Юбилейно-
Фран-фаменский	« - »	« - »	Рудноалтайская	Заводинский	374-367	Cu, Pb, Zn, Ag, Au	Снегиринское Заводинские-I, II, Чулак
Позднее-девонско-ранне-карбоновый Визейский	« - » Островодужная	« - » « - »	Иртышская Рудноалтайская	Вавилонский Мамонтовский	360-352 352-340	Fe, Cu, Zn, (Au, Ag, As) Au, Pb, Ag	Вавилонское Мамонтовское

обрамляющие каледонские палеоподнятия (Синюшинское, Ревнюшинское, Алейское) и характеризующиеся длительностью вулканических процессов и рудообразования (месторождения Риддер-Сокольное, Тишинское, Зыряновское, Николаевское и др.). По особенностям структурно-вещественного состава месторождения рудноалтайского типа относятся к энсиалическим металлогеническим комплексам преимущественно корового происхождения [15].

5. Важное значение имеют субширотные рудоконтролирующие разломы (Лениногорский и др.), особенно в узлах их пересечения с разрывами других направлений, где создавались вулканогенно-рудные центры. Характерно также линейно-узловое распределение девонских вулкано-тектонических структур с колчеданно-полиметаллическими месторождениями в продольных рудных зонах (Лениногорская, Зыряновская, Орловско-Белюсовская и др.); шаг рудных узлов (на пересечении северо-западных разломов с меридиональными и субширотными) устанавливается в 20–40 км. Реконструированные рудные зоны значительных размеров (длиной более 100 км, шириной 10–20 км) с рудными узлами концентрируют основные запасы $Cu+Pb+Zn$ всех известных месторождений Рудного Алтая [17].

6. При геолого-генетическом моделировании рудных объектов также учитывались выявленные связи колчеданно-полиметаллического оруденения с субвулканическими порфирами (особенно на участках их встречного выклинивания), расположенными во фронтальных частях флюидно-магматических потоков девонского геохронологического уровня [10].

В Рудноалтайском поясе колчеданно-полиметаллическое оруденение концентрируется в основном на эмском, эмс-эйфельском, живетском и фран-фаменском уровнях.

Впервые проведена общая оценка прогнозных ресурсов по выделенным рудоносным уровням (табл. 2).

Таким образом, прогнозные ресурсы $Cu+Pb+Zn$ на Рудном Алтае еще достаточно высокие и составляют 42 900 тыс. т. Наиболее перспективными для дальнейшего изучения являются следующие рудоносные уровни: на железо – холзунско-пневский, полиметаллы и серебро – орловско-малеевский, артемьевский и никитинский, на золото – риддерский.

Калба-Нарымский пояс. Пространственно размещается на юго-западном обрамлении Рудного Алтая и отделяется от него Иртышской структурной зоной. Этот пояс, ограниченный Калба-Нарымским и Теректинским глубинными разломами, прослеживается в северо-западном направлении более чем на 500 км при ширине 20–50 км. Здесь сформировался крупный пояс гранитоидов пермского возраста, сопровождавшийся многими месторождениями и рудопоявлениями пегматитового, альбитит-грейзенового, грейзеново-кварцевожильного и других рудноформационных типов (Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn, W). При оценке перспектив Калба-Нарымского пояса (КНП) на редкие металлы учитывались металлогенические построения и поисковые критерии, полученные в последние годы [3, 7, 9].

1. По новым геодинамическим построениям Калба-Нарым рассматривается как чужеродный блок ЗК (террейн), причленившийся к Большому Алтаю в стадию герцинской коллизии (C_1 и позднее). В раннюю рифтогенную стадию это был крупный прогиб, выполненный углеродисто-терригенными отложениями (D_2-C_1) – кыстав-курчумская D_2gv , такырская D_3 , бурабайская C_1v_{2-3} , даланкаринская C_1s свиты. В среднюю (коллизивную) стадию ограниченно проявились молассовая (C_2) и габбро-норит-диорит-диабазовая ($C_{2,3}$) формации, позднее локализовалась вулкано-плутоническая риодацит-гранодиоритовая ассоциация пород (C_3), а в постколлизивную стадию внедрились гранитоидные интрузии – калбинский P_1 , монастырский P_2 комплексы (рис. 4, б, в).

Таблица 2. Прогнозные минеральные ресурсы Рудного Алтая

Металлы	Категории			
	P_1	P_2	P_3	$P_1+P_2+P_3$
Fe, млн т.	245	220	500	965
Cu, тыс. т.	2700	3600	900	7200
Pb, тыс. т.	2300	4500	1400	8200
Zn, тыс. т.	9700	13400	4400	27500

2. Структурно-металлогеническая модель КНП отражает связь рудно-магматических систем с глубинными зонами ЗК и верхней мантией. На основании анализа и обобщения материалов глубинных геофизических исследований (МТЗ, МОВЗ-ГСЗ) предполагается, что Калба-Нарымский гранитоидный пояс размещается в головной части тектоно-магматической зоны, крутопадающей на северо-восток под Рудный Алтай (на глубину более 100 км). По строению разреза литосферы КНП относится ко второму типу зон, сформированных “на древнем сиалическом цоколе, подстилаемом низкоомной океанической мантией” (В. Н. Любецкий, Г. П. Нахтигаль, Х. А. Беспав и др., 1998 г.). Очаги магмообразования зарождались, судя по составу гранитных выплавов, в метакристаллическом слое или на границе его с метадiorитом. Зоны транзитных тепломассопотоков проникали из нижних частей ЗК и верхней мантии по системе глубинных разломов [2, 3, 13].

3. Наиболее рудоносными представляются гранитные интрузии, формирующиеся в мобильной геодинамической обстановке, что способствовало более интенсивному протеканию процессов рудообразования в неравновесных РТ-условиях и в конечном итоге образованию промышленных месторождений (Центрально-Калбинский блок). Напротив, более спокойные тектонические условия кристаллизации относительно малоподвижных и вязких гранитных расплавов приводят к рассеянию РЭ и слабой рудоносности гранитов.

На основании изложенных факторов и критериев разработаны главные направления прогнозных работ.

В поясе выделены четыре рудных района: Шульбинский, Северо-Западно-Калбинский, Центрально-Калбинский и Нарымский в которых прогнозируются ресурсы редких металлов (Ta, Nb, Be, Sn, W, Li, Rb, Cs). На его северо-западном фланге выделяется Степановская площадь (W, Sn, Bi). В Северо-Западной Калбе наиболее перспективной на Ta является Актобе-Кварцевая площадь. В Центральной Калбе рекомендуется к оценке на глубину Карагоин-Сарыозекская рудная зона и Малочерновинский участок в экзоконтакте Прииртышского гранитного массива (Ta, Nb, Be, Li, Sn). В Нарыме прогнозируются Восточно-Ленинская площадь на выявление редко-

металльно-пегматитового оруденения (Ta, Nb, Be, Li, Sn).

Таким образом, имеются реальные возможности укрепления сырьевой базы для Белогорского ГОКа и ОАО «УМЗ». Прогнозные ресурсы тантала, ниобия, бериллия, олова и других полезных ископаемых еще значительные. Поэтому в стратегии развития редкометалльного производства необходимо ориентироваться не только на привозное сырье, но и заниматься поисками и оценкой местных редкометалльных объектов.

Всего на территории Большого Алтая выделено 28 перспективных площадей и участков. Сводные ресурсы редких металлов приведены в табл. 3.

Таблица 3. Общие ресурсы редкометалльного оруденения Восточно-Казахстанского региона

Полезный компонент	Ресурсы, т			Сумма, т
	P ₁	P ₂	P ₃	
Ta ₂ O ₅		7000	1784	8784
Nb ₂ O ₅		1000	200	1200
Sn	140	20000	16300	36440
W		1715	34800	36515
Li			10980	10980
Be			250	250

Западно-Калбинский пояс. Западно-Калбинский золоторудный пояс размещается на сочленении Горноалтайской и Казахстанской континентальных окраин и рассматривается в составе Зайсанской сутурной зоны. Характеризуется субокеаническим типом ЗК, в гравитационном поле отмечается областью высоких градиентов силы тяжести [2]. По геолого-геофизическим данным в центре структуры выделяется протяженный терригенный прогиб (D-C₁), осложненный в бортах глубинными островодужными поднятиями (раннегерцинская стадия). В среднюю коллизионную стадию (C₁-C₃) сформировались пояса малых интрузий и даек кунушского комплекса (C₃), с которыми генетически связывается золотое оруденение месторождения Бакырчик, Кулуджун, Сенташ и др. (рис. 4, б). Главными рудоконцентрирующими структурами оказались диагональные зоны разломов сквозного развития позднеколлизионной стадии активизации, а рудоконтролирующими являются оперяющие их системы разрывов в карбонатно-терригенных и черносланцевых отложениях карбона, приуроченные к сутурной зоне на сочленении континенталь-

ных окраин [8–14]. В позднюю стадию в обстановке внутриплитной активизации локализовались отдельные массивы гранитоидов в узлах пересечения разломов (Sn, W, Be).

Ниже рассматриваются основные факторы и критерии прогноза и поиска золоторудных месторождений.

Зоны повышенной фемичности разреза ЗК субокеанического типа с гребневидными выступами metabазальтового слоя. В геодинамическом плане золотоносные структуры сформировались в тектонически ослабленных зонах растяжения – сжатия диагонального (запад-северо-западного) направления, после проявления саурской фазы складчатости в раннем карбоне. По геофизическим данным эти золотоносные структуры размещаются над гребневидными выступами metabазальтового слоя (Западно-Калбинская зона) или над склонами его поднятий (Жанан-Боко-Зайсанская зона) и характеризуются повышенной базальтоидностью разреза земной коры.

Дугообразная форма нарушений, не свойственная северо-западному алтайскому направлению, связывается с изменением плана деформаций геологических структур в процессе сдвижения крупных литосферных блоков ЗК – Сибирской платформы и Казахстанского микроконтинента (с элементами вращения). Именно здесь, на сочленении континентальных окраин образовались геологические структуры, благоприятные для концентрации золотого оруденения (золото-углеродисто-мышьякового, золото-сульфидно-кварцевого и золото-кварцевого типов).

Кроме теоретических построений, этот вывод базируется на прямом фактическом материале о статистическом распределении рудных объектов и новых открытий месторождений золота на северо-западном фланге Жанан-Боко-Зайсанской зоны (Суздальское, Мираж и др.) и на ее юго-восточном продолжении в Китае (месторождение Долоносай). Поэтому есть основание считать, что на закрытых, полужакрытых и слабо изученных частях золоторудного пояса могут быть обнаружены скрытые и погребенные месторождения золота.

С указанных позиций важное теоретическое и практическое значение придается прогнозированию *Восточно-Казахстанского золоторудного пояса* в центральной части Большого Ал-

тая (рис. 5). Золоторудный пояс имеет региональное развитие (длина более 800 км, ширина 20–40 км) и занимает диагональное положение относительно северо-западных геологических структур Жарма-Саура, Калбы и Иртышской зоны, проникая на юго-восточном фланге в Китай.

В результате исследований намечились новые перспективные площадки и участки в Мукурском, Бакырчикском и Кулуджунском рудных районах с оценкой прогнозных ресурсов золота более 200 т.

Жарма-Саурский пояс. Сформировался на гетерогенном докембрийском и каледонском фундаменте Казахстанской континентальной окраины. Геологические и металлогенические особенности пояса рассмотрены в работах [2, 3, 16]. Отметим лишь некоторые новые представления и критерии с мобилистских построений.

1. Чарско-Горностаевский сутурный шов, разделяющий казахстанские и алтайские геологические образования, по геодинамическим реконструкциям рассматривается как структура планетарной или региональной ранговости, имеющая длительную и сложную историю развития (от докембрия до мезозоя). На поверхности сутурный шов фиксируется отдельными фрагментарными выходами офиолитов и блоков метаморфитов, его юго-восточное продолжение к оз. Зайсан фиксируется на космических снимках, а северо-западное перекрыто Кулундинской впадиной. Структура в целом слабо изучена и имеет высокие перспективы на обнаружение месторождений разных генетических типов.

Докембрийские руды (Cr, Co, Ni и др.) контролируются мантийными разломами и встречаются в отторженцах, протрузиях гипербазитов и метаморфитов в надвигово-меланжевых структурах, выжатых в стадию герцинской коллизии. Связанное с серпентинизированными гипербазитами Au-Hg оруденение концентрировалось в процессе метаморфизма и регенерации. Позднее в мезозойских корах выветривания накапливались Ni-Co руды. Имеются определенные признаки платиноносности руд.

2. Центральная часть Жарма-Саурского пояса (Жарма-Саур-Харатунгская зона) развивалась под влиянием глубинной подвижной зоны (ГПЗ), уходящей своими корнями в ВМ. Глубинное строение ее характеризуется приподнятостью ВМ и metabазальтового слоя повышенной

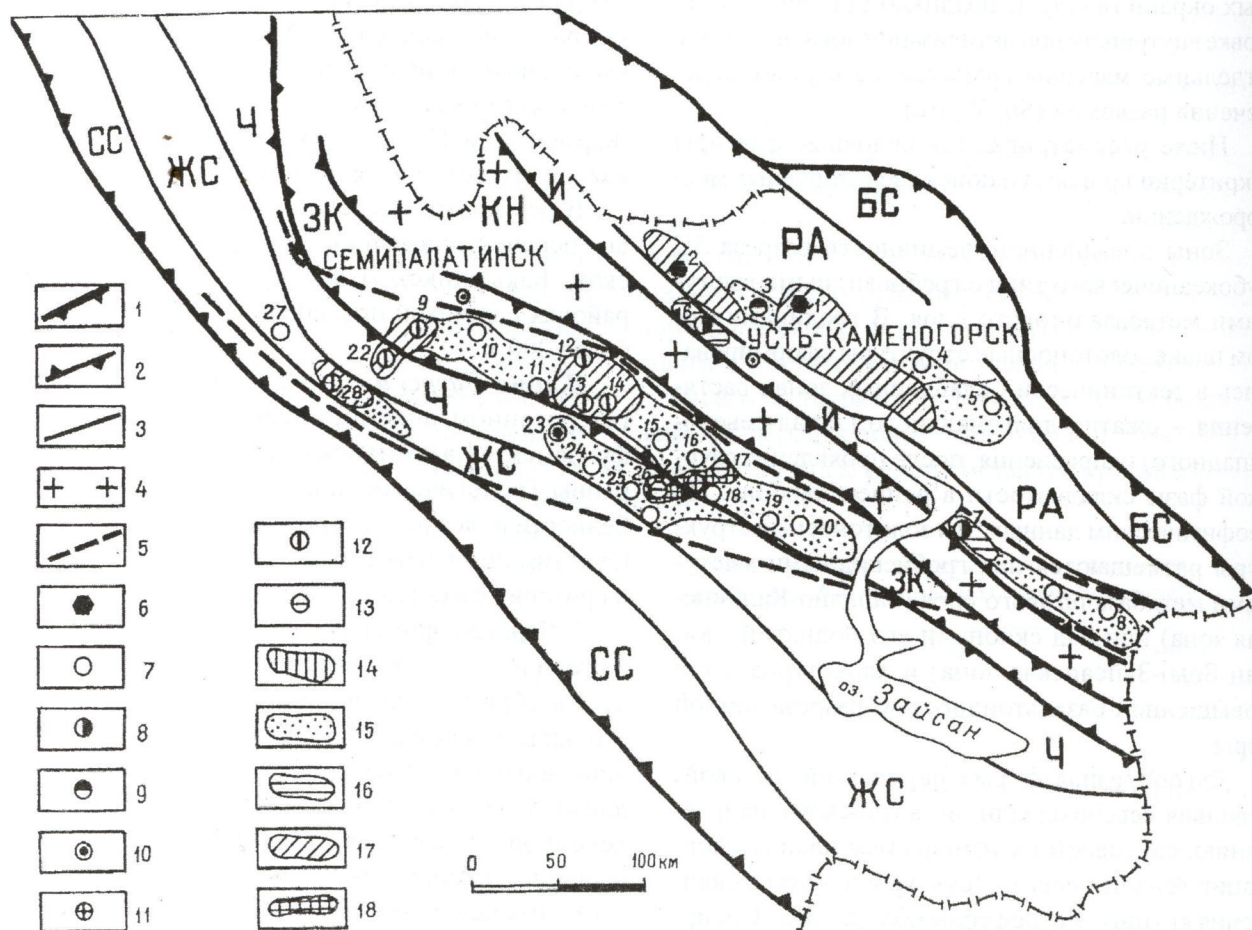


Рис. 5. Схема размещения золотоносных структур и объектов Большого Алтая. 1,3 – границы: 1 – Большого Алтая, 2 – рудных поясов и 3 – металлогенических зон; 4 – Калба-Нарымский гранитоидный пояс; 5 – границы Восточно-Казахстанского золоторудного пояса. Рудные формации: 6 – золото-медноколчеданная и золото-колчеданно-полиметаллическая; 7 – золото-кварцевожильная; 8 – золото-метаморфогенная; 9 – золото-теллуридно-кварцевая; 10 – золото-рутная кварц-карбонатная; 11 – золото-березитовая; 12 – золото-мышьяково (сульфидно)-углеродистая; 13 – золото-сульфидно-лиственитовая. Ареалы размещения месторождений: 14 – золото-медно-колчеданных и золото-колчеданно-полиметаллических; 15 – золото-кварцевожильных; 16 – золото-метаморфогенных; 17 – золото-мышьяково (сульфидно)-углеродистых; 18 – золото-сульфидно-лиственитовых. Месторождения: 1 – Риддер-Сокольное; 2 – Артемьевское; 3 – Секисовское; 4 – Мамонтовское; 5 – Маймыр; 6 – Предгорнское; 7 – Маралиха; 8 – Манка; 9 – Жерек; 10 – Скак; 11 – Эспе; 12 – Миялы; 13 – Бакырчик; 14 – Большевик; 15 – Канайка; 16 – Сентас; 17 – Бригадное; 18 – Жумба; 19 – Кулуджун; 20 – Лайлы; 21 – Баладжал; 22 – Суздальское; 23 – Вера-Чар; 24 – Акжал; 25 – Васильевское; 26 – Ашалы; 27 – Кемпир; 28 – Жанан. Рудные пояса: Рудноалтайский (БС – Белоубинско-Сарымсактинская, РА – Рудноалтайская, И – Иртышская металлогенические зоны); Калба-Нарымский (КН); Западно-Калбинский (ЗК); Жарма-Саурский (Ч – Чарская, ЖС – Жарма-Саурская, СС – Сиректас-Сарзанская металлогенические зоны)

мощности (24 км). Фокальная часть ГПЗ отличалась высокой магмонасыщенностью с мощным развитием синколлизонных интрузий габбро-диорит-гранодиорит-плагиогранитовой серии (C₁ и C_{2,3}), разместившихся в кольцевых структурах и продуктивных на медно-порфировое, медно-никелевое и золотое оруденение (саурский, максутский и другие комплексы). Широкое развитие здесь рудоносных формаций указывает на

возможность обнаружения скрытых и погребенных месторождений Cu, Ni, Co, Mo, Ag (Pt).

3. На золото перспективна Жанан-Боко-Зайсанская золоторудная зона значительной протяженности, входящая в состав Восточно-Казахстанского золоторудного пояса [14]. В ее пределах на ранее прогнозировавшихся участках уже обнаружены месторождения Суздаль и Мираж. Известное месторождение Жанан коры вывет-

ривания разрабатывается методом кучного выщелачивания. Подобные месторождения ожидаются на ее северо-западном фланге в Кемпирском районе и на юго-востоке в Северном Призайсанье.

4. Уточняется позиция максутского Cu-Ni типа оруденения, связанного с расслоенными габброидными интрузиями (C_{2,3}). Это гипабиссальные малые интрузии и дайкообразные тела позднеколлизиионной стадии активизации, контролируемые глубинными разломами и имеющие региональное развитие. Следует подчеркнуть, что в последние годы на юго-восточном фланге Жарма-Саурского пояса (в Китае) в аналогичных габброидах обнаружено новое месторождение Харатунга, которое по запасам никеля является крупным, а по меди среднее [1]. Поэтому намечился региональный Максут-Петропавловско-Харатунгский прерывистый пояс потенциально рудоносных габброидных интрузий и резко повысились перспективы обнаружения подобных сульфидных Cu-Ni месторождений на изучаемой территории. Можно полагать, что реализация прогнозов приведет к открытию ряда объектов, более богатых по содержанию и крупных по запасам Cu, Ni, чем месторождение Максут. Прогнозные ресурсы категории P₃: Cu – 500–700 и Ni – 200–300 тыс. т.

5. В позднегерцинскую стадию в зонах внутриплитной активизации (на границе каледонид Чингиз-Тарбагатая и герцинид Жарма-Саура) локализовался *Акбик-Акжсайяуский* пояс гранитов-лейкогранитов и щелочных гранитов, специализированных на редкометалльное (W, Mo) и редкоземельное (Zr, Nb, TR, Mo) оруденение (Жаман-Койтас и др.). С щелочными гранитами (P₂-T₁) связаны формации редкоземельных пегматитов и рибекит-альбитовых метасоматитов с пироклор-цирконовой минерализацией (месторождение Верхнее Эспе). В целях развития редкоземельно-сырьевой базы и вовлечения данного месторождения в эксплуатацию рекомендуется разработать технологию комплексного использования труднообогатимых пироклор-цирконовых руд.

6. В осевой части Большого Алтая на границе Казахстанской и Горноалтайской континентальных окраин в постколлизиионную стадию сформировался *Семипалатинско-Бурган-Бур-*

ганский пояс монцонитов, сиенитов и граносиенитов с Zr-Ti геохимической специализацией. Гранитоидные массивы этого пояса (Преображенский, Буранский и др.) перспективны для поиска циркон-ильменитовых месторождений в мезозойских корах выветривания (месторождение Караоткель), за счет перемыва которых образуются россыпи ильменита (месторождение Сатпаевское).

Таким образом, на основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Завершены научно-исследовательские работы по металлогеническому анализу рудоносных структур и перспективной оценке минеральных ресурсов Восточного Казахстана по бюджетной теме Алтайского отдела на 2003–2005 гг. Составлен заключительный отчет по теме исследований, подготовлены схемы рудоносных геохронологических уровней масштаба 1:1 000 000 и другие графические материалы.

2. С позиций мобилизма рассмотрены проблемные вопросы геодинамического и металлогенического развития геологических структур Большого Алтая и прилегающих территорий Горного Алтая и Чингиз-Тарбагатая. Выполнялся палеометаллогенический анализ формирования рудоносных структур в различных геодинамических режимах.

3. Собрана дополнительная информация структурно-тектонического и металлогенического характера по рудным поясам Большого Алтая и прилегающим площадям, целью которой являлось уточнение прогнозной оценки территории с выделением наиболее перспективных участков для дальнейшего изучения.

4. В результате исследований уточнена оценка прогнозных ресурсов Восточно-Казахстанского региона на цветные, благородные, редкие металлы и другие полезные ископаемые и намечены перспективные направления дальнейших работ. Восстанавливается общая региональная масштабность Рудноалтайского, Калба-Нарымского, Западно-Калбинского и других рудных поясов, перспективы которых еще не исчерпаны. Для реализации прогнозов рекомендуется постановка детальных прогнозно-металлогенических работ в выделенных перспективных структурах на современном научно-техническом уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспяев Х. А., Полянский Н. В., Ганженко Г. Д. и др. Геология и металлогения Юго-Западного Алтая (в пределах территории Казахстана и Китая). Алматы: Гылым, 1997. 288 с.
2. Большой Алтай (геология и металлогения). Кн. 1. Геологическое строение / Щерба Г. Н., Дьячков Б. А., Стучевский Н. И. и др. Алматы: Гылым, 1998. 304 с.
3. Большой Алтай (геология и металлогения). Кн. 2. Металлогения / Щерба Г. Н., Беспяев Х. А., Дьячков Б. А. и др. Алматы: РИО ВАК РК. 2000. 400 с.
4. Большой Алтай (геология и металлогения). Кн. 3. Нерудные ископаемые / Сапаргалиев Е. М., Кравченко М. М., Дьячков Б. А. и др. Алматы: НИЦ «Гылым», 2003. 304 с.
5. Геология Казахстана. Алматы, 2004. 480 с.
6. Геонауки в Казахстане: (Докл. каз. геологов). Алматы: КазГЕО, 2004. 378 с.
7. Дьячков Б. А., Майорова Н. П., Щерба Г. Н., Абдрахманов К. А. // Гранитоидные и рудные формации Калба-Нарымского пояса: (Рудный Алтай). Алматы, 1994. 208 с.
8. Дьячков Б. А., Мочалкина Л. Н. Металлогенетические особенности террейнов Большого Алтая // Вестник ВКГТУ. 2002. № 4. С. 4-13.
9. Дьячков Б. А., Никитина Т. М., Майорова Н. П. Редкометалльные рудно-магматические системы Восточного Казахстана // Геология Казахстана. Алматы, 2004. С. 222-229.
10. Дьячков Б. А., Малыгин А. А., Нахтигаль Г. П., Титов Д. В. Рудоносные структуры Рудного Алтая // Геология и охрана недр. 2004. № 4. С. 3-8.
11. Каюпов А. К. и др. О геотектоническом районировании Алтае-Чингизского региона // Вопросы геологии и металлогения Зайсанской складчатой области. Алма-Ата: Наука, 1973. С. 10-29.
12. Летников Ф. А. Флюидный режим эндогенных процессов в континентальной литосфере и проблемы металлогении // Проблемы глобальной геодинамики. М.: ГЕОС, 2000. С. 204-224.
13. Любецкий В. Н. Глубинное строение Калбы. по геолого-геофизическим данным // Известия АН Каз. ССР. Сер. геол. 1991. № 5. С. 66-72.
14. Малыгин А. А., Дьячков Б. А. Золоторудные пояса Восточного Казахстана и их прогнозная оценка // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета. ВКГТУ, 2000. № 3. С. 6-10.
15. Мирошниченко Л. А., Жуков Н. М., Мазуров А. К. Рудоносность энзиматических и энсиалических металлогенетических комплексов Казахстана // Геология Казахстана. Алматы, 2004. С. 263-274.
16. Щерба Г. Н., Дьячков Б. А., Нахтигаль Г. П. Жарма-Саурский геотектоноген. Алма-Ата, 1976. 200 с.
17. Щерба Г. Н., Дьячков Б. А., Нахтигаль Г. П. Металлогения Рудного Алтая и Калбы. № 4, Алма-Ата: Наука, 1984. 240 с.
18. Щерба Г. Н., Беспяев Х. А., Дьячков Б. А. и др. Развитие структур Большого Алтая на основе геодинамических реконструкций // Геодинамика и минералогия Казахстана. Алматы: РИО ВАК РК, 2000. Ч. 1. С. 73-81.