

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



ЦНИИРП

Главный редактор

И.Ф.Мигачев



2/2006

ISSN 0869-5997

РЕШЕНИЕ

научно-практической конференции «Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений на основе их комплексных моделей — достижения и перспективы»

4–6 апреля 2006 г. в ЦНИГРИ (г. Москва) состоялась научно-практическая конференция «Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений на основе их комплексных моделей – достижения и перспективы», которую организовали Федеральное агентство по недропользованию, ЦНИГРИ и ЦНИИГеолнеруд при поддержке Российского геологического общества, Российской академии естественных наук и Международной академии минеральных ресурсов.

Цель конференции — повышение эффективности реализации мероприятий «Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья на 2005–2010 гг. и до 2020 года», утвержденной МПР России (приказ № 160 от 08.06.05).

В работе конференции приняли участие около 250 специалистов из 57 организаций, представляющих профильные отраслевые и региональные НИИ, институты Российской академии наук и Национальной академии наук Украины, вузы России, производственные организации Роснедра, геологоразведочные и горно-рудные компании России и Казахстана.

На конференции было представлено 143 доклада, посвященных обобщению передового опыта использования комплексных моделей месторождений при проведении ГРР по воспроизводству минерально-сырьевой базы и приросту запасов, оптимизации и координации работ по научно-методическому обеспечению и сопровождению федеральных ГРР, разработке научно-методических основ создания альтернативных минерально-сырьевых баз за счет выявления месторождений новых и нетрадиционных типов, разработке и реализации инновационных технологий ГРР.

Участники конференции отметили, что за время, прошедшее после совещания «Количественные модели рудных месторождений для целей прогноза, поисков и разведки» (1993 г.), применительно к месторождениям ведущих полезных ископаемых создана система взаимосвязанных по ряду характеристик моделей, концентрирующая информацию по сотням оцененных, разведанных и эксплуатируемых месторождений. Система включает генетические и геолого-генетические качественные и количественные, описательные классификационно-признаковые прогнозно-поисковые, геолого-промышленные количественные, прогнозно-поисковые параметрические, морфометрические, концентрационные, градиентно-векторные, композитные (многофакторные) оценочно-разведочные и геолого-экономические модели. На их основе в Роснедра создана программно-целевая система управления воспроизводством минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых и соответствующими геологоразведочными работами, включающая научно-методическое обеспечение и сопровождение ГРР. Эта система

наиболее полно реализована при проведении геологоразведочных работ на благородные и цветные металлы; в последние годы был достигнут существенный рост ресурсной базы этих металлов и выявлены новые рудоносные провинции и месторождения.

На конференции продемонстрированы новые методические разработки по поискам и оценке алмазов, благородных, цветных, черных и легирующих металлов и нерудных полезных ископаемых, методические приемы построения комплексных моделей месторождений твердых полезных ископаемых, проведения геохимических, геофизических и космогеологических работ и интерпретации их результатов, а также направления оптимизации ГРР.

Участники конференции особо подчеркнули значимость «Долгосрочной государственной программы...», а также созданной в Роснедра программно-целевой системы управления воспроизводством минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых для повышения эффективности ГРР. Отметили необходимость более широкого использования последней при практической реализации мероприятий отечественной минерально-сырьевой политики, в научно-прикладных и общеобразовательных целях.

Вместе с тем, на конференции было отмечено:

в практике геологоразведочных работ преимущественно используются ранее созданные модели, которые требуют дальнейшего совершенствования;

«Долгосрочной государственной программой...» предусмотрено необходимое научное и научно-методическое обеспечение, однако в текущих грантах и госзаказах на НИР пока недостаточно научно-поисковых работ по созданию комплексных моделей месторождений новых и нетрадиционных типов, по адаптации передовых достижений в области генезиса месторождений для совершенствования методов и технологий прогноза и поисков;

прогнозно-металлогенические построения в ряде случаев не обладают должной достоверностью и воспроизводимостью в связи с тем, что разработанные термины и понятия используются не в полной мере, как и соответствующие методические приемы, что обусловлено недостаточной информационной преемственностью между геологами разных поколений и специалистами разных ведомств и организаций.

Конференция сочла возможным обратить внимание МПР России и Федерального агентства по недропользованию на необходимость создания Российского металлогенического кодекса, призванного обеспечить сопоставимость и воспроизводимость прогнозно-металлогенических построений на основе унификации методических приемов выделения металлогенических таксонов, требований к прогнозно-металлогеническим картам и обоснованию объектов ГРР в целях повышения результативности и эффективности работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых.

Участники конференции отметили актуальность и важное научно-прикладное значение конференции и поддержали решение Оргкомитета о публикации ее материалов в интересах широкой геологической общественности.

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



2/2006

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

ОСНОВАН В 1992 ГОДУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор И.Ф.МИГАЧЕВ

Б.И.БЕНЕВОЛЬСКИЙ
Э.К.БУРЕНКОВ
В.И.ВАГАНОВ
С.С.ВАРТАНЯН
П.А.ИГНАТОВ
М.А.КОМАРОВ
М.М.КОНСТАНТИНОВ
А.И.КРИВЦОВ, зам. главного редактора
В.В.КУЗНЕЦОВ
Н.К.КУРБАНОВ
Е.В.МАТВЕЕВА
Г.А.МАШКОВЦЕВ
Н.И.НАЗАРОВА, зам. главного редактора
Г.В.РУЧКИН
Ю.Г.САФОНОВ
Г.В.СЕДЕЛЬНИКОВА
В.И.СТАРОСТИН



УЧРЕДИТЕЛЬ

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
Роснедра
МНР России**

Издается при участии

Международной академии минеральных ресурсов,
Фонда им. академика В.И.Смирнова

Москва ЦНИГРИ 2006

Редакция: Н.И.Назарова, Г.В.Вавилова
Компьютерный набор, верстка и оригинал-макет: Г.В.Земскова, Н.И.Назарова

Сдано в набор 14.03.06
Подписано в печать 21.04.06
Тираж 400 экз.

Формат 60×88 1/8
Бумага офсетная № 1
Печать офсетная

Адрес редакции: 117545, Москва, Варшавское шоссе, 129, корп. 1, ЦНИГРИ
Телефон: 315-28-47
Факс: 313-18-18
E-mail: tsnigri@tsnigri.ru
Типография ЦНИГРИ: Варшавское шоссе, 129, корп. 1

Минерально-сырьевая база России**Russian mineral base**

Ледовских А.А.
Итоги работы Роснедра по геологическому изучению недр 5

Ledovskikh A.A.
Geological results of Rosnedra (Russian Federal Agency of Subsoil Use)

Бавлов В.Н.
Итоги работ Роснедра на твердые полезные ископаемые в 2005 г. и задачи на 2006 г. 7

Bavlov V.N.
Results of Rosnedra activity on non-fuel minerals in 2005 and tasks for 2006

Таракановский В.И.
Старатели и перспективы развития золотодобывающей промышленности России 17

Tarakanovsky V.I.
Artisanal miners and prospects of Russian gold mining

Карпенко И.А., Мигачев И.Ф., Михайлов Б.К., Петраш Н.Г.
Современная геолого-экономическая оценка месторождения Сухой Лог 22

Karpenko I.A., Migachev I.F., Mikhailov B.K., Petrash N.G.
Modern feasibility study of Sukhoi Log deposit

Строение рудных месторождений**Structure of ore deposits**

Аристов В.В., Тихонова Н.В., Орлова Г.Ю., Соловьев К.В.
Кимпиче — новое сереброрудное месторождение в Западном Верхоянье 28

Aristov V.V., Tikhonova N.V., Orlova G.Yu., Solovyov K.V.
Kimpiche — a new silver deposit in the East Verkhoyansk area

Рафаилович М.С., Лось В.Л.
Месторождения золота акбакайского типа: минералого-геохимическая зональность, распределение золота, прогнозно-поисковая модель 41

Rafailovich M.S., Los V.L.
Akbakai-type gold deposits: mineralogical and geochemical zoning, gold distribution, prognostic-prospecting model

Прусакова Н.А.
Глубинная структура Зимнебережного кимберлитового поля, Архангельская область 53

Prusakova N.A.
Deep structure of Zimneberezhnoye kimberlite field, Arkhangelsk region

Мазуров А.К., Боярко Г.Ю., Емешев В.Г., Комаров А.В.
Перспективы освоения Бакчарского железорудного месторождения, Томская область 64

Mazurov A.K., Boyarko G.Yu., Yemeshev V.G., Komarov A.V.
Development prospects for Bakcharskoye iron deposit, Tomsk region

Комплексное использование минерального сырья**Complex mineral use**

Романчук А.И., Кошель Д.Я., Ивановская В.П.
Получение медных концентратов из комплексных растворов выщелачивания глубоководных железомарганцевых конкреций 71

Romanchuk A.I., Koshel D.Ya., Ivanovskaya V.P.
Copper concentrate production from complex leaching solutions of deepsea ferromanganese nodules

Новости, информация**News, information**

Беневольский Б.И., Волчков А.Г.
Международная конференция Ассоциации
поисковиков и геологоразведчиков Канады –
PDAC 2006 (Торонто, Канада)

Benevolsky B.I., Volchkov A.G.
International conference of the Prospectors and
Developers Association of Canada – PDAC 2006
(Toronto, Canada)

77

Поздравляем с юбилеем**Congratulations on anniversary**

Б.И.Беневольского, О.С.Набровенкова

80 B.I.Benevolsky, O.S.Nabrovenkov

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА РОССИИ

УДК 553 (470+571)

© А.А.Ледовских, 2006

ИТОГИ РАБОТЫ РОСНЕДРА ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ НЕДР*

А.А.Ледовских (руководитель Роснедра МПР России)

Прошедший год был для Федерального агентства по недропользованию МПР России довольно напряженным, тем не менее, проделана большая, достаточно результативная работа. Есть и проблемы, которые предстоит решать в 2006 г.

В 2005 г. распоряжением Правительства Российской Федерации досрочно завершена реализация подпрограммы «Минерально-сырьевые ресурсы» федеральной целевой программы «Экология и природные ресурсы России, 2002–2010 годы», отсутствие должного финансирования которой и привели к ее закрытию. С этого же года практически все объемы геологоразведочных работ, выполняемых за счет средств субъектов Федерации, переданы на федеральный уровень. Вследствие этого почти в два раза увеличилось общее число объектов геологоразведочных работ и объемы их финансирования.

Суммарное финансирование геологоразведочных работ из всех источников составило более 84 млрд. руб., в том числе из средств федерального бюджета 10,7 млрд. руб., из бюджетов субъектов Федерации 2 млрд. руб. и из внебюджетных источников, в основном средств недропользователей, более 74 млрд. руб.

Несмотря на значительное увеличение масштабов работ, удалось сконцентрировать основное внимание на изучении объектов и проблем федерального значения, что обеспечило получение положительных результатов геологоразведочных работ. Этому способствовало также и то, что впервые за последние годы финансирование работ было открыто уже в феврале 2005 г. В прошедшем году Федеральное агентство проводило работы на 702 объектах.

Основная часть выделенных средств была направлена на финансирование геологоразведочных работ по углеводородному сырью (4,5 млрд. руб.) и твердым полезным ископаемым (3,4 млрд. руб.). Финансирование работ общегеологического и специального назначения составило 2,3 млрд. руб., прочих — 0,5 млрд. руб. В целом геологоразведочные работы 2005 года характеризуются достаточно высокой результативностью.

В рамках региональных геологических исследований обеспечен значительный прирост геолого-геофизической изученности территории страны, Арктики и Антарктики. Выявлены и обоснованы 49 перспективных площадей для осуществления последующих стадий прогнозно-поисковых работ. Получены данные, позволяющие поставить вопрос о расширении внешних границ континентального шельфа Российской Федерации и, как следствие, увеличить ресурсный потенциал углеводородов в Арктике.

Приоритетными направлениями работ на нефть и газ были территории Сибирского и Уральского федеральных округов, а также акватории морей, прежде всего, арктического шельфа. В результате локализованы прогнозные ресурсы углеводородов в объеме 4,2 млрд. т, выявлены 37 перспективных структур на акваториях арктического шельфа. К лицензированию подготовлены участки недр общей площадью более 215 тыс. км².

Положительные результаты получены и недропользователями. Впервые прирост запасов газа превысит объемы его добычи, ожидается увеличение прироста запасов нефти и конденсата на 65 млн. т.

* Доклад на заседании Коллегии Федерального агентства по недропользованию, 21 марта 2006 г., г. Москва.

Основные объемы работ на твердые полезные ископаемые были направлены на поиски высоколиквидных и дефицитных металлов, таких как золото, уран, хром, марганец.

В первую очередь необходимо отметить новые перспективные находки в Северном Забайкалье. Это позволит кардинально изменить критическую ситуацию с запасами урана в стране.

Выявление новых золоторудных провинций на Алтае, Северном Кавказе и в Приморском крае, а также переоценка золотоносности Магадана и Якутии значительно расширят перспективы увеличения объемов золотодобычи в России.

Освоение новых титан-циркониевых россыпных месторождений на Ставрополье позволит полностью освободиться от импортных поставок этого вида сырья.

Определенных успехов добились недропользователи: прирост запасов золота может почти вдвое превысить объемы его добычи, чего не было уже около 15 лет.

В целом геологоразведочные работы 2005 года характеризуются достаточно высокой эффективностью вложения средств федерального бюджета — 460 руб. прироста ценности недр за счет локализации прогнозных ресурсов полезных ископаемых на 1 руб. затрат.

В текущем году почти в 1,5 раза увеличено финансирование геологоразведочных работ и, как следствие, их объемы. Определены основные направления и территории для выделения средств федерального бюджета. По видам полезных ископаемых приоритеты, как и в прошедшем году, сохраняются за углеводородным сырьем и твердыми полезными ископаемыми. Работы на нефть и газ будут продолжены на территории Уральского и Сибирского федеральных округов, включая Республику Саха (Якутия), а также на шельфах арктических и дальневосточных морей. Главное внимание будет уделяться подготовке к лицензированию участков недр, примыкающих к трассам строительства будущих нефтегазопроводов в Восточной Сибири.

В части твердых полезных ископаемых планируется значительное увеличение финансирования работ на черные металлы в Приполярном и Полярном Урале для создания новой сырьевой базы горно-металлургического комплекса.

Пересмотрены направления работ на уран с переориентацией на Сибирский федеральный округ.

Будут проводиться работы на калийные соли (Калининградская область), железные и марганцевые руды и уголь (Ханты-Мансийский округ), урановое сырье и титан-циркониевые россыпи (Республика Калмыкия), платиносодержащие хромовые руды (Чукотка), а также оценка золоторудного потенциала Таймыра.

В 2006 г. планируется активизировать работу в сфере лицензирования пользования недрами. Особое внимание будет уделено вопросам лицензирования участков недр, перспективных на углеводородное сырье в Восточной Сибири, в том числе Республике Саха (Якутия).

Назовем основные проблемы, мешающие Агентству полноценно решать возложенные на него задачи.

Прежде всего, это касается вопроса численного и качественного состава работников Агентства и его территориальных органов, который стал более осязательным при увеличении финансирования и объемов работ. Особенно хочется остановиться на производственном потенциале геологической отрасли, необходимом для решения геологических задач федерального уровня. Многочисленные реорганизации и непродуманное реформирование отраслевых предприятий привели к ряду негативных последствий: потере федеральной собственности, являющейся опорной базой для решения вышеуказанных задач, производственного потенциала, уникальной научно-технической базы, опытных кадров. В результате в ведении Роснедра на настоящий момент сохранились всего 22 федеральных государственных унитарных предприятия и четыре учреждения. Попытки активизировать передачу необходимых предприятий в ведение Роснедра, предварительно сохранив их в государственной собственности, пока не имеют последствий. Среди них остаются такие базовые для отрасли предприятия, как «Волгагеология», «Кавказгеолсъемка», «Запсибгеолсъемка», «ЦНИИГеолнедр», «ВНИГРИ», «НПЦ Недр» и др.

Вызывает озабоченность низкая привлекательность государственного заказа, убыточного для большинства предприятий из-за применения в расчетах устаревшей базы сметообразования.

Существующее законодательство не стимулирует привлечение средств недропользователей для финансирования работ по поискам и разведке полезных ископаемых. А без этого невозможно полноценное решение проблем воспроизводства минерально-сырьевой базы страны.

К нерешенным вопросам из-за несовершенства нормативно-правовой базы относятся:

• правомочность предоставления лицензий для совмещенного пользования недрами в акваториях континентального шельфа, территориального моря и внутренних морских вод;

• возможность предоставления прав пользования недрами на участках, залегающих ниже установленных границ горного отвода;

• процедура определения стартового разового платежа за предоставление права пользования недрами на аукционной (конкурсной) основе и др.

УДК 553 (470+571)

© В.Н.Бавлов, 2006

ИТОГИ РАБОТ РОСНЕДРА НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ В 2005 Г. И ЗАДАЧИ НА 2006 Г.*

В.Н.БАВЛОВ (заместитель руководителя Федерального агентства по недропользованию МПР России)

Оценивая результаты работ Роснедра в части твердых полезных ископаемых, напомним основные проблемы и задачи, которые стояли перед Агентством в начале 2005 г.

В сфере геологоразведочных работ по локализации и оценке прогнозных ресурсов значительно выросли объемы финансирования из средств государственного бюджета, удвоено число объектов исследований и, соответственно, увеличены объемы работ, а также конкретизированы задачи по локализации и оценке прогнозных ресурсов различных видов полезных ископаемых (рис. 1).

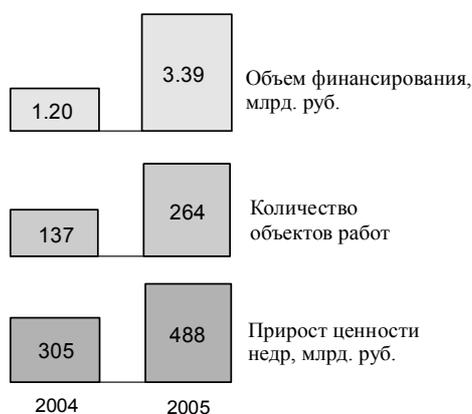


Рис. 1. Основные показатели геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые за счет средств федерального бюджета в 2004–2005 гг.

В сфере геологоразведочных работ по воспроизводству запасов полезных ископаемых работа недропользователей по приросту запасов большинства видов полезных ископаемых в целом была неэффективной; темпы роста частных инвестиций не-

достаточны и неадекватны общему количеству действующих лицензий (более 4,5 тыс.).

В сфере государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и проектно-технической документации на их отработку отсутствуют нормативная база по стоимостной оценке минерально-сырьевых ресурсов, а также механизм государственной экспертизы запасов и проектов отработки месторождений полезных ископаемых.

Произошла длительная приостановка процесса лицензирования прав пользования недрами. Излишне усложнен механизм выдачи лицензий на право пользования недрами с целью геологического изучения за счет средств недропользователей. Не решен вопрос предоставления права пользования недрами по факту открытия месторождения. Отсутствует система эффективного контроля за деятельностью компаний на всех стадиях геологоразведочного процесса. Не отрегулированы отношения по разделению полномочий Роснедра и его территориальных органов.

К позитивным изменениям относятся своевременное открытие федерального финансирования и его стабильность на протяжении всего года, которые способствовали эффективности работ по локализации и оценке прогнозных ресурсов. При этом, несмотря на значительное увеличение числа изучаемых объектов и объемов работ, удалось не только сохранить рациональную технологическую последовательность поисков на объектах федерального уровня, но и усилить контроль за их качеством на основе научно-методического сопровождения.

Как видно на рис. 2, фактические финансовые показатели 2005 года в основном соответствуют «Долгосрочной государственной программе...», лишь в некоторых деталях отличаясь от установленных цифр по отдельным видам полезных иско-

* Доклад на заседании Коллегии Федерального агентства по недропользованию, 21 марта 2006 г., г. Москва.

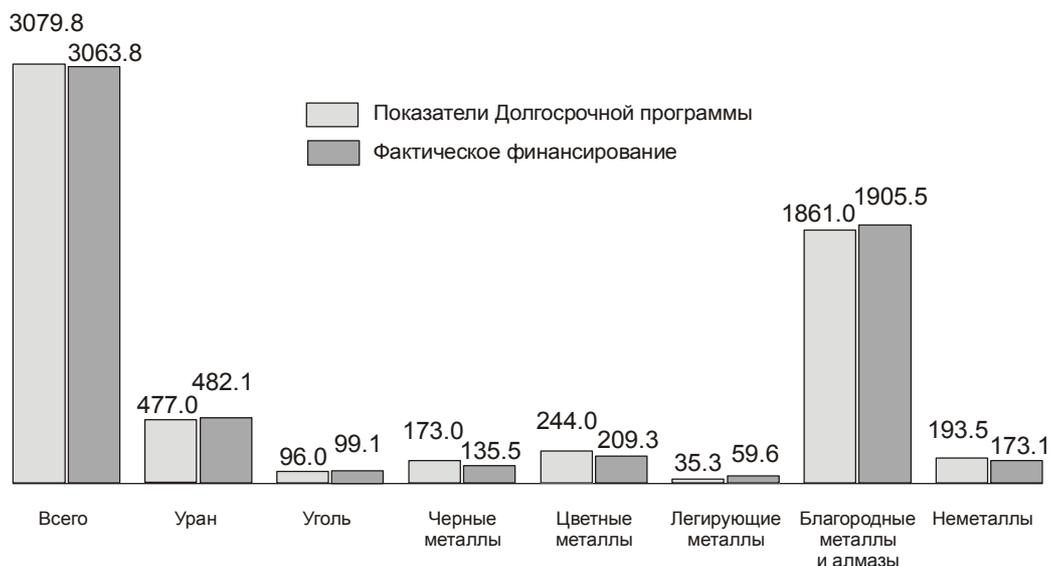


Рис. 2. Выполнение основных финансовых показателей геологоразведочных работ 2005 года за счет средств федерального бюджета, млн. руб.

паемых, что связано с неизбежной корректировкой планов по оперативным данным.

Работы за счет средств федерального бюджета производились на 264 объектах на 28 видов твердых полезных ископаемых, из которых 17 относятся к стратегическим.

Структура затрат по видам полезных ископаемых соответствует направлениям «Долгосрочной государственной программы...» и конъюнктуре лицензируемых участков недр. То есть приоритетными являлись высоколиквидные (золото, серебро, платиноиды, алмазы, медь) и остродефицитные (хромовые, марганцевые руды, урановое сырье, некоторые виды

неметаллов) виды сырья; на уровне необходимого присутствия оставались работы на редкие металлы, большинство неметаллов, уголь (рис. 3).

Среди федеральных округов объемы работ были распределены в соответствии с их минерагеническим потенциалом, инфраструктурой и традиционным профилем развития экономики. Лидируют Сибирский и Дальневосточный округа (70%) с явным преобладанием доли работ на благородные металлы, далее следуют Уральский и Приволжский (17%), в основном на медноколчеданные, золоторудные объекты и объекты дефицитных нерудных полезных ископаемых (рис. 4).

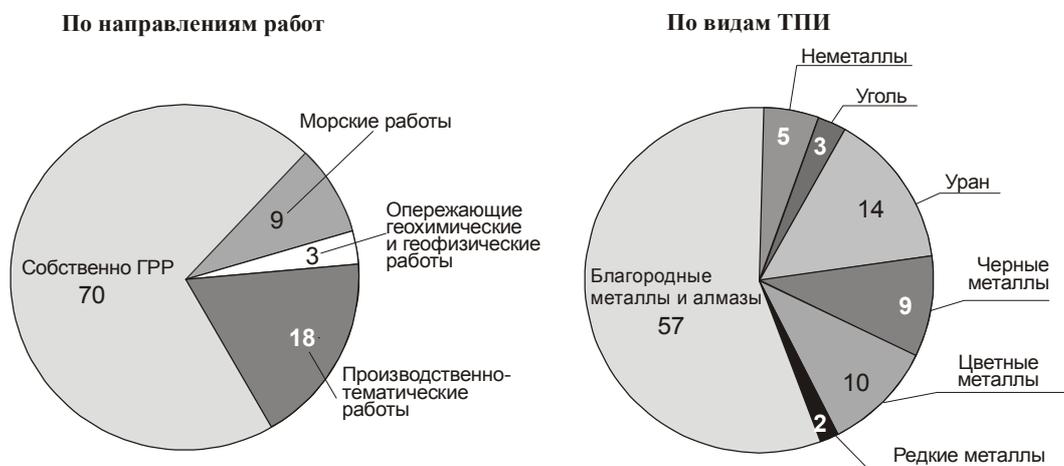


Рис. 3. Структура затрат на ГРП на твердые полезные ископаемые в 2005 г., %

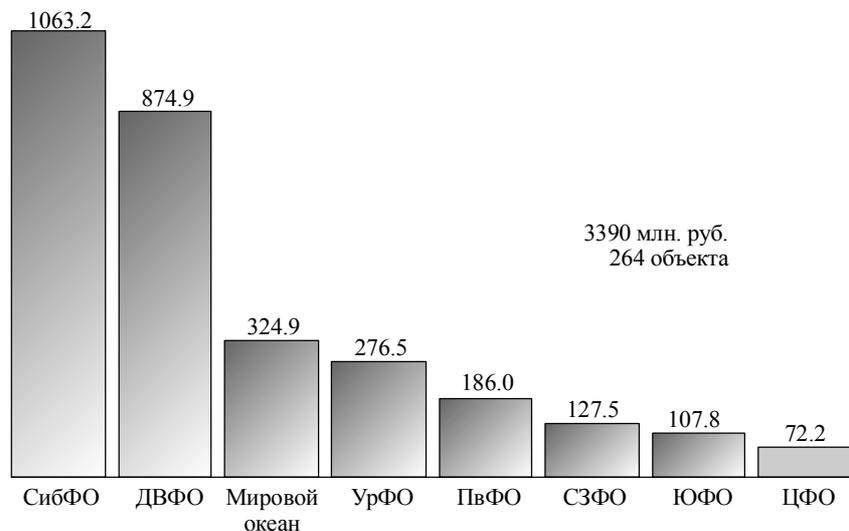


Рис. 4. Распределение средств федерального бюджета на ГРР на твердые полезные ископаемые среди федеральных округов и в Мировом океане в 2005 г., млн. руб.

Распределение средств между субъектами Федерации отражает их доказанный потенциал, вклад в формирование федерального бюджета, социально-экономические и геополитические аспекты. Около 45% всех ассигнований на твердые полезные ископаемые сконцентрированы в шести субъектах: Республике Саха (Якутия), Красноярском крае, Республике Бурятия, Магаданской, Иркутской, Читинской областях. Повышенный интерес к минерально-сырьевым ресурсам этих субъектов проявляет и горный бизнес, что свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности их недр.

Принципиально важным результатом работ 2005 года являются обоснование новых и переоценка известных рудно-металлогенических зон и районов, реализация потенциала которых может существенно улучшить ситуацию в минерально-сырьевом комплексе страны по отдельным видам полезных ископаемых. В первую очередь необходимо отметить новые перспективные находки в Северо-Забайкальском урановорудном районе. Обоснование новых золоторудных провинций и зон на Алтае, Северном Кавказе, в Приморском крае и переоценка с новых позиций потенциалов золотоносности Якутии и Магаданской области значительно расширяют перспективы увеличения объемов золотодобычи в России (рис. 5).

Освоение новых россыпных месторождений в Ставропольской титан-циркониевой провинции, на-

ряду с известными, позволит полностью освободиться от импортных поставок данного вида сырья. Эти открытия в комплексе с новыми данными по коренной золотоносности Северного Кавказа и Ростовской области позволяют рассматривать вопрос о реализации концепции создания на юге России, в одном из наиболее социально-напряженных регионов, нового территориально-промышленного комплекса.

Обоснование масштабности Забайкальской сурьмянорудной провинции открывает перспективы для создания здесь крупного горно-металлургического предприятия, способного полностью удовлетворить внутренние потребности в этом стратегическом сырье.

Плановые задания по локализации и оценке прогнозных ресурсов различных полезных ископаемых выполнены, и по итогам года в процесс лицензирования будут вовлечены в разработку порядка 40–50 перспективных участков недр.

Оценивая результативность поисковых работ на твердые полезные ископаемые, отметим достаточно высокую их эффективность, полученную благодаря оптимальному планированию работ в предыдущие три года, тщательному научному обоснованию участков и площадей, вовлекаемых в изучение, и хорошей работе предприятий-подрядчиков (рис. 6).

Вместе с тем, в числе стабильно нерешаемых проблем остается задача поисков рентабельных

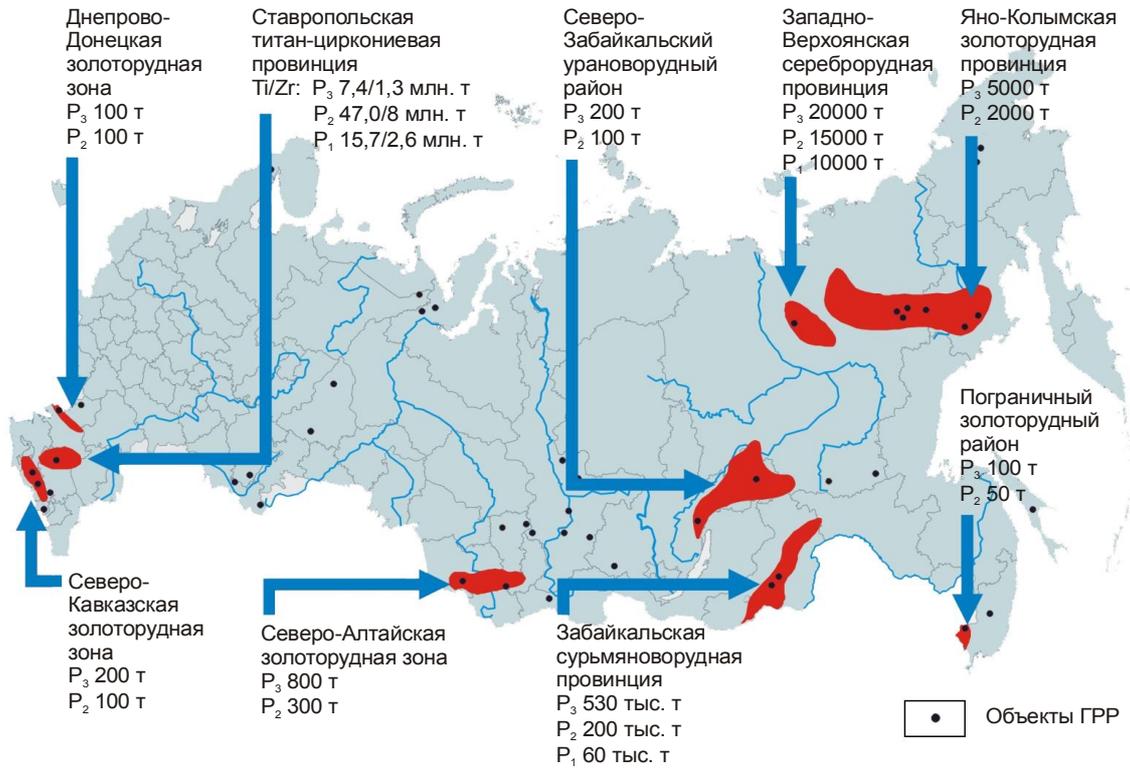


Рис. 5. Основные результаты поисковых работ на твердые полезные ископаемые в 2005 г.

месторождений хромовых и марганцевых руд, уранового сырья, ряда нерудных полезных ископаемых, потребность в которых покрывается в основном за счет импорта. Специалистам в регионах следует обратить внимание на необходимость тща-

тельного анализа и оценки возможностей подконтрольных территорий в этом плане.

Планирование геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые за счет средств федерального бюджета на 2006 г. развивает основные

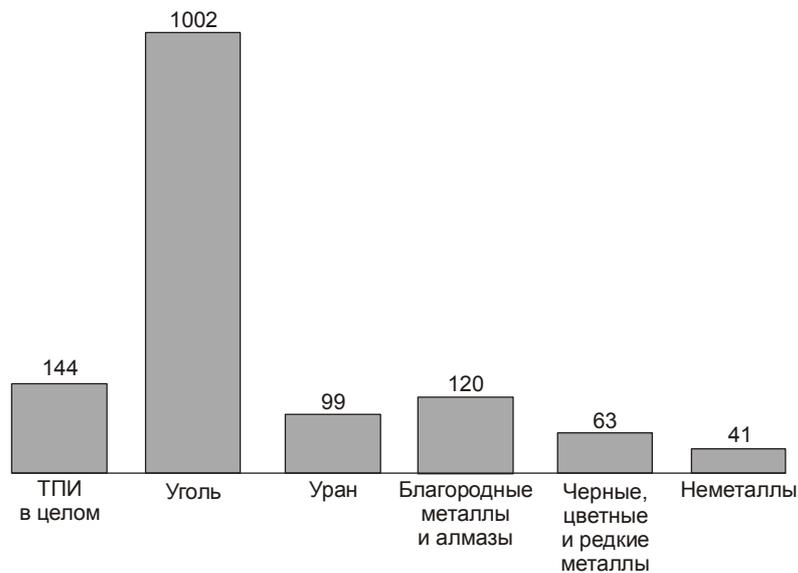


Рис. 6. Экономическая эффективность вложений средств федерального бюджета в воспроизводство минерально-сырьевой базы в 2005 г.

направления, обеспечивающие решение задач «Долгосрочной государственной программы...». На эти цели государством выделено 5,2 млрд. руб. Работы будут проводиться на 297 объектах, в том числе на 91 новом. Таким образом, при увеличении ассигнований более чем в полтора раза предпочтение отдано не росту числа объектов (в 2005 г. их было 264), а существенному повышению поисковой нагрузки на каждом из них. Адекватное увеличение средств на геологоразведку ожидается и от недропользователей (рис. 7).

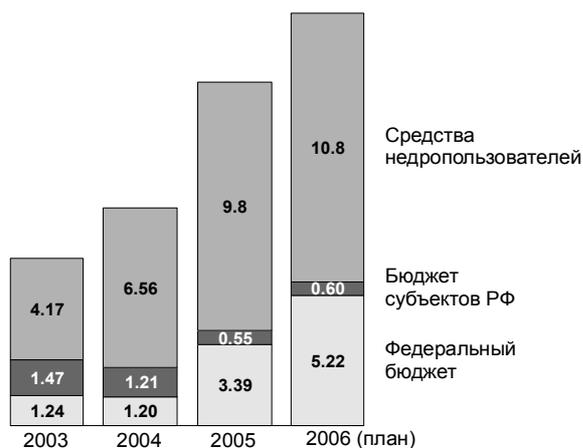


Рис. 7. Динамика финансирования ГРР на твердые полезные ископаемые в 2003–2006 гг., млрд. руб.

Сохраняя в целом структуру затрат по видам полезных ископаемых, предстоит продолжить изучение известных и вновь выявленных минералогических структур с акцентом на решение задач федерального уровня.

Существенный (с 9 до 14%) рост ассигнований на поиски черных металлов обусловлен необходимостью создания минерально-сырьевой базы на Полярном Урале для горно-металлургического комплекса промышленного Урала и обеспечения загрузки проектируемой железной дороги, связывающей эти регионы (рис. 8). Естественно, что в связи с этим возрастет (с 9 до 16%) доля затрат на поиски в Уральском федеральном округе, тогда как по остальным регионам соотношение затрат к 2005 г. существенных изменений не претерпит (рис. 9).

В 2006 г. спектр изучаемых видов полезных ископаемых расширится за счет работ на железные руды, стронций и литий, а также группы неметаллов. Расширится и география исследований — в списке новых субъектов появились Калининградская область (калийные соли), Ханты-Мансийский АО (железные, марганцевые руды, уголь), Республика Калмыкия (урановое сырье, титан-циркониевые россыпи), Томская область (железные руды). После длительного перерыва возобновились работы на цветные металлы в Приморье и на Алтае, на олово, сурьму — в Якутии, увеличились объемы исследований на платиноиды в Мурманской области и Карелии, на алмазы — в Карелии, впервые начнутся работы по оценке золоторудного потенциала Таймыра и россыпной платиноносности районов развития траппов в Восточной Сибири. Очень важно, что с 2006 г. запланирована переоценка золотоносности южного складчатого обрамления Сибирской платформы, направленная на выявление новых крупных месторождений сухоложского и олимпиадинского типов.

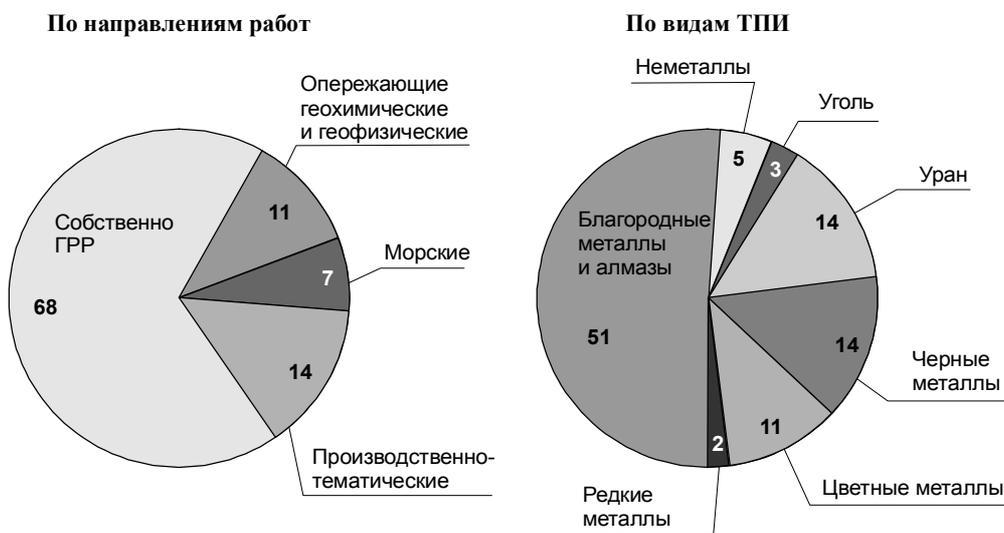


Рис. 8. Структура затрат на ГРР на твердые полезные ископаемые в 2006 г., %

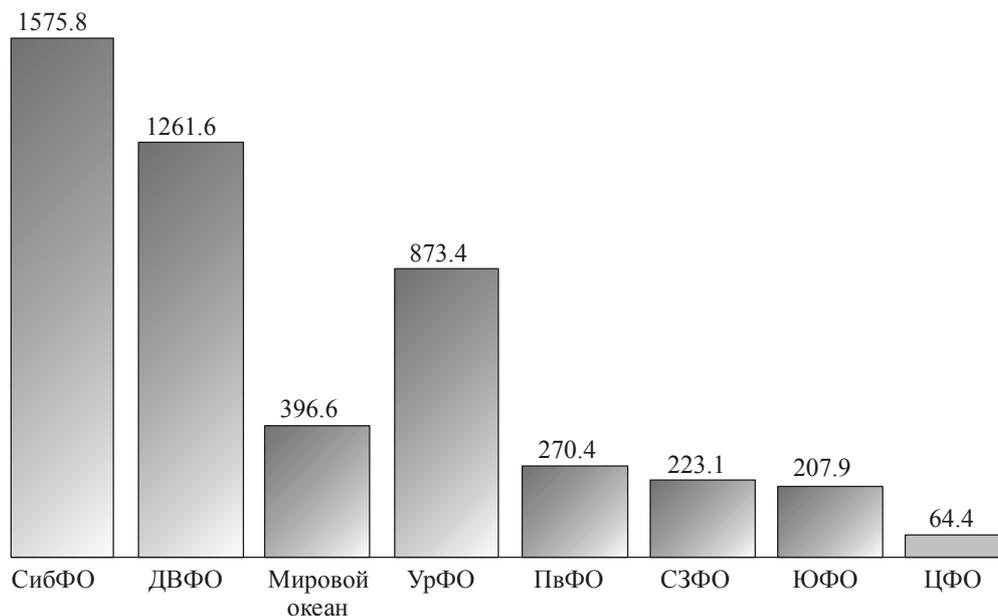


Рис. 9. Распределение средств федерального бюджета на ГРР на твердые полезные ископаемые среди федеральных округов и в Мировом океане в 2006 г., млн. руб.

Масштабность и напряженность планов геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые в рамках федеральной программы 2006 года очевидны. Расчет показателей ожидаемого прироста ценности недр за счет всех видов полезных ископаемых показывает, что по сравнению с 2005 г. он увеличится на 65%. Как видим, здесь ситуация вполне закономерна, постоянно контролируется и зависит только от кадровой составляющей и ритмичности финансирования геологоразведочных работ, т.е. от работы всех геологических организаций.

Анализ ситуации в сфере воспроизводства запасов полезных ископаемых показывает, что и в этом направлении наметились некоторые позитивные тенденции. По данным территориальных органов, в 2005 г. в полтора раза (с 6,6 до 9,8 млрд. руб.) увеличился объем частных инвестиций в геологоразведочные работы на твердые полезные ископаемые, в том числе 75% — на благородные металлы и алмазы. Появились и положительные результаты: впервые за последние 15 лет в стране получены значительные приросты запасов золота, практически вдвое превышающие объемы его добычи (рис. 10). Прежде всего, это связано с учетом запасов золота месторождений Благодатное в Красноярском

крае и Купол в Чукотском АО. Также в полном объеме компенсированы приростом запасов уровни добычи по алмазам и меди.

Полученные приросты золота не случайность. Они означают начало большого роста в рамках той идеологии, которая была заложена в программах наших исследований еще пять лет назад. Сделав ставку на финансирование работ по выявлению крупнообъемных месторождений, государство одновременно встретило поддержку и взаимопонимание со стороны ряда крупных отечественных компаний, обративших внимание на необходимость решения вопросов их эффективного освоения. Психологический фактор, связанный с разработкой месторождений этого нового для России типа, уже преодолен. Появился собственный экономически оправданный технический и технологический опыт, в частности, на Олимпиадинском месторождении, а также на месторождениях Урала, Амурской области, юга Якутии, Алтая, Башкирии и др. К аналогичным результатам в ближайшие годы придут горнодобывающие компании на ряде месторождений Чукотки, Колымы и Якутии.

Можно не сомневаться, что только за счет разработки и переоценки по модели крупнообъемной добычи двух отечественных золоторудных гиган-

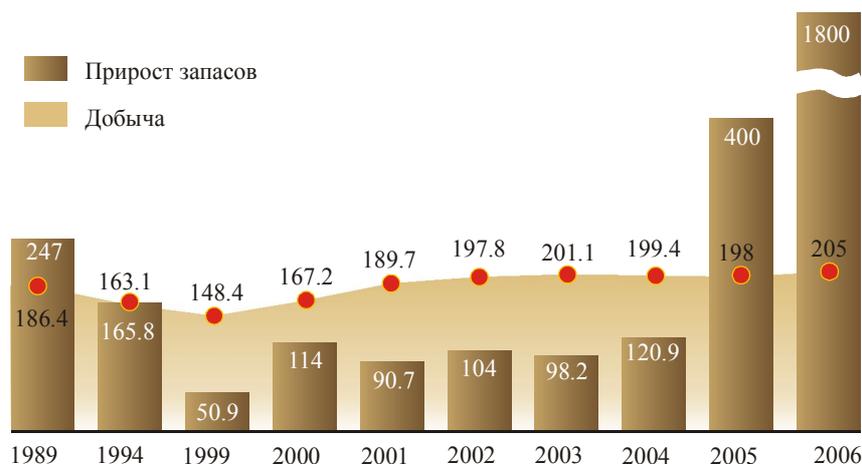


Рис. 10. Динамика добычи и прироста запасов золота в России, т

тов — Наталкинского и Сухоложского месторождений — за короткий срок в России будет обеспечен прирост запасов золота (около 1800 т), практически полностью компенсирующий их убыль за предшествующий десятилетний период. Ввод же в освоение только этих двух объектов позволит нарастить добычу золота в стране на одну треть (рис. 11)!

Наряду с названными месторождениями, сегодня в стадии геологоразведки находится еще ряд подобных объектов на востоке Якутии, в Магадан-

ской и Иркутской областях, Красноярском крае. Реализация их потенциала обеспечивает расширенное воспроизводство минерально-сырьевой базы золота в России.

Таким образом, для эффективного решения вопросов воспроизводства МСБ при низком качестве существующих запасов большинства видов полезных ископаемых следует обратить внимание, с одной стороны, на создание условий эффективного взаимодействия государства и крупного бизнеса, а

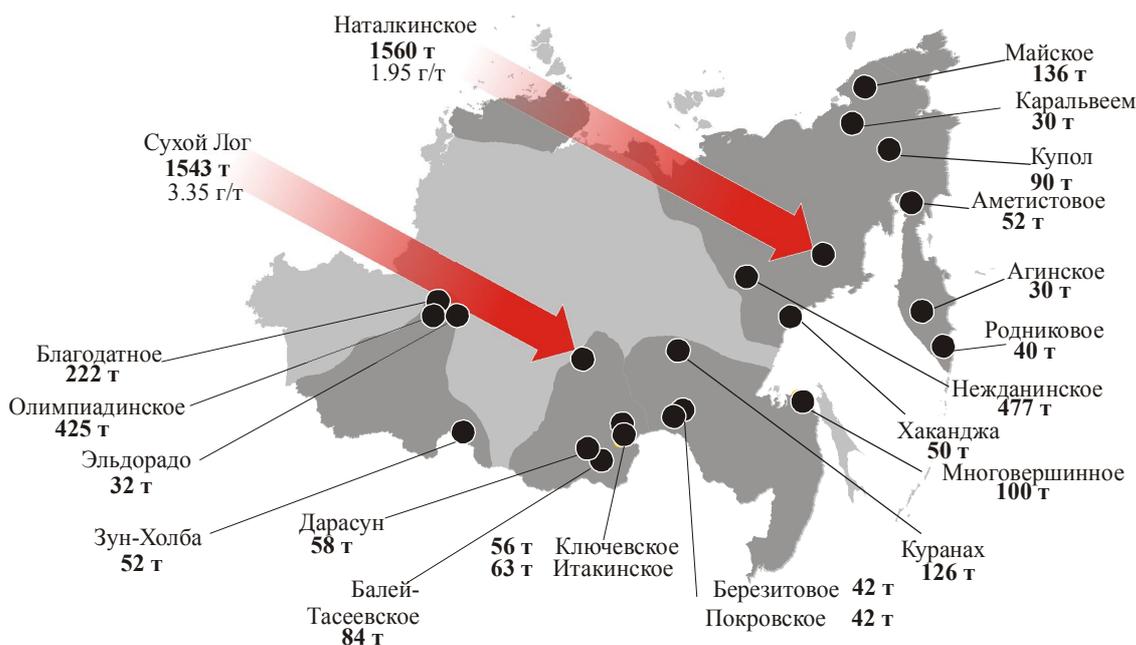


Рис. 11. Наталкинское и Сухой Лог — крупнейшие месторождения золота:

полу жирные цифры — запасы, т; светлые — содержание, г/т

с другой — на необходимость широкого развития исследований в области новых технологий добычи и переработки руд различных металлов на всех стадиях разработки месторождений. Иного пути оживления омертвленных запасов по большинству видов полезных ископаемых, созданных в значительном объеме в практически неконкурентной среде советского периода, просто не существует!

В течение 2005 года проблема государственной экспертизы запасов решалась крайне неудовлетворительными темпами. В связи с этим вполне резонны многочисленные претензии недропользователей, чьи материалы не рассматривались длительное время. Так или иначе, полноценная работа государственной экспертизы была организована только в самом конце года. Еще более сложная ситуация сложилась вокруг проблемы государственной экспертизы проектов разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Только из-за межведомственной несогласованности эта система не только не начала работать, но и плавно перешла на 2006 г.

Основные задачи в сфере государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и проектов на их отработку представляются следующими:

разграничение полномочий Роснедра и его территориальных органов;

создание механизма государственной экспертизы проектов разработки месторождений твердых полезных ископаемых;

разработка методики стоимостной оценки месторождений и участков недр;

актуализация балансовой принадлежности запасов нераспределенного фонда недр.

Достаточно сложно обстоит дело со стоимостной оценкой месторождений и участков недр, передаваемых в пользование, которая является основой для определения разовых платежей при лицензировании.

В числе важнейших государственных задач — необходимость актуализации балансовых запасов нераспределенного фонда недр применительно к современным экономическим условиям. К сожалению, длительное время из-за недостатка финансирования, гибких подходов к геолого-экономической оценке и необходимого инструментария с использованием современных технологий невозможно приступить к решению этой важнейшей задачи по оценке минерально-сырьевого потенциала страны. При этом главная задача деятельности ФГУ «ГКЗ» состоит в организационно-методическом обеспечении системы государственной экспертизы, а основную работу по экспертизе запасов, особенно в части оперативного учета, можно решать в его территориальных филиалах. Работа по организации их деятельности в основном близка к завершению.

В вопросах лицензирования недр также имеются определенные успехи (рис. 12). Так, в 2005 г. проведено 637 аукционов и конкурсов; по сравнению с 2004 г. и 2003 г. их количество увеличилось соответственно вдвое и в 5,5 раз. По их результатам выдана 451 лицензия. Две трети состоявшихся аукционов и конкурсов — на благородные металлы и алмазы.

И, несмотря на то что в основном из-за неудовлетворительной работы территориальных органов 30% объявленных аукционов не состоялось, в целом результаты прошедшего года подтвердили высокую заинтересованность недропользователей в получении новых участков недр. Суммарные разовые платежи по проведенным аукционам составили 21,4 млрд. руб., что в 8 раз превышает уровень 2004 г. и более чем в 700 раз уровень 2002 г.; 63% платежей приходится на уголь.

Другим важным направлением в области лицензирования является решение вопросов предоставления прав пользования участками недр для геологического изучения за счет средств недропользователей. В 2005 г. после утверждения порядка рассмотрения заявок работа в этом направлении возобновилась, и выдана 131 лицензия.

Несмотря на то что в 2005 г. формально была восстановлена работа по рассмотрению заявок на разведку и добычу полезных ископаемых при установлении факта открытия месторождений, она ведется крайне неудовлетворительно из-за отсутствия согласованности действий Роснедра, МПР и Минэкономразвития. В результате за прошедший год Федеральным агентством не выдано ни одной лицензии.

За невыполнение условий пользования недрами досрочно прекращено право пользования по 364 лицензиям. И это можно расценивать как начало работы, в том числе совместно с Росприроднадзором.

Вместе с тем, говоря о лицензировании и низкой эффективности работы большинства недропользователей в части воспроизводства МСБ, заметим, что им переданы и передаются в пользование громадное количество самых лучших из известных участков недр. Взамен не получено не только эффективного воспроизводства запасов по большей части полезных ископаемых, но и, по сути, замораживается сам процесс геологического изучения территории России. Многие лицензии отозваны в связи с неисполнением лицензионных соглашений. Нет результатов планомерно завершаемых лицензий на геологическое изучение в 2005 г. В чем геологическая новизна проведенных исследований? Что произошло с теми прогнозными ресурсами, которые были переданы компаниям на начало действия лицензий — перешли ли они в запасы, повысили ка-

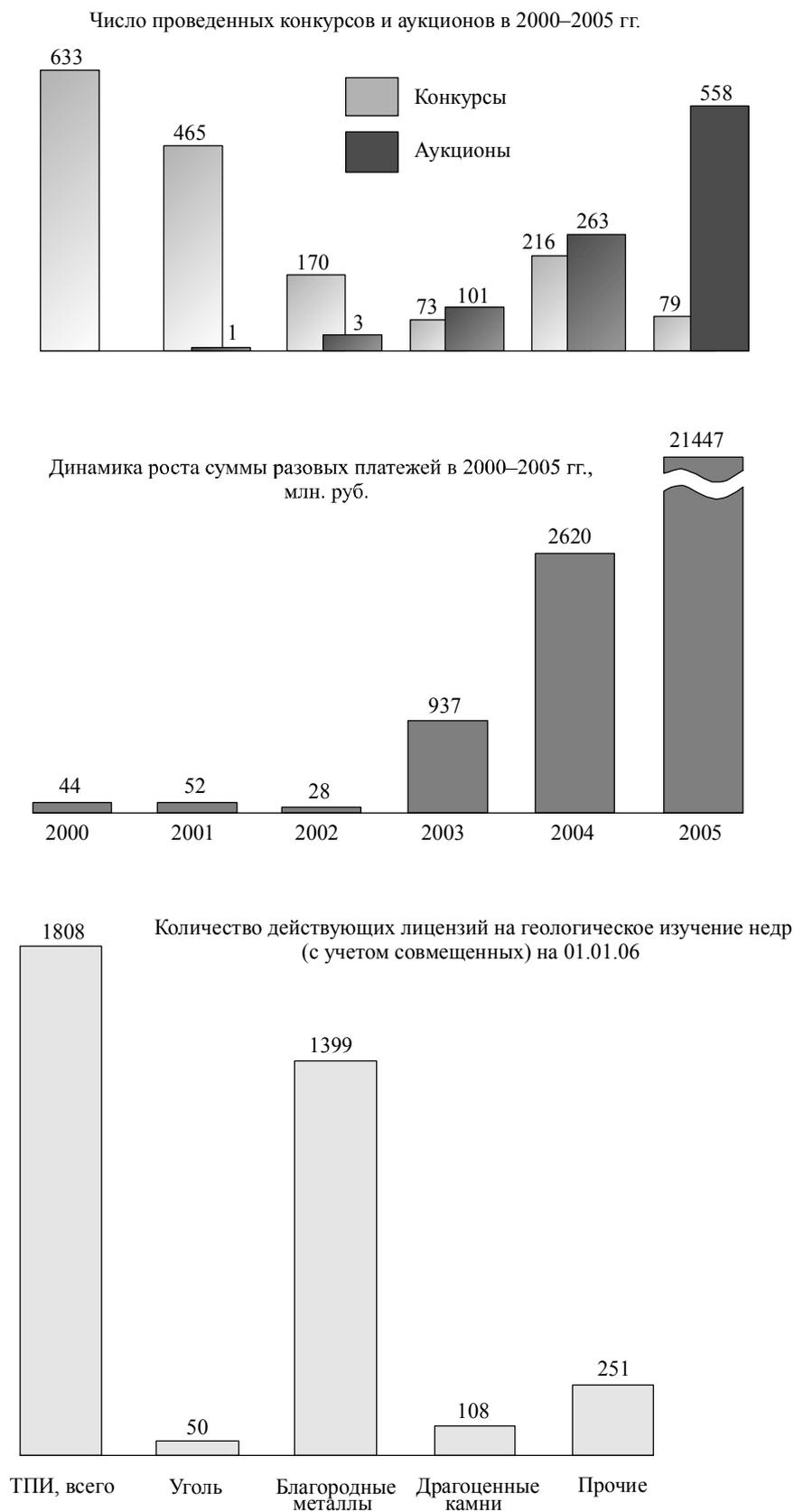


Рис. 12. Лицензирование пользования недрами на твердые полезные ископаемые

тегории запасов или они не подтвердились? За всеми этими вопросами — информационный вакуум. Ни ярких сведений о новых геологических данных или хотя бы информации о качестве завершенных отчетов, ни адекватного количества выданных свидетельств о факте открытия новых месторождений, ни грамма апробированных в установленном порядке прогнозных ресурсов! Может быть, прав губернатор Кемеровской области Аман Тулеев, призвавший свернуть кампанию по предоставлению прав пользования недрами в своем субъекте, и не правы те, кто, наоборот, наращивают этот процесс год от года? Во всяком случае, давая возможность компаниям вести прибыльный бизнес, государство вправе и обязано организовать системность исследований и контроль за производством ГРП и ни в коем случае не допускать существующие хаотичность и нерезультативность.

Серьезное беспокойство вызывает огромный объем лицензирования, который планируется на 2006 г. — более 1000 аукционов и около 300 объектов на геологическое изучение за счет средств недропользователей. С одной стороны, можно только приветствовать активность территориальных органов, субъектов Федерации и недропользователей, которые ежегодно наращивают объемы лицензирования. Однако качество представляемых материалов для формирования перечней лицензирования в целом низкое. Тем не менее, все перечни рассмотрены, абсолютное их большинство утверждено. Надеемся, что подготовка аукционных материалов идет полным ходом, и за оставшиеся девять месяцев территориальные органы и центральный аппарат осилят заявленный объем работы. За ее ходом будут установлены жесткий контроль и спрос.

Руководителям всех уровней необходимо мобилизовать усилия на реализацию планов геологических работ текущего года и подготовку обоснованных предложений на 2007 г.

Основные текущие задачи территориальных органов:

- повышение качества и оперативности представления материалов по объектам госзаказа — от обоснований по постановке работ и геологических заданий до отчетных материалов;

- своевременное и качественное представление материалов для формирования перечней лицензирования;

- усиление контроля на всех стадиях геологоразведочных работ;

- анализ результатов геологического изучения недр за счет частных средств за последние пять лет.

Уровень и оперативность представляемых заказчику материалов постоянно снижаются. В основе этого лежит ряд объективных причин — неконкурентоспособность объектов госзаказа, «вымывающая» наиболее квалифицированных специалистов, старение лабораторно-аналитической и технической баз предприятий, осложнение связей с территориальными фондами геологической информации и т.д. Вместе с тем, именно неоперативность на всех уровнях приводит к несвоевременному представлению документации, определяющей правильное финансирование ГРП. В этой связи территориальные органы должны более ответственно отнестись к своим обязанностям и продуктивнее использовать с этой целью кадровые возможности своих территорий. Требования к качеству проводимых работ будут постоянно повышаться. Выделение больших средств на ГРП обязывает проявлять требовательность и к исполнителям госзаказа, особенно на стадиях производства полевых работ.

УДК 622.342.1 (470+571)

© В.И.Таракановский, 2006

СТАРАТЕЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ*

В.И.Таракановский (Союз старателей России)

Союз старателей России создан в 1989 г., в феврале 2006 г. ему исполнилось 17 лет. 19 декабря 2005 г. в Москве состоялся XIII съезд Союза старателей России.

22 ноября 2005 г. в Магадане под руководством Президента Российской Федерации В.В.Путина проведено совещание по вопросу о состоянии и перспективах развития золотодобывающей отрасли. 5 января 2006 г. по итогам совещания Президент подписал поручения Правительству и Центробанку.

На совещании В.В.Путин заявил, что обеспокоен положением золотодобывающей отрасли. «Очевидно, здесь есть разрыв между нашими потенциальными возможностями и реальной ситуацией. Это говорит о том, что мы обоснованно обратили внимание на проблемы золотодобычи». Он подчеркнул, что Россия «обладает значительными, поистине уникальными, запасами золота», а за последние годы получены геологоразведочные данные о наличии новых крупных золоторудных месторождений. Однако, занимая по разным оценкам примерно третье место в мире по запасам золота, мы пока остаемся на пятом месте по золотодобыче. Президент высказался за принятие налоговых мер, которые повысят привлекательность освоения труднодоступных месторождений полезных ископаемых: «Следует обсудить возможные, в том числе налоговые, меры рентабельности освоения отдаленных месторождений. Это касается не только золота, но и других полезных ископаемых, в том числе газа и нефти».

Президент отметил, что значительная часть золотоносных месторождений расположена в труднодоступных районах с плохо развитой инфраструктурой и это «существенно снижает коммерческую эффективность проектов в сфере золотодобычи». В связи этим он подчеркнул, что необходимо «выработать правовую и финансово-экономическую модель развития отечественной золотодобычи, кото-

рая обеспечит ее устойчивый рост, в том числе за счет освоения новых рудных месторождений». По его мнению, «государственное регулирование по целому ряду вопросов золотодобычи должно стать более гибким и более оперативным».

Роль государства в сфере изучения и разведки недр должна стать более значимой, заметил В.В.Путин, и попросил Министерство природных ресурсов представить соответствующие предложения, в том числе по реализации федеральных программ, научно-прогнозных и горно-буровых работ. Одновременно «должны быть созданы условия для привлечения к геологоразведке частных инвестиций и повышена заинтересованность самих горнодобывающих компаний в изучении и разведке недр». В золотодобыче необходимо создать такие экономические и правовые условия, которые позволят максимально использовать потенциал всех типов месторождений — коренных, россыпных и комплексных. Это позволит гарантировать занятость и повысить уровень жизни в регионах золотодобычи.

Президент признал, что для развития золотоносных месторождений необходимо продолжить строительство коммуникаций и энергетических сетей. Он призвал государственные и муниципальные власти, а также золотодобывающие компании «развивать эту инфраструктуру совместно, справедливо разделяя затраты и выгоды».

Существует острая необходимость государственного участия в регулировании цен на топливо и электроэнергию.

Каково же положение дел в золотодобывающей отрасли в настоящее время?

В 2002–2004 гг. добыча золота в России оставалась на одном уровне — немногим более 158 т в год, а в 2005 г. стала падать. За год она уменьшилась на 6,8 т по сравнению с 2004 г. при снижении общего производства на 12,5 т. По программе, кото-

* Доклад на VIII Международной конференции «Золотодобывающая промышленность России. Состояние и перспективы развития», Москва, 31.01–03.02.06.

рую провозгласило МПР в 2005 г., должны быть введены в производство 12 рудных объектов, но не введено ни одного. За эти годы добыча рудного золота составила до 55–56% общей годовой его добычи. В 2004 г. добыча золота из россыпных месторождений сократилась на 6 т (до 73 т в год).

За эти годы резко, почти в два раза, возросли стоимость горючесмазочных материалов, включая дизельное топливо, стоимость запасных частей, электроэнергия, транспортные тарифы. В 2006 г. ожидается дальнейший значительный (на 30–40%) рост стоимости электроэнергии и дизельного топлива.

Резко повысились также неналоговые нагрузки на предприятия. В начале 2005 г. МПР была сделана попытка обязать золотодобывающие предприятия, добывающие золото из россыпей, переводить земли лесного фонда в промышленные, а не оставлять их в качестве нелесных в составе земель лесного фонда. За перевод лесных земель в промышленные золотодобывающие предприятия должны были выплатить в марте-апреле 2005 г. более 9 млрд. руб. При отсутствии денег у золотодобывающих предприятий это означало банкротство всех предприятий, занятых добычей россыпного золота, и уменьшение добычи золота в России на 73 т. Банки кредитную линию на эти цели не открыли. В результате добыча золота в России могла бы сократиться почти в два раза. Лишь неимоверными совместными усилиями регионов, Государственной Думы, Совета Федерации, Совета Союза старателей России и Союза золотопромышленников удалось добиться перевода лесных земель в нелесные без вывода их из состава земель лесного фонда.

В августе 2004 г. в составе федерального закона № 122 были приняты поправки к закону «О недрах» (из почти 150 предложенных регионами поправок к нему не была принята ни одна). По принятым поправкам у регионов были отобраны все права (так называемый «второй ключ») по участию в выдаче лицензий на добычу золота и других полезных ископаемых (кроме общераспространенных). Помимо этого, была введена плата за рассмотрение материалов в ГКЗ (240 тыс. руб. за одно обращение), отменено возмещение всех ранее произведенных затрат на геологоразведочные работы при получении лицензий по праву первооткрывательства. Увеличились также и другие неналоговые платежи и сборы. В результате эти платежи стали достигать общей суммы налоговых платежей при добыче золота.

Предприятия в массе своей перестали заниматься геологоразведкой. В итоге даже артели, добывавшие 1 т золота в год и более, оказались на грани банкротства. Многие артели не стали вскры-

вать осенью торфа для добычи золота в 2006 г., занялись отработкой наиболее богатых участков месторождений, так как многие участки превратились в нерентабельные. Продолжалась негодная практика утверждения нормативов потерь при добыче золота и платины только в МПР. Лицензии на добычу золота МПР стало выдавать практически только на аукционной основе.

На этом фоне Правительством была предпринята попытка продвинуть к принятию новый федеральный закон «О недрах», в котором предусматривался переход на гражданско-правовые отношения при заключении договоров на добычу полезных ископаемых, полностью исключая лицензионный метод передачи недр в эксплуатационное пользование. По предлагаемому закону все недра должны быть пущены на продажу, мену, дарение в соответствии с Гражданским кодексом, т.е., по сути, недра объявлялись объектом недвижимости, а способ их передачи в эксплуатационное пользование — только аукционы. Предлагаемым законом резко усилены фискальные нагрузки во всех отношениях, связанных с недропользованием и природопользованием.

Изменение соответствующего Постановления Правительства по порядку утверждения нормативов потерь, несмотря на семь поручений заместителя Председателя Правительства А.Д.Жукова, в течение почти двух лет не принято. Министерство природных ресурсов согласно на изменения, но против Минпромэнерго.

Выступая на 1-м Международном форуме «Рациональное природопользование» в сентябре 2005 г., зам. министра МПР России А.А.Темкин сказал: «Мы стали отставать от передовых стран по такому показателю, как коэффициент извлечения нефти, что приводит к безвозвратным потерям этого сырья. Простая арифметика показывает, что, увеличив коэффициент извлечения всего на 5%, мы сможем дополнительно получать более 20 млн. т нефти в год. И эти ресурсы мы теряли на протяжении многих лет и теряем сейчас». Это приведет к потерям, включая и твердые полезные ископаемые на миллиарды рублей.

В последний год МПР в нарушение закона «О недрах» практически не выдает лицензий на разведку и добычу на конкурсной основе, а только через аукцион. Артель «Ойна» (Тыва) за месторождение Билилик (3,5 т россыпного золота) внесла разовый платеж 95 млн. руб. (стартовая цена 14 млн. руб.). Это два налога на НДС. Подобных примеров множество. Малые и средние предприятия заплатить такие громадные деньги не могут, поэтому обречены на банкротство. По заявлению А.А.Тем-

кина, аукционный метод позволил МПР получить в 2005 г. 40 млрд. руб. Эти деньги означают разорение малых и средних предприятий, резкое сокращение поступления налогов в бюджет, рост безработицы, социальной напряженности.

В таких условиях после двухлетнего обсуждения Правительство внесло проект федерального закона № 187514-4 от 17.06.05 г. «О недрах», который вначале разрабатывало Минэкономразвития, а затем МПР. В первом чтении этот проект должен быть рассмотрен 2 ноября 2006 г., но по просьбе министра МПР Ю.П.Трутнева рассмотрение перенесли на вторую половину ноября. Министерство природных ресурсов представило 7 ноября 2005 г. новый вариант проекта закона, и на этом все остановилось.

По нашим данным, Совет Федерации имеет отрицательное мнение по предложенному проекту закона. Третий съезд горнопромышленников России, который состоялся 11 ноября 2005 г., также его не поддержал. Комитет по природным ресурсам и природопользованию Государственной Думы 20.10.05 поддержал проект закона с существенными замечаниями.

Почему же Союз старателей России и Союз золотопромышленников высказались против проекта закона? Основное новшество законопроекта — замена публично-правового (государственного и административного) регулирования пользования недрами договорным (гражданско-правовым). При этом государство и пользователи недр считаются равноправными сторонами, несмотря на то что недра являются федеральной собственностью.

На сегодняшний день роздано более 13 тысяч лицензий, распределено до 95% имеющихся месторождений. Переход прав пользования месторождениями осуществляется без малейших затруднений, согласно существующему закону. Например, компания «Полюс» приобрела крупнейшие месторождения золота в различных областях России — Республике Саха (Якутия), Магаданской, Иркутской, Амурской областях, Красноярском крае.

Статья 16 нового закона провозглашает, что участок недр не может быть объектом оборота, а вот по статье 20 право пользования участком недр является предметом оборота в порядке, установленном гражданским законодательством РФ (ст. 54), и право пользования, возмещения, перехода и прекращения подлежит государственной регистрации в порядке, установленном федеральным законом № 122-ФЗ от 9.07.97 г. «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним». Получается, что участок недр провозглашен недвижимым имуществом и правомерно применение имущественного права при переходе от

одного лица к другому в порядке правопреемства. Такой участок может быть предметом гражданско-правовой сделки. Теперь, согласно Гражданскому кодексу РФ, недра можно продавать, покупать, дарить, менять, арендовать, а конкретно — передача прав допускается только при дарении или коммерческой концессии.

Функция управления недрами как федеральной собственностью проистекает из публичной сущности государства. На вопрос Г.Е.Быстрова (Академия юридических наук), заданный на рабочей комиссии Ю.П.Трутневу, — «Вы хотите ликвидировать государственное управление недрами?», министр ответил: «Я планирую его (законодательство) привести в соответствие с рыночным механизмом, который работает в сегодняшней России. Я сожалею, если Вы не поймете, потому что понять действительно сложно».

По этой же причине субъекты Российской Федерации практически полностью устранены от участия в управлении недрами на своих территориях, и их участие в решении вопросов управления недрами допускается лишь ограниченным кругом согласительных процедур.

В проекте закона много отсылочных норм. Подзаконные акты размывают сферу регулирования федерального закона. В результате этого он теряет в качестве, становится декларативным, лозунговым, снижаются его нормативность и юридическая сила.

Внедрение в практику широкого использования судебного регулирования конфликтов, возникающих между недропользователями и государством, при существующей загруженности и неэффективности судебной системы приведет к затягиванию рассмотрения вопросов, требующих оперативного решения.

Горные отношения всегда выводились за пределы Гражданского кодекса. Это публичный договор, в котором государство выступает не как равная, а как властная сторона. Отсюда судебный иммунитет, иначе будем судиться в Стокгольме, Нидерландах, Брюсселе.

Министерство природных ресурсов ратует за новацию законопроекта по отношению к существующей нормативной базе: отмена конкурсов и замена их на исключительно аукционные принципы распределения участков недр. Оставление только аукционной формы доступа к недрам, абсолютно не снижая коррупции, дает возможность прихода в недропользование армии непрофессионалов, по существу, не умеющих и не желающих обеспечивать рациональную разработку месторождений со всеми вытекающими последствиями. Как говорит руководитель «Полиметалла» В.Несис: «Аукционная сис-

тема сегодня больше напоминает какие-то спекулятивные действия по распределению фонда недр. Если раньше на лицензионном совете или конкурсе нужно было доказывать состоятельность того, что ты можешь добывать, вести разработку, то теперь ничего этого не надо. И, несмотря на кажущуюся справедливость, аукционы на самом деле приносят довольно много вреда развитию минерально-сырьевой базы России». А где же соревнование умов, лучших технологий, проектов, освоение низкорентабельных месторождений с труднообогатимыми и забалансовыми запасами, мелких месторождений? Все заменено соревнованием денежных мешков. Среднему и мелкому бизнесу нет места, в этом году разорили сотни мелких и средних золотодобывающих предприятий. Им куда идти — в сибирские партизаны?

Что касается воспроизводства минерально-сырьевой базы, то известно, что в течение последних 15 лет происходило абсолютное снижение запасов по всем видам полезных ископаемых, добыча превышала прирост запасов. Государственной программой изучения и воспроизводства МСБ на 2005–2020 гг. предполагается вложить в ГРП 225,5 млрд. руб. (9%) и частные инвестиции 2 трлн. 172,9 млрд. руб. (91%) общих вложений в воспроизводство и как итог достичь к 2020 г. инвестиций в геологоразведку, которые Россия включала в воспроизводство МСБ в начале 80-х годов. Где гарантия, что частные компании вложат в ГРП более 2 трлн. руб. (6,6 млрд. дол. в год). В проекте нет ничего, что поощряло бы пользователей недр к вложению средств в геологоразведку, кроме статьи 77, по которой пользователь недр, открывший месторождение, получит возможность заключить договор на разведку и добычу без аукциона.

В 2004 г. объем продаж минерального сырья превысил 150 млрд. дол. Доходы федерального бюджета составили 3,5 трлн. руб., из них 1,8 трлн. руб. пришлось на поступления от полезных ископаемых.

Новый закон, в случае принятия, будет направлен на передачу принадлежащих государству недр в частные руки, переход недр иностранным компаниям. Государство будет только «согласовывать» сделки по переходу прав на участки недр, т.е. выступать, по Маяковскому, Главначпулом (главным начальником по управлению согласованием).

Что останется будущим поколениям, составителей закона не интересует. Чиновники согласуют все, закон коррупционен. Считаю невозможным принятие проекта даже в первом чтении.

По словам Е.А.Козловского — бывшего министра геологии СССР, этот закон вреден: нет концептуальности закона в отношении экономической бе-

зопасности, исследований недр. Проект закона «пермского периода» ничего не даст.

К разработке законопроекта «О недрах» не допустили российскую юридическую науку. В итоге документ не в состоянии защитить интересы ни собственника недр (государства), ни бизнеса как инвестора масштабных проектов по добыче полезных ископаемых. К такому выводу пришли участники 5-й Международной конференции «Проблемы правового регулирования недропользования и энергетики России и СНГ». Кроме того, законопроект малограмотен.

Торгово-промышленная палата подготовила 97 поправок в 124 статьях закона, еще сотни поправок от других организаций.

Принятие закона в его нынешнем виде нанесет непоправимый удар по главному в России — ее недрам. Мы за развитие минерально-сырьевого комплекса, за резкое усиление воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов, но нашими российскими компаниями.

Пока же наши предложения, как сказал ректор Санкт-Петербургского университета В.С.Литвиненко, «публично, цинично выбрасывают, и никто даже не рассматривает, даже комментарию не дает». Не случилось бы так, как ранее, когда более 150 поправок к федеральному закону «О недрах» № 122-ФЗ не были приняты.

После упомянутого совещания в Магадане по развитию золотодобывающей промышленности В.В.Путин утвердил Поручения по его итогам. Из насущных проблем осталась только одна — о стимулировании геологоразведочных работ. Все остальные обсуждавшиеся важные вопросы чиновники, готовившие Поручения, просто выбросили. Это и государственное регулирование цен на электроэнергию, ГСМ, налоговые вопросы, создание инфраструктуры, строительство дорог, ЛЭП и т.д. А ведь рабочая группа Государственного Совета, которая готовила совещание, планировала к 2015 г. увеличить добычу золота в России до 254 т в год и выйти на второе-третье место в мире.

Союз старателей России предлагает для выполнения этой задачи увеличить добычу золота на 100 т в год по сравнению с 2005 г. с учетом выбытия действующих мощностей по добыче. Для этого необходимо:

не принимать предложенный федеральный закон «О недрах», а принять поправки к существующему закону;

вернуть субъектам Федерации право выдавать лицензии на разведку и добычу драгоценных металлов на мелких и средних по запасам месторождениях (статьи 4, 5);

для стимулирования ГРР исключить возмещение затрат государству на поиски и оценку полезных ископаемых при получении лицензии по факту открытия месторождения (ст. 10' п. 1 пп. 4 абз. 3);

ограничить (установить) порядок разовых платежей при проведении аукционов (ст. 13');

исключить оплату за счет пользователя недр при проведении государственной экспертизы запасов полезных ископаемых (ст. 36 абз. 2);

для стимулирования ГРР на территории России исключить регулярную систему платежей при пользовании недрами (ст. 43);

восстановить отчисления на воспроизводство минерально-сырьевой базы или передать на эти цели половину средств от НДС (при расчете ставки НДС 50% составляет бывший ВМСБ).

изменить границы предоставленного в пользование участка недр таким образом, чтобы месторождение входило в него полностью, а также если границы выявленного в процессе поисков, оценки и разведки месторождения полезного ископаемого выходят за границы предоставленного участка недр при условии, что сопредельный участок недр не предоставлен в пользование другому пользователю недр.

Особое внимание следует уделить роли государства в установлении цен на энергоносители (электроэнергию и ГСМ). Необходимо дать наши предложения. На совещании министр МПР Ю.П.Трунев заявил, что Россия в течение десяти лет (до 2015 г.) может увеличить добычу золота до 250 т в год, ввести 50 рудных и комплексных месторождений, израсходовав на их разведку 32 млрд. руб. Но откуда эта уверенность? Кто обеспечит ежегодное увеличение добычи золота на 10 т? Это без учета сокращения добычи золота на россыпных месторождениях (сейчас немногим более 70 т в год) и части рудных месторождений. Если только компания «Полюс» увеличит добычу на 100 т (с 40 до 140 т).

В отношении льгот по налогообложению Союз старателей предлагает:

убрать все налоги, включая подоходный, на предприятиях по добыче россыпного золота в районах Чукотки, Магадана, Камчатки, Сахалина, Хаба-

ровского края, Якутии, Иркутской, Читинской и Амурской областей (суммарно предприятия платят до 7 млрд. руб.);

разрешить Гохрану и Центробанку выдавать авансы под добычу россыпного золота;

выдавать долгосрочный кредит на строительство новых предприятий по добыче рудного золота из инвестиционного фонда.

Располагая средствами, стабилизационный фонд размещает под ценные бумаги за рубежом 33,5 млрд. дол. и получает 2–3% годовых; берем там же кредиты под 4–6% годовых и теряем до 1 млрд. дол.

Необходимо уменьшить процентные ставки по коммерческим кредитам за счет их финансирования.

На днях спикер Совета Федерации С.Миронов публично одобрил «Дополнительные меры, направленные на ускорение экономического роста». А.Кудрин и В.Христенко уже высказались против усиления государственного присутствия в экономике. Г.Греф в сердцах назвал сторонников усиления вмешательства державы в хозяйственные процессы неандертальцами. Между тем, по оценке главы Минфина, наша экономика еще даже не вышла на уровень 1990 г.

Несмотря на бурные протесты руководителей экономических министерств, считающих государство неэффективным собственником, оно активно наращивает свои хозяйственные активы. Премьер намерен использовать общепринятые во всем мире методы целевого программирования (план-график мероприятий, ответственные исполнители, ожидаемые результаты, количественные показатели). Так что задача в общем-то не из легких: перейти от теории к практике или, по крайней мере, к показателям экономического развития.

Считаем необходимым обратиться к Президенту РФ, Государственной Думе, Совету Федерации, Правительству с предложением по реализации задач, поставленных на совещании в Магадане по развитию золотодобывающей промышленности России. Выражаем уверенность, что при их поддержке мы сможем вновь резко увеличивать добычу золота в России, и она выйдет на второе место в мире по добыче золота.

УДК 553.411.043 (571.53)

© Коллектив авторов, 2006

СОВРЕМЕННАЯ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ СУХОЙ ЛОГ*

**И.А.Карпенко, И.Ф.Мигачев (ЦНИГРИ Роснедра МПР России), Б.К.Михайлов
(Роснедра МПР России), Н.Г.Петраш (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)**

Геолого-экономическая переоценка месторождения Сухой Лог выполнена в соответствии с техническим заданием Роснедра от 25 апреля 2005 г. по совокупности показателей, включающих переоценку геологического строения, границ и запасов объекта, способов и технологии отработки, способов переработки руд. Решались также вопросы формирования инфраструктуры Бодайбинского района в части, необходимой для разработки месторождений, современной организации производства, оценки рыночной стоимости объекта, финансовых результатов и жизнестойкости проекта.

В работе принимали участие специалисты научно-исследовательских, проектных и производственных организаций г. Москвы и г. Иркутска — ЦНИГРИ (ответственный исполнитель), ГИРЕДМЕТА, ВИЭМСа, ВИМСа, ОАО «Сибирская геологическая компания», ЛЗРК и др. Ее выполнению предшествовал сбор материалов, накопленных по рудному полю до и после утверждения запасов месторождения в ГКЗ СССР в 1977 г., вплоть до 2005 г. включительно, а также информации по ценам, тарифам, заработной плате, налоговой политике в Бодайбинском районе. По материалам геологоразведочных работ и опробования была создана база данных, на основании которой осуществлялись дальнейшая компьютерная обработка и подготовка графических (разрезы, планы, проекции), табличных, текстовых документов, подсчет запасов.

При обработке и анализе материалов выявлены недостатки условий, утвержденных ГКЗ СССР в 1977 г., а именно:

отсутствие лимита на максимальный размер некондиционного прослоя, включаемого в контур рудного тела, без которого нельзя выделить рудные интервалы с установленной минимальной мощностью 15 м;

отсутствие требований о подсчете запасов бедных руд, что не позволило подсчитать их запасы и дать геолого-экономическую оценку.

В подсчете запасов, утвержденном ГКЗ СССР в 1977 г., оконтуривание рудных тел не всегда осуществлялось по бортовому содержанию золота 1 г/т, установленному кондициями. Примерно одна пятая часть (21,9%) границ рудной залежи оконтурена неправильно. Особенно значительны величина и количество расхождений в запасах первой очереди (выше горизонта 850 м). Число случаев, когда граница рудного тела по разведочным линиям определена неверно, колеблется от 7 до 37%. По этой причине расхождения в размерах площадей рудных тел составляют 11,1%, в том числе в запасах первой очереди — 17,5% (при колебаниях по разведочным линиям от 5,1 до 40,6%) (рисунки 1, 2).

В связи с несовершенством кондиций в подсчет запасов включались интервалы слабо минерализованных пород мощностью от 14 до 36 м при содержании в них золота 0,25–0,74 г/т. Геологические однородные (по морфологии, качеству руд, условиям залегания, степени разведанности) подсчетные блоки не выделялись, а формальное выделение через 45 м по вертикали элементарных блоков во многих случаях опиралось на недостаточный объем опробования. Это приводило к методическим ошибкам при расчете среднего содержания, необоснованному и искусственному ограничению проб с более высокими содержаниями золота, но не являющимися фактически ураганскими.

Анализ результатов геологоразведочных работ, проведенных на Сухоложском рудном поле после утверждения запасов в 1977 г., показал, что по геолого-структурному положению, условиям залегания, морфологии, вещественному составу и пространственному положению все рудные тела пред-

* Доклад на VIII Международной конференции «Золотодобывающая промышленность России. Состояние и перспективы развития», Москва, 31.01–03.02.06.

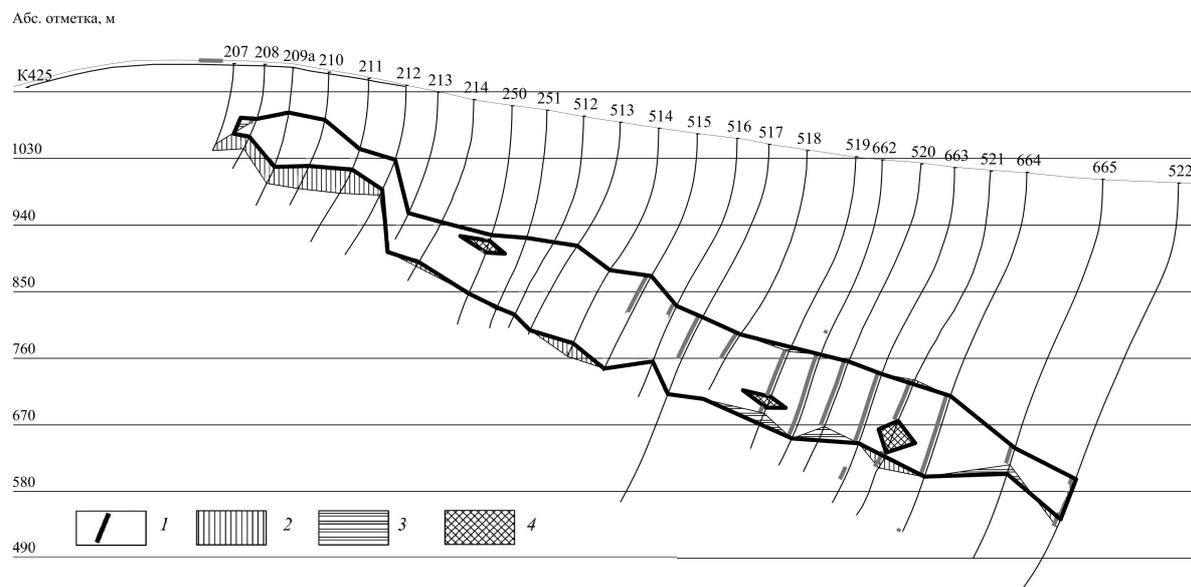


Рис. 1. Оконтурирование рудного тела в разрезе по буровой линии +9:

1 — контур рудного тела, утвержденный ГКЗ СССР в 1977 г.; 2 — рудные площади, вышедшие за пределы контура ГКЗ и не включенные в подсчет запасов; 3 — «пустые» площади в контуре ГКЗ на границе кондиционных руд; 4 — «окна» некондиционных руд в контуре ГКЗ

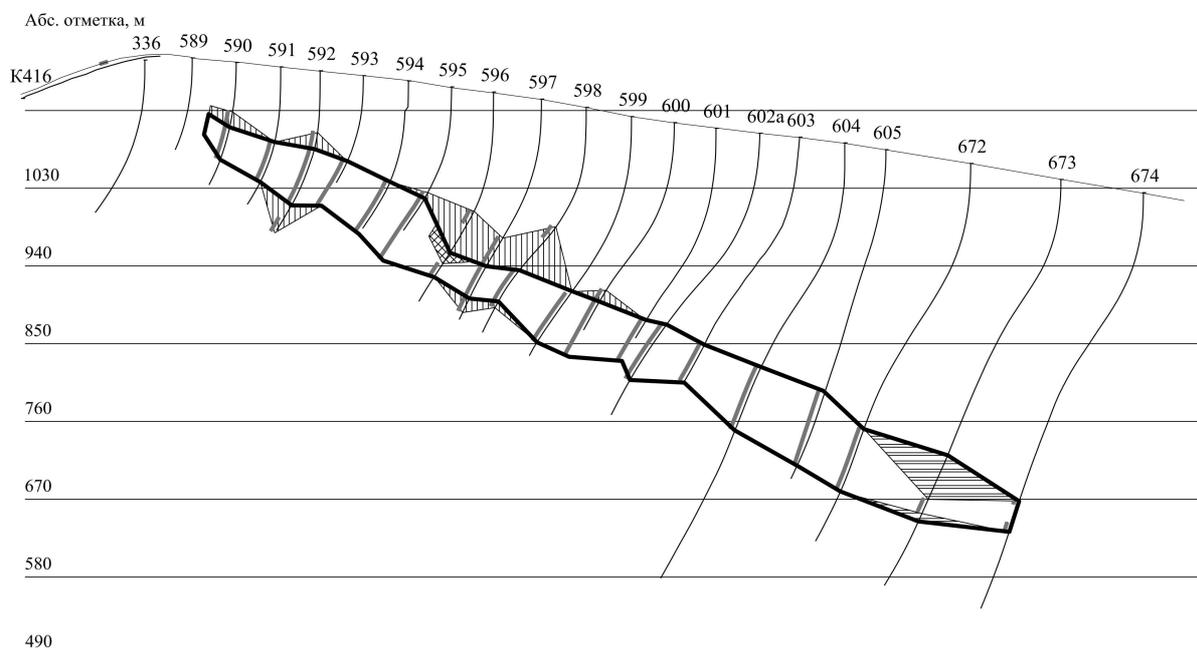


Рис. 2. Оконтурирование рудного тела в разрезе по буровой линии +25:

усл. обозн. см. рис. 1

ставляют единое месторождение, а выявленные «месторождения» следует рассматривать как участки — Сухоложский, Центральный, Западный, Севе-

ро-Западный (рисунки 3, 4). В этом случае общие размеры месторождения по простиранию составляют 5,5 км, ширине (в плане) — 1,5–1,6 км, паде-

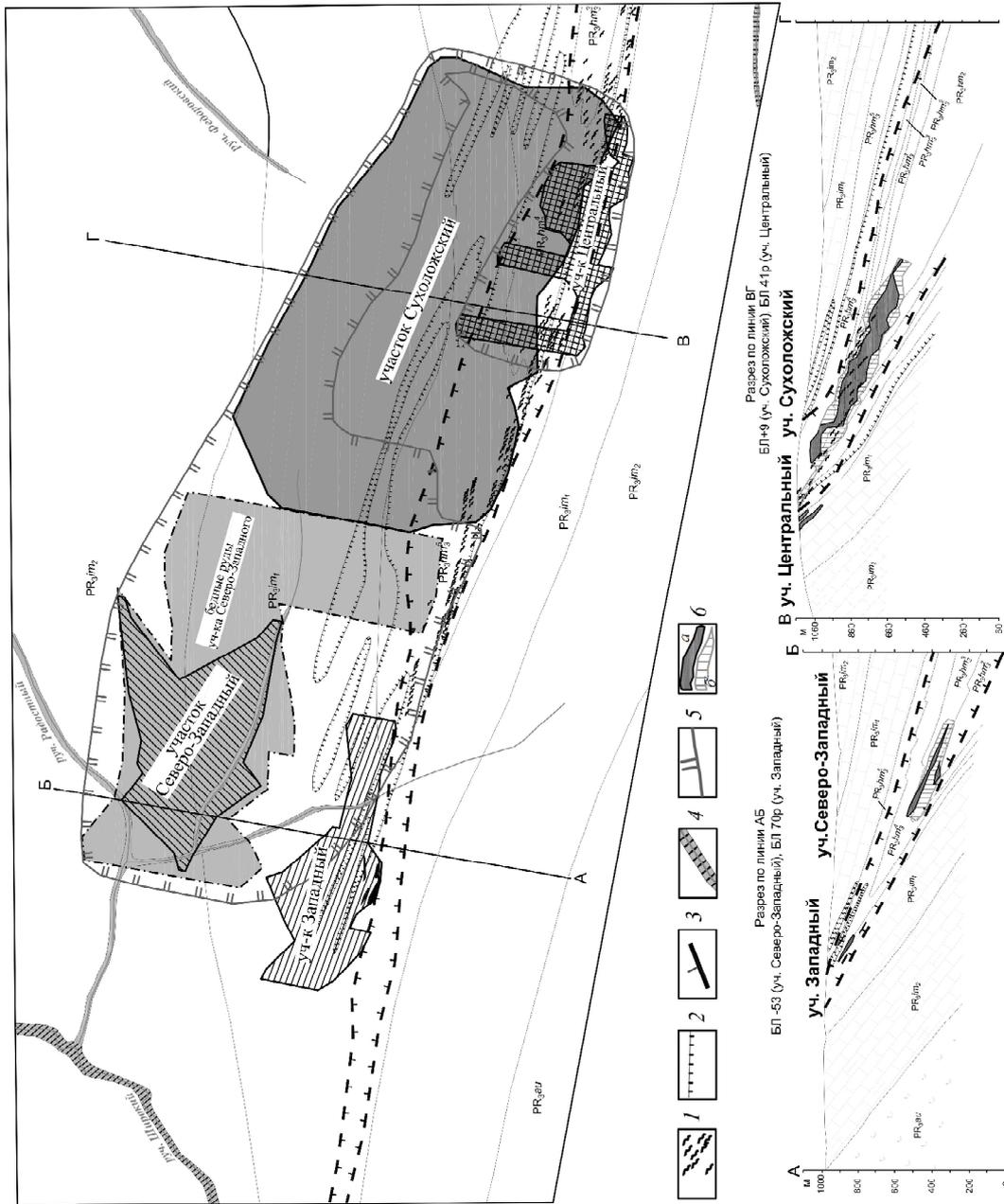


Рис. 3. Схематическая геологическая карта месторождения Сухой Лог:

1 — сульфидная минерализация прожилкового типа; 2 — контур зоны интенсивной вкрапленности магнетитно-железистых карбонатов; 3 — границы тела на разрезе с рудными повышениями и мелкими складками, будинажа и россыпи золота; 4 — рудные площади доразведки; 5 — граница площади доразведки; 6 — рудные тела на разрезе с рудными довами (а) и бедными (б) рудами

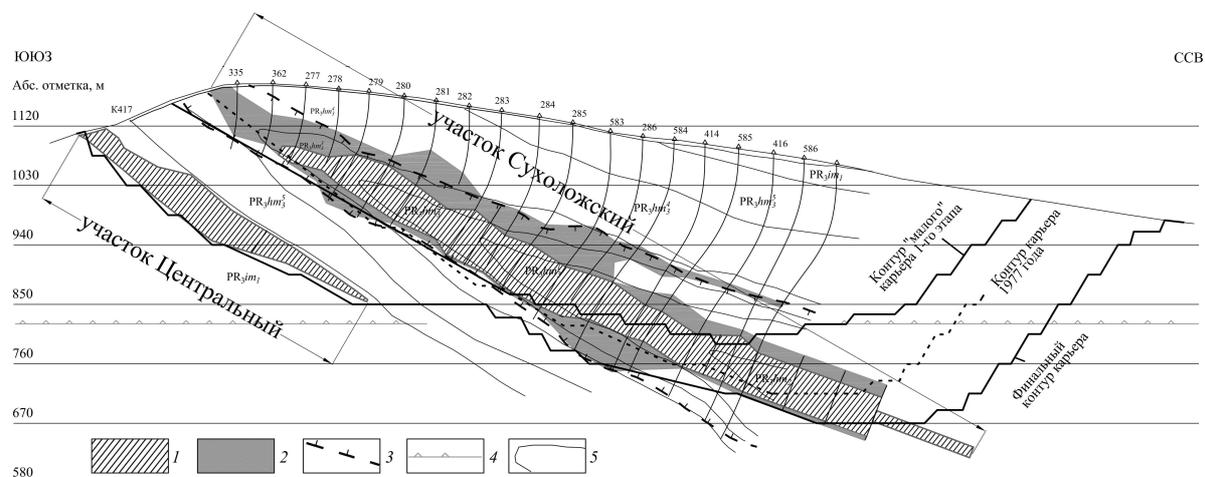


Рис. 4. Размещение рядовых и бедных руд в разрезе по буровой линии +23:

1 — рядовые руды; 2 — бедные руды; 3 — минерализованная рудная зона; 4 — нижняя граница многолетнемерзлых пород (абсолютная отметка ~820 м на участке Сухоложский); 5 — геологические границы вмещающих пород

нию — 1,4–1,6 км; вертикальный размах оруденения 840 м.

В соответствии с новыми параметрами кондиций, обоснованными результатами статистического анализа данных рядового опробования, результатами технологических исследований руд и укрупненными расчетами прогнозных экономических показателей, в 2005 г. ЦНИГРИ выполнен подсчет запасов месторождения в его новых геологических границах. Примененные кондиции и методика подсчета с использованием коэффициента рудоносности позволили учесть все запасы месторождения, выделить сорта руд (бедные и рядовые) и рассчитать долю каждого сорта в контуре подсчета.

Тем самым уже на начальной (геологической) стадии оценки месторождения был заложен и реализован через процедуру подсчета запасов принцип селекции — выделения в контуре подсчета руд различного качества (бедных и рядовых) и пустых пород с расчетом их параметров (объема, мощности слагающих интервалов, содержания в них золота и запасов).

Вновь подсчитанные запасы золота по сравнению с числящимися на государственном балансе увеличились на 502,1 т и составили 1543,3 т против 1041,2 т. При этом 75% запасов золота (1145,3 т) подсчитано в рудах со средним содержанием Au 3,5 г/т, что на 30% выше содержания в ранее подсчитанных рудах (2,7 г/т).

На основе выполненного по месторождению подсчета запасов установлена необходимость применения комбинированного (открытого и подзем-

ного) способов обработки. Открытым способом запасы обрабатываются в течение 34 лет карьером глубиной 615 м с производительностью по рядовой руде 12 млн. т в год; при этом бедная руда добывается попутно (9–20 млн. т в год) (рис. 5).

При расчете показателей обработки месторождения открытым способом дальнейшее развитие получил принцип селекции, заложенный в процедуре подсчета запасов. Применение соответствующего горного и бурового оборудования, эксплуатационной разведки, технологии погрузки и транспортировки обеспечивает селективную добычу бедных и рядовых руд, минерализованных и пустых пород, отдельную их переработку или складирование, что исключает перемешивание пород и руд, снижение качества последних.

Для сокращения затрат на транспортировку руды заложена циклично-поточная технология доставки руды на обогатительную фабрику.

Подземный способ разработки (вторая стадия освоения) рассмотрен для запасов, расположенных за пределами карьера, применительно к наиболее изученной их части, сосредоточенных на Северо-Западном участке. Подземным способом разрабатываются запасы в течение 20 лет рудником с производительностью 2 млн. т руды в год.

Все решения по подземному способу добычи руд и рассчитанные при этом показатели носят предварительный характер в связи с недостаточно детальной разведанностью запасов. Главная цель геолого-экономической оценки запасов для подземной обработ-

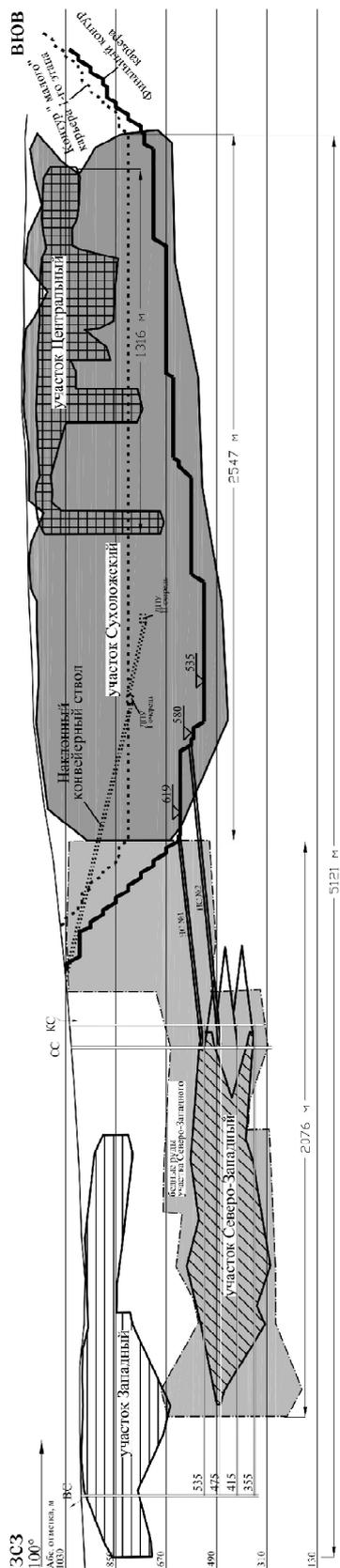


Рис. 5. Схема комбинированной обработки запасов месторождения Сухой Лог (участки Сухоложский, Северо-Западный, Центральный) на продольной вертикальной проекции:

ки — определить уровень затрат и производственных показателей, а также предварительные лимиты минимального промышленного содержания металла для данного способа.

На данной стадии оценки запасы для подземной обработки руд с содержанием золота более 3,6 г/т целесообразно отнести к балансовым и предусмотреть их детальную разведку.

Переработка руд на обогатительной фабрике рассмотрена в двух вариантах. Первый вариант предусматривает прямую переработку всей селективно добываемой руды (рядовая руда, 12 млн. т/год) на обогатительной фабрике по традиционной схеме, включающей подготовку руды, гравитационное и флотационное обогащение, получение сплава Доре, содержащего 90% Au и 10% Ag. Извлечение золота по этой схеме составляет 89,7%. Переработка бедной руды по данной технологии убыточна, запасы таких руд относятся к забалансовым.

Второй вариант переработки предусматривает предварительное радиометрическое обогащение добытой руды (рядовой и бедной). Оно позволяет сократить объем рядовой руды с 12 до 6,55 млн. т/год (на 45%), а бедной с 12 до 2,9 млн. т/год (на 76%) и повысить содержание золота в них соответственно с 3,35 до 5,65 г/т (в 1,7 раза) и с 0,93 до 1,92 г/т (в 2 раза). Извлечение золота из рядовой руды принято 86,5%, из бедной — 42,5% и подлежит уточнению при дальнейших исследованиях.

За счет выделения механическим способом значительных объемов отвальных сухих хвостов радиометрического обогащения (от 45 до 75% от исходного объема руды) существенно упрощается проблема их складирования и хранения, снижается влияние отходов производства на состояние окружающей среды.

Инфраструктура Бодайбинского района (энергетическая, транспортная, жилищно-коммунальная), на основании результатов выполненного обследования и анализа представленных администрацией данных по социально-экономическому положению и производственному состоянию района, не обеспечивает работу предприятия, проектируемого для освоения месторождения Сухой Лог (генерирующие мощности 100–300 мВт, годовой объем потребляемой электроэнергии 300–500 млн. кВт/час, численность работающих 2400 человек). В связи с этим проектом предусмотрены строительство ЛЭП-220 Таксимо–Бодайбо–Сухой Лог, реконструкция автодороги Бодайбо–Сухой Лог (130 км), сооружение вахтового поселка на 1800 человек.

Расчет технико-экономических показателей проекта выполнен на период в 21 год и укрупненно —

на весь срок разработки запасов открытым и подземным способами. Капитальные вложения на первом этапе строительства предприятия и отработки месторождения составят 1240,3 млн. дол., в том числе в объекты инфраструктуры (ЛЭП, автомобильные дороги, вахтовый поселок — 73,4 млн. дол.).

Наилучшими экономическими результатами обладает вариант последовательного поэтапного строительства карьера с предварительным радиометрическим обогащением добываемой рядовой и бедной руды, который рекомендован как основной. По данному варианту все сорта руд (рядовые и бедные) для открытого способа разработки являются балансовыми: рядовые — по минимальному промышленному содержанию (1,83 г/т), бедные — по льготному содержанию золота в блоке (0,8 г/т).

Сравнение технико-экономических показателей по рекомендуемому варианту освоения месторождения с показателями, рассчитанными на запасах, числящихся на госбалансе, техническими и технологическими решениями, заложенными в ТЭО 2005 года, показывает, что повышение качества руд (увеличение среднего содержания Au с 2,5 до 3,35 г/т в результате пересчета запасов), селективная добыча, а также использование радиометрического обогащения в голове технологической схемы и другие технические инновации позволят увеличить годовой выпуск металла с 26,5 до 39,6 т, повысить извлекаемую ценность 1 т руды с 27 до 35,4 дол., т.е. улучшить финансовые показатели проектируемого предприятия: чистая текущая стоимость проекта за рассматриваемый период (21 год) возрастет с 0,4 до 2,3 млрд. дол.; срок окупаемости инвестиций сокращается с 13,1 лет до 6,3 года.

Таким образом, выполненная в изложенной концепции геолого-экономическая оценка месторождения Сухой Лог существенно повышает его рыночную стоимость как в связи с повышением качества руд и увеличением масштабов объекта, так и

в связи с применением при разработке проекта инновационных технологий.

Разработанные предложения авторы считают перспективными, а полученные результаты существенными.

На запасах месторождения Сухой Лог, числящихся в настоящее время на государственном балансе, решать вопросы недропользования нецелесообразно, так как они существенно (практически в 1,5 раза) занижены в сравнении с современной оценкой, а объект обладает низкой рыночной стоимостью.

Для определения полного сырьевого потенциала и оптимальной с точки зрения государства рыночной стоимости месторождения Сухой Лог необходимо выполнить комплексную геолого-экономическую оценку в его новых геологических границах, с применением новых технологий переработки руд, подтвержденных результатами исследований на представительных пробах, утвердить кондиции и запасы в установленном порядке.

С учетом нового ТЭО освоения и утвержденных запасов сформулировать условия недропользования.

В масштабах России удельный вес месторождения Сухой Лог в производстве рудного золота составит около 45% к уровню 2004 года и будет иметь тенденцию к увеличению в связи с выработкой основных золоторудных объектов — Олимпиадинское и Кубака — и отсутствием в настоящее время альтернативных, близких по масштабам добычи, рудных месторождений. Поэтому предприятие по разработке месторождения Сухой Лог станет на многие годы (30–40 лет) абсолютным монополистом-производителем золота в России при достаточно низкой себестоимости производства металла — 5,9–6 дол. за 1 г.

Представляется, что с этих позиций месторождение Сухой Лог должно рассматриваться в качестве государственного объекта федерального значения.



КИМПИЧЕ — НОВОЕ СЕРЕБРОРУДНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ В ЗАПАДНОМ ВЕРХОЯНЬЕ

В.В.Аристов, Н.В.Тихонова, Г.Ю.Орлова, К.В.Соловьев (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)

Серебряное месторождение Кимпиче расположено на восточном склоне Верхоянского хребта. Рудное поле приурочено к ядру Имтанджинской антиклинали, сложенной раннепермской терригенной толщей верхоянского комплекса. Рудные зоны контролируются юго-восточным кулисным окончанием Собопольского разлома, представлены тетраэдрит-карбонатными жильно-прожилковыми зонами. Главный рудный минерал — самородное серебро. Месторождение принадлежит к новому для Западного Верхоянья серебро-сурьмяному минеральному типу серебро-полиметаллической формации.

В 2002–2005 гг. сотрудниками ОАО «Янгеология» и ЦНИГРИ в Западном Верхоянье проводились работы по изучению сереброрудной провинции, имеющей значительные перспективы для новых открытий. Один из таких перспективных объектов — месторождение Кимпиче с протяженными и мощными рудными телами с высоким содержанием серебра. К настоящему моменту месторождение изучено с поверхности маршрутами и отдельными канавами; пробурены две скважины, подтвердившие протяженность рудных зон на глубину.

Для Верхоянской металлогенической провинции традиционными типами серебряных месторождений являются серебро-полиметаллический (Мангазейское, Прогноз) и олово-серебряный (Имтанджинское, Илин-Тас, Купольное).

Месторождение Кимпиче расположено в амагматической области Западного Верхоянья, на северном продолжении структур Куранахского антиклинория в 60 км к северу от Хобояту-Эчийского гранитоидного массива. В пределах рудного поля и даже всего рудного района не установлено проявлений магматической деятельности, за исключением маломощной дайки риолитов к северу от рудного поля. Однако на глубине по данным анализа гравитационных и магнитных аномалий предполагается наличие гранитоидного массива.

Вмещающие породы представлены нижнепермскими алевролитами, песчанистыми алевролитами

халджинской свиты суммарной мощностью более 1450 м. Рудное поле площадью около 100 км² расположено в ядре крупной антиклинальной складки и ограничено с севера и юга северо-западными разломами, а с запада и востока — осевыми плоскостями сопряженных синклиналей. В центральной части рудного поля складка рассечена разрывным нарушением северо-западного (315–330°) простирания. Разрыв — долгоживущий, что фиксируется по развитым в его пределах глинкам трения, милонитам, брекчиям из обломков пород и жил молочно-белого кварца, сидеритовых жил и тетраэдрит-сидеритовых прожилков, многочисленным бороздам и хорошо притертым зеркалам скольжения. В зоне разлома и оперяющих его трещин сосредоточена большая часть рудной минерализации. Рудные зоны представлены крутопадающими к северо-западу и пологими (падение на северо-восток) минерализованными зонами дробления и зонами прожилкования прослеженной протяженностью 600–4500 м, мощностью 3–15 м. Содержания серебра по зонам составляют от 98 до 1386 г/т на мощность от 0,5 до 2 м, в среднем по месторождению — около 704 г/т (расчет по данным бороздowego, штуфного и кернового опробования). На западном фланге месторождения установлены повышенные содержания золота (до 1,3 г/т). По простиранию зоны не оконтурены. Существенные вариации содержания серебра по простиранию рудных зон от

первых грамм до 10–15 кг/т (данные штурфового опробования) позволяют предполагать наличие рудных столбов. В отдельных случаях отмечены минерализованные зоны, залегающие согласно со слоистостью и содержащие преимущественно вкрапленные руды.

От известных объектов месторождения отличается широким развитием метасоматических изменений руд, простым составом руд, прожилковым и вкрапленным характером распределения рудного вещества в массивном сидеритовом жильном выполнении, преимущественно самородной формой нахождения серебра в рудах. Главные рудные минералы — низкосеребристый ртутьсодержащий тетраэдрит и самородное серебро, развитие в виде мельчайшей вкрапленности в тетраэдрите и более крупных выделений в гипергенном агрегате кварца, азурита, малахита, гидротетита, гетита, халькозина, валентинита, акантита. Текстуры руд брекчиевые, массивные, прожилковые.

Данные, полученные при предварительном изучении, позволяют отнести месторождение Кимпиче к серебро-сурьмяному минеральному типу серебро-полиметаллической рудной формации (М.М.Константинов и др., 2003), слабо изученному в Верхоянье.

Литологические особенности рудовмещающих толщ. Площадь месторождения (рис. 1) сложена алевролитами нижней, средней и верхней (с горизонтами песчаников) подсвите халджинской свиты. Раннепермский возраст пород определен по комплексу ископаемой фауны — брахиоподы, гастроподы, криноидные (В.С.Андреев, 1969). Существенно алевролитовые толщи перекрывают песчаники с редкими прослоями алевролитов сюренской свиты позднепермского возраста.

В пределах площади месторождения в разрезе халджинской свиты снизу вверх выделены:

нижняя пачка плотных, массивных темно-серых, равномерно-зернистых алевролитов с крупноплитчатой отдельностью видимой мощностью более 200 м. Предположительные условия образования — фоновое осадконакопление в глубоководных условиях (пологий континентальный склон);

пачка переслаивания алевролитов (алевропесчаников) и песчаников с крайне невыдержанной мощностью слоев песчаников и косой, линзовидной, косой срезанной слоистостью внутри их. В целом переслаивание характеризуется градиционной слоистостью с текстурами вдавливания неконсолидированных осадков, пламевидными текстурами. Песчаные прослои содержат линзочки углистоглинистого вещества. Мощность толщи около 350–360 м. Предположительные условия осадконакопления — относительно крутой континентальный склон с развитыми явлениями оползания;

алевролитовая толща с тонкими (1–3 мм) слоями песчанистого материала в мелкозернистых темно-серых алевролитах. В северо-западном и частично в северо-восточном направлениях глинистые алевролиты фациально замещаются алевролитами с повышенным содержанием слоев песчанистого материала и рассеянной песчанистой примеси. В верхней части толщи появляются линзы карбонатных песчаников иногда с текстурами «*cone in cone*», проявлены текстуры оползневых складок. Мощность толщи около 550–560 м. Условия накопления — впадина рельефа на континентальном склоне крутизной не менее 2–3°;

пачка переслаивания песчаников и алевролитов. Алевролиты существенно преобладают. В нижней части толщи в слоях песчанистого материала наблюдаются конседиментационные текстуры взламывания слабоуплотненного осадка. В качестве цемента выступают те же алевролиты с примесью глинистого материала. Песчаники среднезернистые, равномерно-зернистые, желтоватые. Алевролиты серые, часто существенно песчаные. Суммарная мощность толщи 250–260 м. Предполагаемые условия образования — верхняя часть континентального склона в области волнового влияния.

Халджинская свита по литологическому составу является гомогенной средой при образовании рудовмещающих разрывных нарушений, за исключением верхней пачки переслаивания, благоприятной для развития послонных разрывов.

Выше по разрезу согласно залегает горизонт серых, зеленовато- и желтовато-серых, среднезернистых, равномерно-зернистых песчаников. В его основании отмечены линзы карбонатных песчаников иногда с остатками фауны брахиопод и морских лилий. Этот горизонт относится к верхней подсвите халджинской свиты, сложенной алевролитами с прослоями песчаников. Мощности алевролитов превышают мощности песчаников в 5–10 раз и более.

Нижнепермская халджинская свита выше по разрезу сменяется песчаниками верхнепермской сюренской свиты с редкими прослоями алевролитов. С полями развития существенно карбонатных песчаников в пределах сюренской свиты пространственно совпадают контуры комплексной геохимической аномалии (Cu, Pb, Ag, Zn). В отдельных образцах известковистых песчаников (песчаных известняков) содержание серебра достигает 26,8 г/т.

Структура рудного поля. *Складчатая структура.* Месторождение Кимпиче расположено в широком коробчатом своде Имтанджинской антиклинали шириной около 5 км. В ядре складки породы залегают практически горизонтально. Западное крыло складки крутое, углы падения пород 40–50° по азимуту 275°. Восточное крыло — более поло-

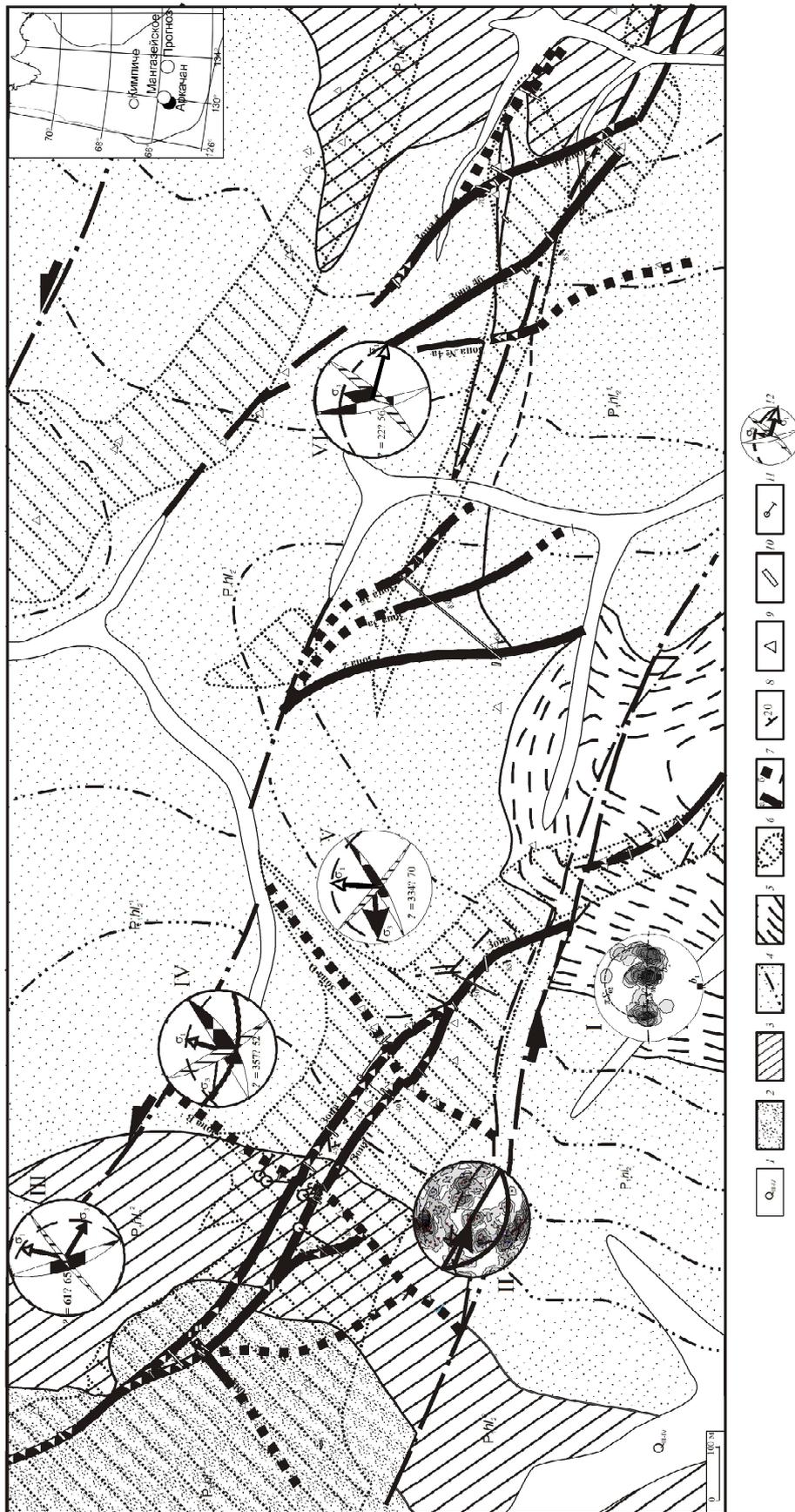


Рис. 1. Геологический план центральной части месторождения Кимliche:

1 — четвертичные отложения; халджинская свита; 2 — переслаивание песчаников и алевролитов, 3 — верхняя пачка переслаивания алевролитов и песчаников со взмученными и оползневыми текстурами, 4 — алевролитовая пачка, 5 — нижняя пачка переслаивания алевропесчаников и песчанистых алевролитов, 6 — ореолы метасоматически измененных пород; 7 — минерализованные зоны дробления и прожилкования (а — прослеженные, б — предполагаемые); 8 — элементы залегания; 9 — точки отбора штурфных проб; 10 — горные выработки; 11 — скважины; 12 — результаты реконструкции полей тектонических напряжений; пояснения к диаграммам I, II см. в тексте

гое, от 40 до 20°. Характер залегания пород указывает на горст-антиклинальное строение Имтанджинской структуры.

Геометрический анализ слоистости на этом участке месторождения позволяет выявить наличие двух этапов деформаций (см. рис. 1, диаграмма I). Складчатые формы первого этапа деформаций имеют цилиндрическую геометрию (пояс полюсов слоистости $p S_{0-1}$) с горизонтальным шарниром меридионального направления и субвертикальной осевой плоскостью. Складки второго этапа деформаций отличаются конической геометрией (пояс полюсов слоистости $p S_{0-2}$) с крутопадающим шарниром (70°), погружающимся в северо-западном направлении. Они рассматриваются как наложенные аксоноклинали. Образование складок второго этапа связано с левосторонними сдвиговыми перемещениями вдоль разрывов северо-западного простирания, которые пересекают свод Имтанджинской антиклинали и прослеживаются за ее пределами. Элементы залегания шарниров складок, замеренные в поле, согласуются с элементами, определенными геометрически.

Разрывные нарушения. Представлены разломами северо-западного, северо-восточного и субширотного направлений. Разломы северо-западного направления являются главными структурообразующими в пределах месторождения и принадлежат Собопольской разрывной системе. Они преобладают по количеству и наиболее четко прослеживаются по простиранию до 10–15 км, выходя за пределы Имтанджинской антиклинали. На поверхностях разрывов много следов левосдвиговых подвижек со сбросовой составляющей.

Разрывные нарушения северо-восточных румбов встречаются реже. Они обычно прослеживаются в пределах одного блока, ограниченного крупны-

ми разрывами северо-западного простирания, и лишь иногда — в соседних блоках, смещенных относительно первых. Данная система разрывов второго порядка северо-восточного простирания диагностируется нами как правосдвиговая, сопряженная с крупными левыми сдвигами первого порядка северо-западного простирания.

Субширотные разрывные нарушения единичны и непротяженны. По поперечному положению в разрывной системе они отнесены к раздвигам.

Таким образом, строение центральной части месторождения Кимпиче хорошо описывается моделью левосторонней сдвиговой зоны. Эта зона представляет собой серию полос шириной 500–800 м северо-западного простирания, которые ограничены четко выраженными плоскостями разломов. В промежутках между этими разломами заключены S-образные кулисы левосторонних сдвигов с меньшими амплитудами перемещений и две сопряженные системы разрывов: северо-восточные правые сдвиги и субширотные раздвиги. В левосторонней сдвиговой зоне разломы северо-западного простирания соответствуют R-сколам Риделя (синтетическим сдвигам), северо-восточные разрывы — сопряженным R'-сколам Риделя (антитетическим сдвигам), субширотные нарушения — раздвиговым структурам T (рис. 2).

Наиболее протяженной структурой является Главный разлом, который прослеживается с юго-востока на северо-запад по азимуту 300–315° и контролирует положение рудных зон 1, 1а и апофиз (зона С и др.) общим протяжением 1700 м и мощностью от 3 до 15 м. В составе рудных зон выделяются минерализованные зоны дробления, зоны прожилкования и короткие (до 40 м) линзовидные, кулисно расположенные сидеритовые жилы. Выявлены оперяющие основную зону вкрапленно-про-

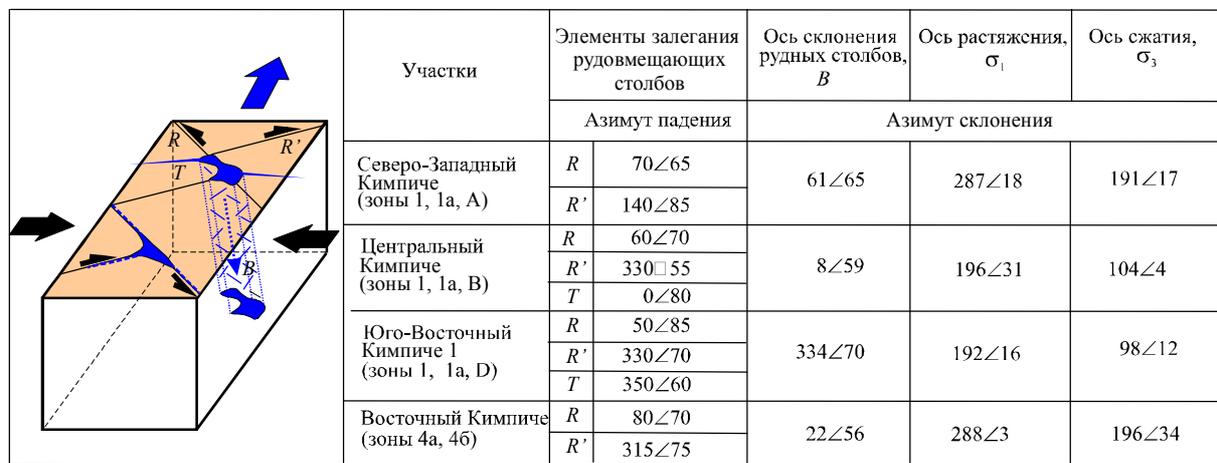


Рис. 2. Модель образования и геометрически рассчитанные склонения рудных столбов месторождения Кимпиче

жилковые зоны с тетраэдрит-сидеритовой минерализацией, субсогласные с поверхностями напластования песчаников и алевролитов. Рудные зоны развиты исключительно в юго-западном крыле разлома. Эта особенность, возможно, связана с тем, что в процессе сдвиговых перемещений вдоль Главного разлома мобильным был его юго-западный блок, в то время как северо-восточный, примыкавший к разлому, оставался слабоподвижным. В процессе оруденения мобильный блок деформировался с образованием, подновлением и раскрытием оперяющих разрывов, которые подверглись минерализации. Анализ поясового распределения трещин и зон дробления (см. рис. 1, диаграмма II), с учетом известных элементов залегания плоскости разлома (по данным бурения) и направления горизонтальных перемещений крыльев разлома, позволяет говорить о левом взбросо-сдвиге, реализуемом в зоне Главного рудовмещающего разлома.

В центральной части месторождения рудные зоны 1, 1а круто ($55-80^\circ$) падают к северо-востоку по азимуту 45° . В северо-западном направлении зона 1а выгибается и залегает субвертикально с падением к востоку. На юго-восточном фланге зона расчленена более поздним субширотным разломом и смещена влево (к востоку) на 120–150 м.

В пределах рудной зоны выделяются обогащенные участки, приуроченные к пересечениям разноориентированных разломов. Морфологически это столбообразные зоны интенсивного прожилкования увеличенной (относительно рудных зон) мощности. Поисковыми работами выявлено расположение рудных столбов через 300–500 м при их ширине 2–5 м: Северо-Западный Кимпиче (диаграмма III), Центральный Кимпиче (диаграмма IV), Юго-Восточный Кимпиче (диаграммы II, V).

Геометрически рассчитанное склонение (ось *B*) рудных столбов обычно крутое $50-70^\circ$ (см. рис. 2) и направлено, как правило, поперек направления перемещения крыльев разлома. Таким образом, рудные столбы представляют собой почти вертикальные обогащенные колонны, уходящие на глубину обособленными корнями. Согласно реконструкциям тектонических полей напряжений методом М.В.Гзовского, формирование рудных столбов происходило в условиях сдвиговых деформаций. Оси сжатия и растяжения ориентированы полого соответственно в субширотном и субмеридиональном направлениях.

Вторая рудная зона в северной части рудопроявления изучена слабо. Зона брекчирования и прожилкования прослеживается по обломкам сидеритовых, кварц-сидеритовых прожилков, а также мимонитов и сидеритовых с сидеритовым цементом и

лимонитовых брекчий в полосе шириной 5–10 м северо-западного ($290-320^\circ$) простирания. Суммарная прослеженная протяженность зоны составляет 600 м. С юго-востока к зоне прожилкования причленяется субсогласная с залеганием пород сидеритовая жила мощностью до 1 м.

Третья рудная зона вскрыта канавами на восточном фланге участка и прослежена по азимуту 290° на 600 м. Мощность зоны (по развалам) 5–10 м. Зона имеет прожилковое строение; мощность отдельных прожилков не превышает 0,05 м (в среднем 0,005 м) при интенсивности прожилкования до 5–10 прожилков на 0,1 м. Прожилки разноориентированные, в местах их сочленения друг с другом отмечаются раздувы мощности. Часто к местам сочленения приурочены блеклые руды.

Рудная зона состоит из серии дуплексов сжатия, имеющих в плане форму линз, вытянутых в северо-северо-западном направлении. Дуплексы образованы в области перекрытия двух субширотных левосторонних сдвигов и представляют собой серию ветвящихся и веерообразно расщепляющихся разрывов. Судя по положению *R*- и *R'*-сколов, рудовмещающие структуры зон 4, 4б, 4в образовались в условиях пологой ориентации осей субмеридионального сжатия и субширотного растяжения (см. рис. 1, диаграмма VI).

Серебряная минерализация приурочена к изгибам разрывов, которые отклоняются к северо-северо-западу и сопровождаются зонами прожилкования. Полюса кварц-карбонат-сульфидных прожилков образуют на сферической диаграмме V четко выраженный пояс вдоль дуги большого круга. Ось пояса круто погружается на северо-восток и пространственно совпадает с положением промежуточной оси σ_2 , реконструированной на диаграмме IV. Такое совпадение осей свидетельствует о синхронном развитии процессов минерализации и раскрытия зон дробления в едином поле напряжений. При этом наиболее продуктивные участки зон дробления должны быть ориентированы перпендикулярно оси максимально растягивающих напряжений σ_1 , полого погружающейся в субширотном направлении.

Исследования, проведенные в пределах месторождения Кимпиче, позволяют выделить основные этапы формирования его структуры (рис. 3). На ранних стадиях происходило образование брахиформной складчатости срыва в условиях субширотного сжатия и вертикального растяжения. Возникли соскладчатые взбросы и надвиги, которые ограничивают коробчатый свод Имтанджинской горст-антиклинали. На более поздних стадиях формирования складчатости, в условиях сохраняющегося суб-

широтного сжатия, происходила переориентация оси максимального растяжения в горизонтальное направление, что связано со значительной нагрузкой вышележащих пород, препятствующих деформации в поперечном сечении. Вследствие этого образовались системы диагональных сдвигов, косо ориентированных по отношению к оси Имтанджинской антиклинали — северо-западные левые и северо-восточные правые сдвиги, и одна система крутопадающих трещин отрыва, ориентированных поперек складки в субширотном направлении.

Слабоизмененные породы (алевролиты, глинистые и песчанистые алевролиты) отличаются от нижележащих не измененных пород (те же алевролиты и глинистые алевролиты) по светлomu фототону и пластовому характеру залегания.

Ширина ореолов метасоматических изменений составляет от первых метров до 250 м. Максимальная интенсивность метасоматоза приурочена к стержневым частям зон разрывных нарушений. Здесь породы приобретают коричневый цвет с поверхности и розоватый — на свежем сколе. Породы

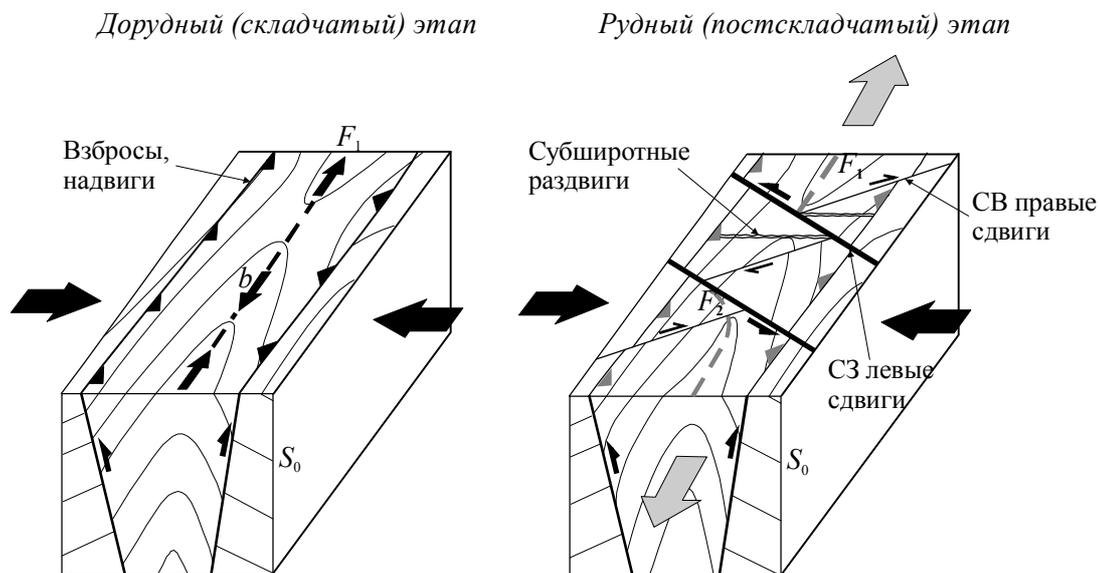


Рис. 3. Основные этапы формирования структуры месторождения Кимпиче:

F_1 — Имтанджинская горст-антиклиналь; b — шарнир складки (стрелками указано направление его ундуляции); F_2 — присдвиговая аксоноклиналь

Выявлены две структурные обстановки деформаций, контролирующие размещение рудных тел:

узлы пересечения разноориентированных разломов, где локализуются рудные столбы с крутым склонением;

веерообразные окончания S -образных кулис, к которым приурочены линзовидные раздувы жильных тел, предположительно вытянутые по падению разрывов.

Метасоматические изменения пород. Специфической особенностью месторождения Кимпиче по сравнению с другими объектами Западного Верхоянья является широкое развитие в его пределах метасоматически измененных пород. Максимальной проработке подверглись породы верхней пачки переслаивания алевролитов и песчаников в составе нижней и средней подсвит халджинской свиты.

легкие, пористые. Характерны полосчатые и пятнистые текстуры, особенно отчетливо проявленные на выветрелых поверхностях пород (рис. 4). Пятна и полосы причудливой формы коричневатого цвета отчетливо выделяются на светлом желтоватом или розоватом фоне. Микроскопическое изучение показывает, что полосчатость обусловлена чередованием существенно кварц-серицитовых слоев с полосами, обогащенными ярозитом. Осветление развито вдоль прожилков сидеритового состава с тетраэдритом и без него и связано с выносом углисто-го вещества из околопрожилкового пространства. Состав метасоматитов кварц-серицитовый, текстуры массивные, реже пятнистые, структуры микрoзернистые. Исходное строение породы сохраняется в редких случаях. Ранний сидерит в контактах с серицит-кварцевыми изменениями окисляется с об-

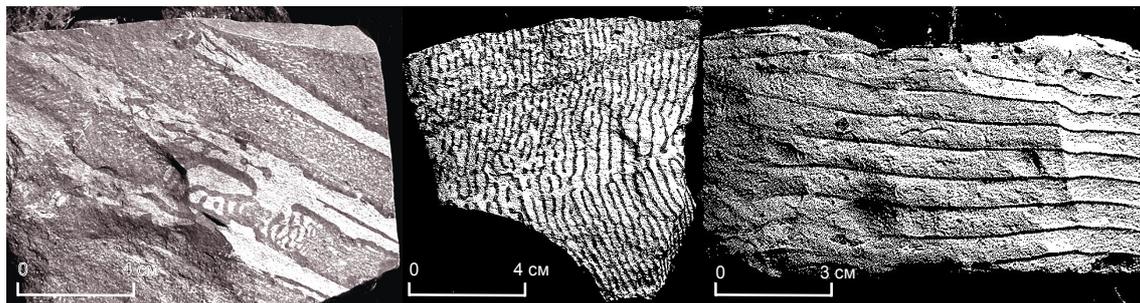


Рис. 4. Метасоматические изменения осадочных толщ:

ритмично-полосчатые («зеброидные») текстуры околорудных ярозит-кварц-серицитовых вторичных кварцитов по алевропесчаникам (светлые полосы — кварц-серицитовый агрегат, темные — то же, с ярозитом)

разованием гидроксидов железа и ярозита. Внешние зоны метасоматических изменений характеризуются незначительным развитием хлорита и слабой гидратацией слюд.

По данным рентгенофазового анализа (табл. 1) в составе метасоматитов присутствуют слабогидратированный серицит и кварц. В пределах рудной зоны отмечен каолинит. По профилю, отобранному из метасоматического ореола одной из рудных зон, отмечается уменьшение роли магнезиально-железистого хлорита от внешних зон к внутренним и увеличение роли кварца и серицита во внутренних зонах метасоматитов. Количество сидерита остается более или менее постоянным.

Для изучения особенностей химического состава метасоматитов проанализированы (силикатный анализ) породы со сходными текстурами (алевролиты со слойками песчаников), отобранные с одного стратиграфического уровня (верхняя часть средней подсвиты халджинской свиты) на различном удалении от рудной зоны. В пробы были отобраны в различной степени измененные породы (табл. 2).

Неизмененные породы. Черные плотные алевролиты с тонкими слойками песчаного материала. Углистые алевролиты с хлоритом, мусковитом, кварцем, альбитом в обломках и углистым веществом в основной массе породы. Отмечены конкреционные выделения (до 1 мм) карбонатного вещества. Породы равномерно-зернистые с постепенным переходом от мелкозернистых песчаников к алевролитам. Углистое вещество, пропитывающее все минералы, не позволяет определить количественные соотношения между ними. По данным рентгенофазового анализа в породе содержатся кварц, серицит, альбит, хлорит и сидерит (более 5%).

Метасоматические изменения средней интенсивности. Осветленные алевролиты серые, рит-

мично-полосчатые. Текстура свилеватая за счет конседиментационной деформации осадка. Суммарное количество изменений около 70%. Структура равномерно-мелкозернистая. Основная масса коричневатая из-за рассеянной вкрапленности гидроксидов железа. Состав: серицит, кварц, сидерит (полностью замещен ярозитом и гётит-гидрогётитом) и альбит. По данным рентгенофазового анализа, кроме указанных минералов, присутствует каолинит (более 10%), в качестве примеси отмечен амфибол.

Интенсивные метасоматические изменения в пределах рудной зоны. Рассланцованные песчанитые алевролиты, полосчатые, пропитанные оксидами марганца. Вторичные минералы представлены серицитом, кварцем, каолинитом. Гидроксиды железа развиваются за счет сидерита. Количество вторичных минералов составляет 80%. По данным рентгенофазового анализа отмечаются также хлорит, амфибол, сидерит (2–5%).

По мере приближения к рудной зоне происходит снижение количества органического углерода (от 1,72 до 1,09%), глинозема (до 17,2%), закисного железа (от 3,59 до 1,65 и 1,36%). Увеличивается количество трехвалентного железа (от 1,87 до 6,19%), калия (от 2,88 до 3,77%). В метасоматитах из рудной зоны повышено количество CO_2 0,36% и MnO 0,014%. Количество кремнезема и других оксидов остается практически без изменений. Высокие значения потерь при прокаливании (от 5,44 до 7,16%) при низком количестве глинистых минералов указывают на высокую пористость метасоматитов. Максимальные значения потерь при прокаливании наблюдаются вне рудной зоны.

Формационная классификация метасоматитов не может быть определена на основании имеющихся данных. С одной стороны, состав метасоматитов отвечает кварц-серицитовой и кварц-каолинитовым

1. Минеральный состав метасоматически измененных пород участка Кимпиче по результатам рентгенофазового анализа (аналитик Э.И.Алышева, ЦНИГРИ)

Место отбора пробы	Минералы	Характеристика минералов							
		Хлорит				Слюда			
		csin	$J_1-J_2-J_3$	Al _x	Fe _y	dI _{исх}	dA	csin	J_1/J_2
100 м до рудного тела	Кварц, слюда, каолинит, полевой шпат, гётит (ярозит)					10,16	0,27	19,91	1,4
То же	Кварц, слюда, полевой шпат, хлорит (гётит-гематит)	14,16	26-55-19	1,3	2	10	0,02	19,98	1,8
50 м »	Кварц, слюда, полевой шпат, хлорит (сидерит, пирофиллит?, гипс?)	14,21	28-50-22	1,17	1,5	10	0,02	19,98	1,7
30 м »	Кварц, полевой шпат, слюда, (хлорит, сидерит, амфибол?)	14,16				10	0,02	19,99	1,6
10 м »	Кварц, слюда, полевой шпат, сидерит (каолинит, амфибол)					9,98	0	19,95	1,5
Рудная зона	Кварц, слюда, каолинит (полевой шпат, сидерит)					9,96	0	19,97	2
Полосчатые метасоматиты	Кварц, слюда, каолинит, полевой шпат (сидерит? кальцит? гётит?)					9,96	0,02	19,95	1,5
Полосчатый вторичный кварцит в 150 м от рудной зоны	Кварц, слюда, каолинит (полевой шпат, амфибол, сидерит?)					9,98	0,02	19,97	1,7
Вторичный кварцит из рудной зоны	Кварц, слюда, каолинит (хлорит? амфибол, сидерит?)					9,98	0	19,95	1,4
Вторичный кварцит в 20 м от рудной зоны	Слюда, кварц, полевой шпат, хлорит (каолинит, биотит?)					10	0	19,97	2
Слабоизмененный алевролит	Кварц, слюда, полевой шпат, хлорит, сидерит					9,98	0	19,97	2,2

Примечание. В скобках указаны минералы в малых количествах: сл (2-5%), ? — <2%; $d=dI_{исх}-dI$ с глицерином.

2. Содержание породообразующих оксидов в метасоматитах месторождения Кимпиче, мас. %*

Описание образца	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	S _{общ}	MnO	C _{орг}	CO ₂	ППП
Полосчатый вторичный кварцит в 150 м от рудной зоны	64,14	19,12	2,79	1,65	0,42	0,93	0,52	0,07	3,59	0,04	0,006	1,23	<0,01	7,16
Вторичный кварцит из рудной зоны	64,16	17,16	6,19	1,36	0,67	0,86	0,50	0,07	3,77	0,04	0,014	1,09	0,36	5,74
Слабоизмененный алевролит	63,22	18,62	1,87	3,59	0,66	1,48	0,46	2,17	2,88	0,06	0,024	1,72	<0,01	5,44

* Силикатный анализ выполнен в лаборатории ЦНИГРИ.

зонам колонки вторичных кварцитов, с другой — по мере приближения к рудным зонам для метасоматических пород устанавливается привнос K, Fe, SiO₂ и вынос Mg, Na, C_{орг}, что более характерно для березитов. Однако уже на данной стадии изучения ряд признаков (полосчатые текстуры, плащеобразное пологое залегание части метасоматических ореолов, развитие каолинита) позволяет предполагать их близповерхностный генезис. Гипергенное происхождение каолинита может быть подтверждено при бурении скважин.

Минеральный состав руд и последовательность рудоотложения. Дорудная минерализация, достаточно широко развитая в пределах месторождения, представлена следующими минеральными ассоциациями.

Ранняя кварцевая ассоциация — прожилки мощностью до 4 см серовато-белого метасоматического «книжного» кварца с просечками углисто-го вещества, а также жилы и линзы молочно-белого кварца. К этой же ассоциации относятся прожилки выполнения мощностью до 7 см, телескопирующие прожилки «книжного» кварца и сложенные прозрачными мелкими кристаллами горного хрусталя призматического габитуса. Температура гомогенизации жидкой фазы газовой-жидких включений в кварце данной ассоциации 200°C.

Кварц-сидеритовая ассоциация представлена кварц-сидеритовыми прожилками, пересекающими ранние кварцевые жилы, и кварц-сидеритовыми агрегатами, цементирующими обломки «книжного» кварца, алевролитов в пределах зоны Главного разрывного нарушения. К этой ассоциации относятся единичные реликтовые идиоморфные зерна пирита и арсенопирита. По пириту развиты каймы халькозина, содержащего примеси Fe, Ag (около 1%).

Серицит-кварцевая ассоциация слагает ореолы серицит-кварцевых и каолинит-кварцевых метасоматитов в пределах зон разрывов. Не исключено, что часть безрудных сидеритовых линз при формировании этой ассоциации была окислена с образованием гётита и гидрогётита.

Минеральный состав *продуктивной серебротетраэдрит-сидеритовой ассоциации* простой. Основные рудные минералы — самородное серебро, тетраэдрит, в незначительных количествах обнаружен халькопирит, зерна пирита и арсенопирита единичны. Жильные минералы — сидерит, в меньшей степени кварц, на нижних горизонтах присутствует хлорит. По данным предшественников, в протоочках отмечены знаки галенита, висмутина, самородного серебра, куприт, самородная медь.

Продуктивная ассоциация представлена массивными линзами светло-коричневого (темно-коричневого при окислении) крупнокристаллического сидерита. В линзах, рассеянных поздними сидеритовыми прожилками, имеется метасоматическая вкрапленность блеклой руды (отдельные зерна размером до 5–6 мм). Реже отмечаются сингенетичные брекчии, в которых отдельные обломки кристаллов сидерита и прожилков тетраэдрита сцементированы мелкозернистым сидеритом. Для зон прожилкования характерны прожилки крупнокристаллического выщелоченного сидерита с «яичниковой» структурой, образованной кристаллами гётита, с наложенными метасоматическими гнездами тетраэдрита. Менее характерны и отмечены только в рудных зонах, согласных со слоистостью, пористые легкие метаморфозы гётита-гидрогётита по мелкозернистому сидериту с вкрапленностью окисленных зерен (до 3–5 мм) блеклой руды. Текстуры руд прожилковые, брекчиевые, реже массивные.

Блеклая руда (тетраэдрит) часто образует округлые, реже угловатые с сохранением прожилковидной формы выделения в сидеритовом или лимонитовом цементе. Тетраэдрит встречается в гнездах размером до 1 см и прожилках размером до 1,5 см в поперечнике. На месторождении выявлены две разновидности тетраэдрита (табл. 3). По результатам рентгеноспектрального микроанализа они различаются по содержанию ртути. Микроскопически ртутьсодержащий (до 2,3%) тетраэдрит отличается более высокими отражением и рельефом. Содержание серебра в тетраэдритах составляет 2,72–4,91%, однако, возможно, что эти данные завышены за счет захвата выделений самородного серебра. В сравнении с блеклыми рудами других месторождений Западного Верхоянья тетраэдриты месторождения Кимпиче отличаются существенно пониженными содержаниями серебра (табл. 4).

Самородное серебро образует мельчайшую вкрапленность в тетраэдрите и более крупные выделения среди продуктов его изменения. Вкрапленность серебра в тетраэдрите удалось обнаружить благодаря образованию дендритов акантита в результате окисления вкрапленников серебра (<1 мкм) после распиливания образцов (в течение двух дней после распиловки). Выделения самородного серебра видны в центре крупных дендритов акантита в виде ярких точек.

Более крупные пластинчатые выделения серебра (до 2 мм) находятся в сростании с кварцем, малахитом и азурином. Состав этого серебра исследован рентгеноспектральным микроанализом (CAMEBAX SX-50). Полученные результаты (см. табл. 3) показывают, что серебро содержит приме-

3. Рентгеноспектральный микроанализ минералов участка Кимпиче, вес.% (аналитик И.А.Брызгалов, МГУ)

Номера образцов	Минералы	As	Se	S	Ag	Sb	Cd	Sn	Te	Pb	Bi	Zn	Cu	Fe	Mn	Hg	Сумма
ГО-03-32	Тетраэдрит	3,15	0,04	24,92	4,80	25,56	0,00	0,16	0,07	0,00	0,43	1,09	34,88	5,89	0,00	0,00	100,97
	Акантит-халькозин-гидрогётитовая кайма по тетраэдриту	4,02	0,04	21,49	6,73	21,58	0,00	0,18	0,05	0,00	0,40	0,95	35,90	5,51	0,00	0,00	96,85
	Гётит-гидрогётит	2,45	0,01	1,02	4,66	29,79	0,00	0,15	0,00	0,00	0,43	0,24	15,69	6,16	0,00	1,22	61,81
	То же	4,83	0,04	0,39	1,60	18,66	0,00	0,09	0,00	0,00	0,84	0,12	29,72	5,74	0,04	0,00	62,06
А-701	Серебро (мелкое выделение)	2,39	0,02	16,33	28,86	16,66	0,06	0,12	0,00	0,00	0,11	0,49	24,59	4,14	0,00	0,06	93,82
	То же	2,42	0,01	16,03	23,89	19,12	0,14	0,11	0,07	0,00	0,13	0,73	27,35	4,91	0,04	0,06	94,97
	Тетраэдрит	4,29	0,00	25,13	4,07	24,46	0,04	0,16	0,00	0,00	0,30	0,86	36,72	5,75	0,00	1,13	102,90
	То же	3,58	0,06	24,50	4,81	25,15	0,08	0,13	0,00	0,00	0,40	0,81	36,19	5,66	0,00	1,07	102,44
А-740/3	Серебро (мелкое выделение)	1,35	0,02	10,71	69,46	2,63	0,39	0,00	0,05	0,00	0,61	0,14	2,02	5,99	0,09	0,22	93,68
	Гётит-гидрогётит (10×10 мкм)	0,95	0,04	6,25	46,00	0,94	0,25	0,00	0,05	0,00	0,27	0,10	19,22	3,30	0,02	1,76	79,14
	Тетраэдрит	3,73	0,06	24,59	3,82	24,99	0,00	0,08	0,00	0,00	0,37	1,09	37,31	5,59	0,07	0,00	101,69
	То же	3,62	0,01	24,44	4,98	24,61	0,00	0,13	0,15	0,00	0,50	1,14	35,38	5,65	0,02	2,30	102,92
А-711	Гётит-гидрогётит	5,73	0,06	0,18	0,06	32,00	0,03	0,18	0,00	0,13	0,50	0,51	11,23	15,86	0,00	0,00	66,49
	Серебро	0,00	0,06	0,03	97,91	0,00	0,39	0,00	0,21	0,00	0,07	0,12	3,70	0,05	0,00	1,07	103,60
	То же	0,00	0,05	0,21	98,46	0,00	0,54	0,00	0,24	0,07	0,11	0,37	1,68	0,12	0,01	0,36	102,21
	Тетраэдрит	5,76	0,06	25,19	4,53	21,43	0,06	0,07	0,02	0,00	0,08	2,12	36,54	4,85	0,00	0,00	100,71
А-711	Акантит-халькозин-гидрогётитовая кайма по тетраэдриту	5,86	0,06	3,33	4,80	25,28	0,02	0,16	0,00	0,00	0,07	0,31	19,39	10,94	0,01	0,00	70,21
	Тетраэдрит	5,35	0,02	25,68	2,70	22,46	0,00	0,13	0,07	0,00	0,16	1,91	38,52	4,90	0,05	0,00	101,94
	То же	5,43	0,07	25,44	2,73	22,36	0,00	0,12	0,00	0,00	0,16	2,42	37,59	4,55	0,00	0,42	101,25
	Куприт	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	86,67	2,53	0,00	0,00	89,33
ГО-03-57	Серебро	0,00	0,00	0,14	98,82	0,03	0,29	0,00	0,00	0,10	0,00	0,05	0,40	4,49	0,01	0,51	104,83
	Пирит	0,00	0,10	52,90	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,26	0,00	0,09	47,86	0,00	0,00	101,30
	Халькозин	0,00	0,19	20,58	1,14	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,14	0,10	77,60	2,08	0,03	0,00	101,88
	Халькоширит	0,00	0,01	33,79	0,00	0,00	0,03	0,02	0,07	0,00	0,15	0,00	34,63	30,43	0,02	0,00	99,14

4. Химический состав блеклых руд месторождений Западного Верхоянья, %
по А.В.Костину, 2001, для Кимпиче — данные авторов

Число анализов	S	Ag	As	Fe	Pb	Sb	Se	Cu	Bi	Te	Zn	Hg	Sn	Сумма
Мангазейское рудное поле														
Рудная зона Кузьминская														
17	21,75	26,36	0,19	1,25	0,10	26,16	0,07	18,74	0,11	0,12	5,12	0,11	0,21	100,12
Рудная зона Васильевская														
34	20,82	29,99	0,37	1,57	0,07	24,80	0,07	17,14	0,05	0,10	4,62	0,06	0,22	99,86
Рудная зона Михайловская														
13	23,02	22,20	0,14	1,90	0,36	25,96	0,09	21,26	0,11	0,09	5,02	0,08	0,36	100,53
Участок Стержевое														
16	23,16	13,88	0,08	2,35	0,05	27,96	–	29,29	0,09	0,03	3,03	0,12	0,08	99,35
Месторождение Нижнеэндыбальское														
7	22,89	23,73	0,11	4,64	0,08	26,04	–	20,43	0,15	0,07	2,23	0,20	0,08	100,23
Месторождение Безымянное														
10	22,33	22,62	0,07	3,82	0,03	26,46	0,01	21,60	0,03	0,03	2,01	0,01	0,08	99,09
Нюектаминское рудное поле														
Чочимбальское месторождение														
45	23,83	17,20	0,81	3,07	0,11	25,28	0,01	25,91	0,04	0,07	3,43	0,22	0,09	100,07
Кысылтасское месторождение														
10	23,22	9,07	1,51	2,90	0,17	25,67	0,01	30,82	0,08	0,10	5,80	0,08	–	99,43
Месторождение Раннее														
12	20,77	17,93	0,05	3,29	0,05	26,92	0,03	24,98	0,12	0,11	5,24	0,03	–	99,53
Хобяту-Эчийское рудное поле														
Имтанджинское месторождение														
14	21,65	30,58	0,10	5,21	0,04	25,66	–	15,83	0,02	0,04	0,52	0,02	0,10	99,76
Кимпиче-Берелехское рудное поле														
Месторождение Кимпиче														
4	25,10	3,96	4,50	5,31	0,00	23,61	0,05	36,81	0,26	0,04	1,55	0,00	0,11	101,28
4	24,88	4,15	4,23	5,40	0,00	24,14	0,04	36,47	0,34	0,04	1,31	1,23	0,13	102,34

си Cu, Hg, Fe, S и в отличие от месторождений Мангазейского рудного поля не содержит Sb.

Халькопирит распространен преимущественно в узлах пересечения северо-западных и субмеридиональных рудоносных структур, образует вкрапленность, гнезда, мелкие прожилки, пересекающие выделения тетраэдрита.

Для изучения геохимических особенностей руд из наиболее характерных их разновидностей были отобраны пять проб массой около 1 кг. Все пробы первоначально проанализированы гамма-активационным и пробирным анализами в лаборатории ГУГПП «Янгеология», а затем методом ICP MS на 70 элементов в лаборатории ЦНИГРИ. По результатам анализов рассчитаны средние содержания элементов.

Содержание Cu в рудах месторождения Кимпиче составляет до 4,16%, что определяется присутствием основного рудного минерала — тетраэдрита. В этом случае медь может рассматривать-

ся как попутный компонент при добыче серебра. В рудах установлены максимальные среди серебряных месторождений Западного Верхоянья содержания Sb 2,11%, что обусловлено наличием сурьмяной блеклой руды — тетраэдрита, Bi 334,59 г/т, Ba 102,6 г/т, Hg 311,59 г/т.

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить связи серебра с другими элементами. Положительные корреляции серебра установлены с In (0,987), V (0,843), Bi (0,757), Au (0,737), Re (0,647), Ba (0,619), наиболее сильные отрицательные — с Li (–0,952), Ti (–0,843), Th (–0,826), Cr (–0,795), B (–0,773), Sc (–0,747), Cd (–0,708), Ge (–0,701), а также с Zn (–0,529), Pb (–0,606).

Ассоциация элементов, характерная для месторождения Кимпиче (подчеркнуты элементы, образующие собственные минеральные фазы), выглядит следующим образом:

+ In, V, Bi, Au, Re, Ba

– Pb, Zn, Li, Ti, Th, Cr, B, Sc

Рудные прожилки и сидеритовые линзы пересечены или телескопированы прожилками кварц-карбонатного состава с прозрачным кварцем и лепестковидными кристаллами сидерита, которые, в свою очередь, пересечены кальцитовыми прожилками (*пострудные ассоциации*).

На месторождении широко развиты процессы гипергенеза. Вторичные минералы представлены различными оксидами и гидроксидами железа, малахитом, азуритом, халькозином, ковеллином, смитсонитом, церусситом, купритом, самородной медью и серебром. Большая часть первоначально массивных сульфидных или сидеритовых брекчий, жил полностью окислена с образованием пористых, «сухарных» лимонитовых прожилков. Достаточно часто отмечаются малахит, азурит, церуссит, на восточном фланге — лепестковидные агрегаты смитсонита. Наиболее окислены руды в пределах верхней пачки переслаивания, наименее — в нижней пачке переслаивания алевропесчаников и песчаных алевролитов. Несмотря на активное окисление сидерита, блеклые руды окислены относительно слабо, однако и они часто замещаются зеленовато-желтым вторичным минералом (валентинит?), малахитом и азуритом.

В акантит-халькозин-гидрогётитовых каймах по тетраэдриту содержания серебра часто выше, чем в тетраэдрите и достигают 6,73%. Анализ неоднородного по плотности гётит-гидрогётитового выделе-

ния при размере электронного пучка 10x10 мкм показывает наличие в нем 46% Ag.

Данные по гомогенизации флюидных включений в кварце, изотопному составу серы, углерода и кислорода. Изучение газовой-жидких включений в кварце продуктивной ассоциации (аналитик С.Г.Кряжев) показывает, что температуры гомогенизации соответствуют $210 \pm 10^\circ\text{C}$ для первичных включений в кварце кварц-сидеритовой до-рудной ассоциации и несколько ниже (185°C) для вторичных. Соленость флюида оценивалась по данным криометрии и составила $12 \text{ NaCl}_{\text{экв.}} \text{ мас.}\%$ для первичных включений. В некоторых более мелких (вероятно, вторичных) включениях обнаружены кристаллики галита, по которым соленость оценена в $31 \text{ NaCl}_{\text{экв.}} \text{ мас.}\%$. Давление, оцененное для этой же группы включений, составило не менее 100 бар.

Для оценки источников рудообразующих растворов проведены анализы составов сульфидной серы тетраэдрита, кислорода и углерода неокисленного сидерита рудных зон. Результаты анализов сведены в таблицы 5–7 и сравнивались с результатами, полученными по месторождениям Западного Верхоянья. Незначительное количество проб позволяет сделать лишь предварительные выводы о характере источников растворов. Изотопный состав серы тетраэдрита варьирует от $-3,40$ до $0,80\%$, занимая практически весь интер-

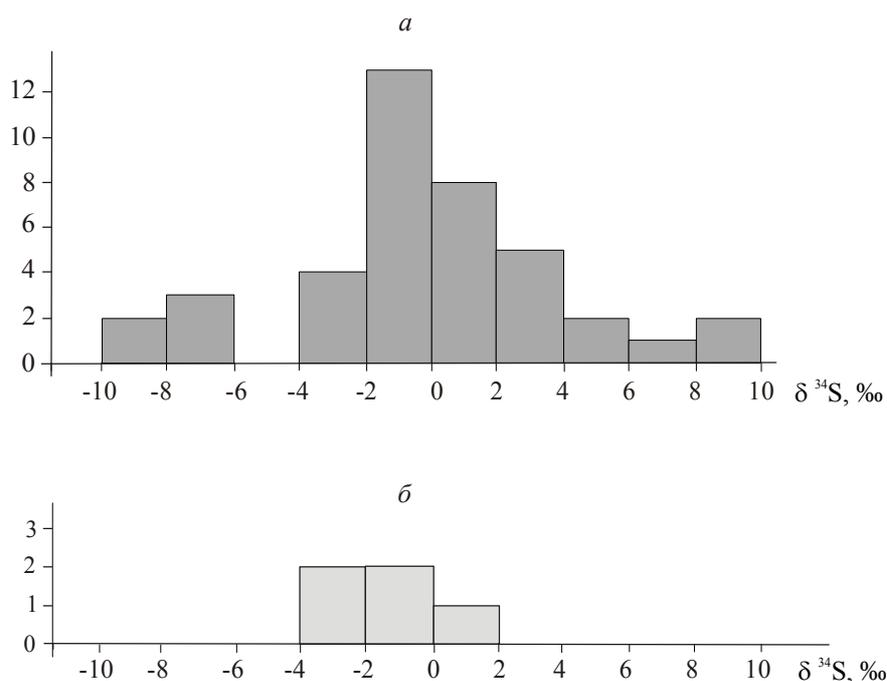


Рис. 5. Гистограммы частот изотопного состава серы сульфидов из месторождений Западного Верхоянья (а) и серы тетраэдрита из месторождения Кимпиче (б)

5. Изотопный состав серы тетраэдрита месторождения Кимпиче

Номера проб	Минералы	$\delta^{34}\text{S}$, ‰	Минеральная ассоциация
ГО-03-32	Тетраэдрит	-3,4	Серебро-блеклорудно-сидеритовая
A-707	То же	-2,2	То же
A-712/1	»	-1,9	»
КС-114	»	-0,8	»
T-5/2	»	0,8	»

6. Изотопный состав кислорода и углерода сидерита и кислорода кварца, месторождение Кимпиче

Номера проб	$\delta^{13}\text{C}$, ‰	$\delta^{18}\text{O}(\text{SMOW})$, ‰	$\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O})$, ‰	$T_{\text{гом}}$, °C	Минеральная ассоциация
ГО-03-272 (к2)	-1,00	21,7	7,8	185	Серебро-блеклорудно-сидеритовая
T-7/2		13,1	2,1	210	Кварц-сидеритовая
ГО-03-30/2		13,9	2,9	210	То же
T-4/3		13,8	2,8	210	»

7. Параметры минералообразующих растворов (по данным анализа состава флюидных включений в кварце)

Номера проб	Стадия	Преобладающие компоненты	Концентрация, мас. % $\text{NaCl}_{\text{экв}}$	T , °C*	P , бар	Минеральная ассоциация
ГО-03-30/2	2	Ca (Na) Cl	31,0	185	>100	Серебро-блеклорудно-сидеритовая
ГО-03-30/2	1	Na (Ca) Cl	12,0	210±10		Кварц-сидеритовая

* Оценена по 10–20 замерам.

вал значений, характерных для серебро-полиметаллических месторождений Западного Верхоянья (рис. 5). Изотопный состав углерода ($\delta^{13}\text{C}=1\text{‰}$) и кислорода ($\delta^{18}\text{O}(\text{SMOW})=21,7\text{‰}$) карбоната отвечает изотопному составу карбоната месторождений Ньюектаминского рудного узла и попадает в поле состава карбонатов с предполагаемым осадочно-гидротермальным генезисом. Изотопный состав кислорода в гидротермальном флюиде оценен на основе предположения о близости температур флюида при образовании сидерита и температур гомогенизации вторичных газовой-жидких включений в кварце.

Изотопный состав кислорода флюида, рассчитанный по кварцу ($\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O})=2,1-2,8\text{‰}$), существенно отличается от изотопного состава кислорода флюида, рассчитанного по карбонату ($\delta^{18}\text{O}(\text{H}_2\text{O})=7,8\text{‰}$), что подтверждает предположение о формировании кварца и массивного сидерита на различных стадиях гидротермального процесса. Полученные данные не противоречат гипотезе о присутствии магматогенной составляющей в составе гидротермальных растворов.

Продолженное исследование позволяет сформулировать следующие выводы.

Рудное поле Кимпиче контролируется региональной Имтанджинской антиклинальной складкой (длина более 300 км) и предполагаемой погребенной рифтогенной структурой — продолжением Собольского грабена северо-западного простирания. Вмещающие породы относятся к глубоководной песчанисто-алевролитовой турбидитной формации. На небольшом удалении по простиранию рудных зон (в том числе согласных) в песчаных горизонтах развиты линзы известковистых песчаников (часто с ископаемой фауной брахиопод и с текстурами «cone in cone»). Геохимические аномалии, сходные по комплексу элементов с рудными, пространственно связаны с полями распространения именно этих карбонатных песчаников.

В пределах рудного поля и даже всего рудного района не установлено проявлений магматической деятельности, однако на глубине по данным анализа гравитационных и магнитных аномалий предполагается наличие гранитоидного массива.

В структуре рудных зон сочетаются субпластовые жильно-прожилковые и секущие прожилковые зоны и минерализованные зоны дробления, что определяет столбообразный характер распределения богатой рудной минерализации.

В пределах рудного поля развиты линейные и площадные ореолы серицит-кварцевых и каолинит-кварцевых метасоматитов.

Продуктивная минерализация сформирована в один этап и отличается от других серебрянорудных месторождений Западного Верхоянья преимущественно самородной формой серебра, повышенным количеством ртути и пониженным свинца и цинка в составе руд. Данные изотопии и температур гомогенизации флюидных включений указывают на значительный диапазон физико-химических условий формирования рудной минерализации.

Такие особенности месторождения, как отсутствие проявлений магматизма, интенсивное развитие специфических метасоматических изменений, простой состав руд, низкое содержание серебра в тетраэдрите, преимущественно самородная форма нахождения серебра в рудах, отрицательные корреляции серебра с цинком, свинцом, позволяют выде-

лить новый — серебро-сурьмяный — тип серебряно-полиметаллических месторождений в Западном Верхоянье.

Перспективы месторождения определяются протяженностью и высокой степенью тектонической переработки разрывных структур, устойчивостью минерального состава руд на всем протяжении зон, незначительным срезом рудных зон и, наконец, принадлежностью месторождения к серебро-сурьмяному минеральному типу серебряно-полиметаллической формации, характерным примером которого являются месторождение Асхатин (>12 000 т Ag) в Монголии и часть рудных зон месторождения Кер д'Ален (>30 000 т Ag) в США.

Авторы благодарят М.М.Константинова, Л.А.Остапенко, О.Б.Рыжова, С.Ф.Стружкова за помощь и консультации на всех этапах работы, а также Д.Н.Задорожного, принимавшего непосредственное участие в структурных исследованиях.

УДК 553.411 (574)

© М.С.Рафаилович, В.Л.Лось, 2006

МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА АКБАКАЙСКОГО ТИПА: МИНЕРАЛОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТА, ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ

**М.С.Рафаилович (Институт природных ресурсов ЮГГЕО, Республика Казахстан),
В.Л.Лось (Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья, Республика Казахстан)**

Рассматриваются геологическая позиция, состав метасоматических пород и руд, минералого-геохимическая зональность месторождений золота акбакайского типа. Охарактеризованы абстрактная модель крупного месторождения Акбакай и особенности статистического распределения концентраций золота. Выделены поисковые и оценочные критерии месторождений различной крупности.

Месторождение Акбакай — крупный золоторудный объект с высоким средним содержанием благородного металла (18,5 г/т), лидер среди объектов жильного золото-сульфидно-кварцевого геолого-промышленного типа в Казахстане. Это месторождение и его многочисленные средние и мелкие аналоги располагаются на юго-западной периферии Центрально-Казахстанского девонского вулканоплутонического пояса, локализуясь в Жельтауской металлогенической зоне в висячем боку регионального Жалаир-Найманского офиолитового шва северо-западного простирания. Месторождения зо-

лота акбакайского типа (МЗАТ) группируются в двух районах: собственно Акбакайском (Акбакай, Бескемпир, Аксакал, Кенжем, Карьерное, Светинское, Думан-Шуак, Кенгир, Алтынтас, Олимпийское и др.) и Майкабат-Алтынсайском (Майкабат, Алтынсай, Жаксы, Узунтас, Южно-Шабдарское и др.) [8]. Рудовмещающие породы — терригенные осадки верхнего ордовика (дуланкаринская, андеркенская, куяндинская свиты) и девонские малые интрузивы диорит-гранодиоритов (кызылжартасский комплекс). Вулканогенно-терригенные образования девонского возраста распространены ограниченно.

Прифронтальная зона Б характеризует верхний срез золотообразующей системы, наиболее богатый по запасам благородного металла. Оруденение локализовано в углеродистой алевролит-песчаниковой пачке позднего ордовика, интродуцированной крутопадающими малыми телами и дайками диорит-гранодиоритов. В магматитах и терригенных породах развиты березиты и березитоподобные метасоматиты с кварцем, серицитом, мусковитом, адуляром, карбонатами, пиритом, арсенопиритом. Руды отличаются телескопированностью золотопродуктивных ассоциаций, пестрым минеральным составом (полиметаллические сульфиды, разнообразие блеклые руды, сульфосоли Sb, Pb и Cu, самородные элементы), крупным, изменчивым по морфологии и пробности, самородным золотом, высокой геохимической неоднородностью главных сульфидов (пирита, арсенопирита, антимонита), несколькими генерациями золотоносного кварца. Вертикальный размах зоны 200–400 м.

Промежуточная зона В фиксирует среднее сечение золотообразующей системы. Вмещающие породы — отложения низов разреза углеродистой алевролит-песчаниковой пачки позднего ордовика. Наряду с секущими телами диорит-гранодиоритов, здесь нередки послойные силлообразные и седловидные интрузии с золотоносными жилами «лестничного» типа. Золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация — ведущая, золото-сульфосольная и золото-полиметаллическая выражены слабо. Минеральный состав руд — пирит, арсенопирит, теннантит, полиметаллические сульфиды, редко антимонит. Самородное золото крупное (до 5 мм), средне-высокопробное, с примесью As, Cu, Pb (до первых процентов). Пирит мышьяковистый (As до 1–2%), арсенопирит содержит повышенные концентрации Sb (0, n %). Протяженность зоны 200–400 м.

Тыловая зона Г, выполняющая корневую часть рудоносной системы, располагается в конгломерат-песчаниковой пачке позднего ордовика. Одиночные субпластовые мелкие интрузии, дайки диорит-гранодиоритов и золотоносные кварцевые жилы приурочены к крыльям локальных антиклиналей. Кварц массивный, высокотемпературный, с маломощной оторочкой гидротермально измененных пород (березиты, пропилиты). Рудные минералы — пирит, арсенопирит, полиметаллические сульфиды, теннантит, редко теллуриды. Количество сульфидов не более 2–3%. Самородное золото видимое (до 2–3 мм), высокопробное. Оруденение отличается простым элементным составом (чаще Au, As, Ag). Вертикальный размах зоны 200–500 м.

Совокупная рудно-магматическая система МЗАТ характеризуется высокоупорядоченной метасоматической, минеральной и геохимической зо-

нальностью, что способствует реставрации вертикального размаха колонны рудообразования, успешному решению поисковых и оценочных задач [8, 9].

«Сквозными типами гидротермальных изменений в МЗАТ являются березитовый и пропилитовый, подчиненное значение имеют альбитизация, турмалинизация, адуляризация, аргиллизация. Осевое положение в метасоматической колонке занимает стержневая кварцевая жила (система жил), обрамленная оторочкой синрудных березитов (кварц, серицит, мусковит, карбонат, пирит, арсенопирит). Ореол березитизации симметричен относительно осевой линии метасоматической колонки. Максимальная ширина березитов (до десятков метров) характерна для стволовой фации. В апикальной (А) и корневой (Г) фациях объемы березитизации резко сокращены. В зонах В и Г в березитах присутствуют анкерит, сидерит, турмалин и альбит.

Пропилиты подразделяются на региональные и локальные. Региональные пропилиты, обрамляющие золотоносную систему, имеют стандартный состав (хлорит, эпидот, кварц, кальцит, пирит). Локальные пропилиты проявлены в надрудной зоне А. В них присутствуют пириты {100}, {210}, {100}+{111}, содержащие тонкие эпигенетические включения самородного золота, арсенопирита, блеклой руды, сфалерита.

С завершающей стадией связаны кварц-адуляровая и кварц-каолинитовая ассоциации. Первая ассоциация (с антимонитом и самородной сурьмой) тяготеет к березитам верхнерудной зоны, вторая расположена гипсометрически выше березитов.

В рудах акбакайского типа в различных сочетаниях проявлены четыре золотоносные минеральные ассоциации: ранняя вкрапленная золото-пирит-арсенопиритовая с тонкодисперсным Au I; поздние жильные золото-полиметаллическая и золото-сульфосольная с кварцем и свободным Au II; заключительная прожилковая золото-антимониткиноварная с кварцем, баритом, кальцитом, марказитом, бертьеритом и мелким Au III (рис. 2).

Золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация (температура образования 370–270°C) ярко выражена в березитах промежуточной и прифронтальной зон. Метакристаллы пирита {100}, {210}, {100}+{210} содержат тонкодисперсное Au (десятки, реже сотни грамм на 1 т), As, Sb, Pb, Cu (до 0, n %), Ag (до сотен грамм на 1 т). Арсенопириту свойственны агрегативные скопления, короткостолбчатые призмы, тонкоигольчатые выделения с Au (сотни грамм на 1 т, иногда 1000 г/т), Ag (до 300 г/т), Sb (0, 1–1%).

Золото-полиметаллическая и золото-сульфосольная ассоциации формировались при температурах 290–200°C. В состав ассоциаций входят са-

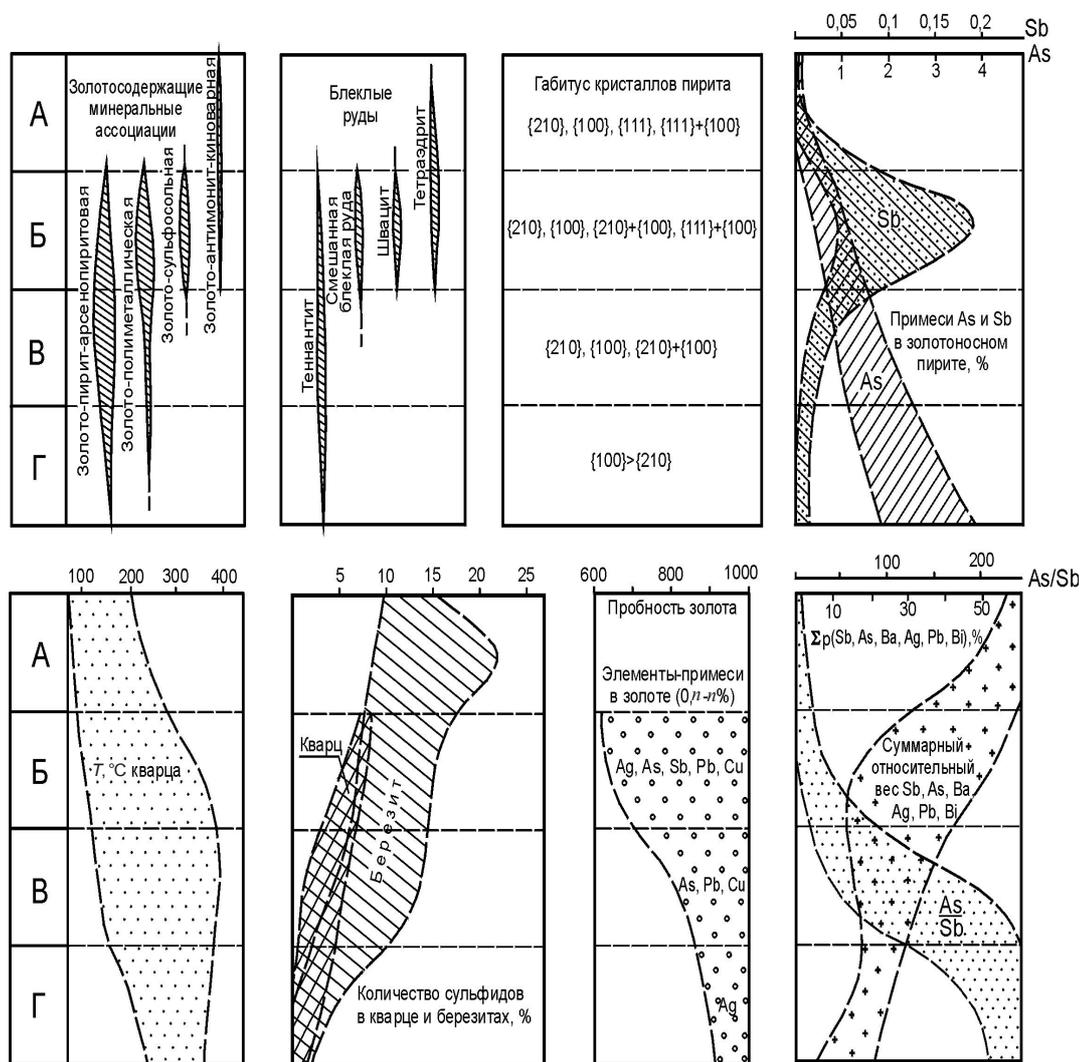


Рис. 2. Минералого-геохимическая зональность месторождений золота акбайкайского типа:

зоны: А — фронтальная, Б — прифронтальная, В — промежуточная, Г — тыловая

морозное золото, пирит, арсенипирит, блеклые руды, полиметаллические сульфиды, висмутин, буланжерит, джемсонит, бурнонит, самородные Au, Sb, Bi и другие минералы. Самородное золото зоны Б характеризуется повышенной крупностью (до 2–3, иногда 5–10 мм), широким диапазоном пробыности (<600–980), пестрым набором примесей (Ag, As, Pb, Sb, Hg, Cu). В промежуточной и тыловой зонах преобладает золото высокой пробы — соответственно 810–940 и 900–980.

Золото-антимонит-киноварная ассоциация (T 220–75°C) развита на верхних горизонтах. Основ-

ной рудный минерал — антимонит в гнездах, тонкопризматических кристаллах, спутанно-волокнистых и микропрожилковых образованиях. Примеси в антимоните — Au (не менее 10 г/т), Ag (до 100 г/т), As (0,1%), Pb, Zn, Cu, Co, Ni.

По вертикали, от зоны Г к зоне А, отмечаются отчетливые признаки минералого-геохимической зональности: регрессивная упорядоченность золотоносных ассоциаций с максимальным их выражением в зоне Б, смена ранних блеклых руд (теннантит, смешанная блеклая руда) поздними швацитом и тетраэдритом, усложнение кристаллографичес-

ких форм пирита, увеличение общего количества сульфидов в кварце и березитах, снижение температуры образования золотоносного кварца, количества мышьяка в золотоносном пирите, среднего As/Sb в рудах (см. рис. 2).

Абстрактная модель геохимической зональности, охватывающая весь рудоносный объем, выглядит следующим образом (снизу вверх): W, Mo, Sn → Ni, Co, Cr → Bi, As, Au I → Cu I, Zn, Pb I, Ag, Au II → Cu II, Pb II, Sb I, Hg I, Au II → Ba, Hg II, Sb II, Au III [8]. На уровне стволовой фации информативным показателем является отношение $(Au \cdot Pb)/(Co \cdot As)$, значения которого варьируют от

$1,5 \cdot 10^{-4}$ (зона В) до $3,0 \cdot 10^{-2}$ (зона Б) [12]. Среднее Sb/As меняется от $5 \cdot 10^{-3}$ в зоне Г до $n \cdot 10^1$ в зоне А. Суммарный относительный вес подвижных элементов (Sb, As, Ba, Ag, Pb, Bi) увеличивается от зоны Г (5–20%) к зоне А (более 40–50%). С абстрактной моделью МЗАТ хорошо коррелируют ряды вертикальной геохимической зональности конкретных месторождений. Ряд зональности месторождения Акбакай таков: Co-Cu-As-Sb-Ag-Au-Hg [12]. В Главной жиле месторождения Аксакал, вскрытой на глубину более 500 м, элементы распределены в аналогичной последовательности: W, Co, Cu - As, Zn, Pb - Sb, Ag, Au (рис. 3).

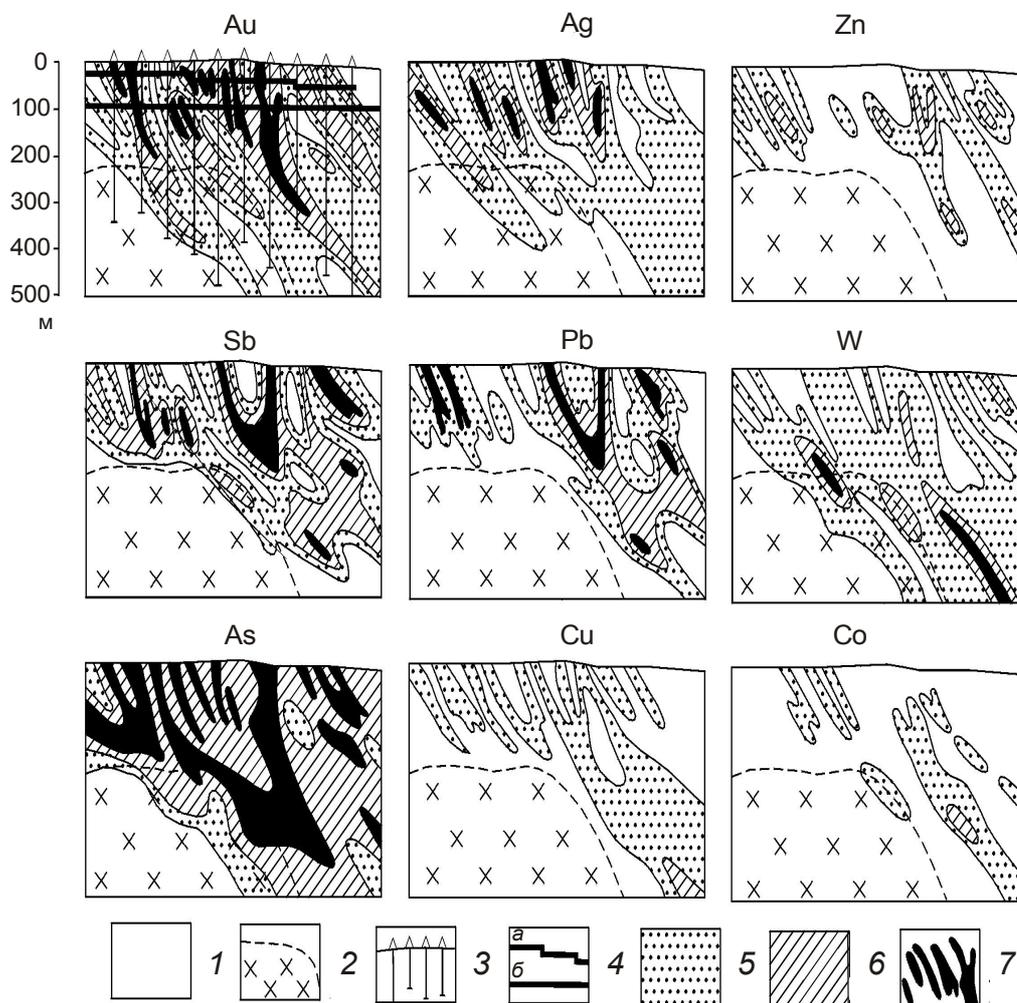


Рис. 3. Распределение золота и сопутствующих элементов в Главной жиле месторождения Аксакал (проекция на вертикальную плоскость), составлено М.С.Рафаиловичем по материалам Акбакайской ГРЭ:

рудовмещающие породы: 1 — верхнеордовикские углеродисто-терригенные образования, 2 — девонские диорит-гранодиориты; 3 — линии разведочных скважин; 4 — подземные выработки (а — горизонт шурфов, б — горизонт шахты); содержания элементов: 5 — Au 4,0–9,9 г/т, Ag 1,0–3,9 г/т, As 0,08–0,2%, Sb 0,01–0,025, Zn 0,02–0,05, Cu 0,01–0,025, Pb 0,015–0,045, W 0,0015–0,004, Co 0,003–0,005%; 6 — Au 10,0–24,9 г/т, Ag 4,0–9,9 г/т, As 0,25–0,75%, Sb 0,03–0,09, Zn 0,06–0,025, Cu 0,03–0,1, Pb 0,05–0,14, W 0,005–0,014, Co 0,006–0,015%; 7 — Au 25,0–100,0 г/т, Ag 10,0–30,0 г/т, As 0,8–2,0%, Sb 0,1–1,0, Pb 0,15–0,30, W 0,015–0,03%

Корреляционные связи элементов во многом определяются эрозионным срезом объектов. Слабоэродированные месторождения Акбакай, Аксакал и Кенжем отличаются высокими содержаниями и взаимной коррелятивностью Au, Sb, Ag, Pb и As — основных индикаторов кварц-сульфосольно-полиметаллической стадии. Глубокоэродированным мелким и очень мелким месторождениям свойственны низкие концентрации Sb, повышенная роль W, Mo и Sn, тесные связи в триаде Au-As-W (Олимпийское, Алтынтас, Алтынсай, Жаксы).

Эталонное месторождение Акбакай — «стержень» абстрактной модели МЗАТ. Его важнейшие оценочные параметры — статистическое распределение и пространственная изменчивость концентраций золота. При построении гистограмм статистического распределения использовались средневзвешенные содержания золота в пересечениях рудных тел. Выделение локальных минимумов и максимумов, обоснование полимодального распределения концентраций проводилось с помощью специально рассчитанной проверочной функции [3].

Структуру распределения концентраций золота изучали в шести пространственно сближенных жилах (рис. 4), включающих более 80% запасов мес-

торожения (жилы Главная, Юбилейная, Фроловская, Туkenовская, Пологая-1, Пологая-6). Гистограммы и параметры распределения концентраций золота приведены на рис. 5 и в табл. 1.

В жилах зафиксированы три основных уровня концентраций золота — *a*, *b* и *c*. Доминирующим для всех жил (65–90%) является уровень *a* с устойчивой модой 4–7 г/т. Наиболее часто встречающиеся в нем концентрации золота 4,36–9,12 г/т. От уровня *b* (20–120 г/т) он отделяется естественной границей 15–20 г/т.

В диапазоне уровня *b* структура распределения золота затуманена (в результате лавинообразного выпадения рудного вещества [2]), и здесь условно выделяются подуровни *b*₁ (мода 20–35 г/т) и *b*₂ (мода 50–90 г/т), разграниченные интервалом 30–50 г/т. Уровень *c*, соответствующий «ураганным» концентрациям золота (100–1000 г/т и более), от уровня *b* отделяется границей 100–150 г/т.

Повторяемость в жилах месторождения Акбакай одних и тех же «элементарных» уровней концентрации — следствие стационарного, самоорганизующегося развития рудоносной системы. Аналогичные проявления самоорганизации отмечаются и на других месторождениях золота [5, 6] и подтверждаются

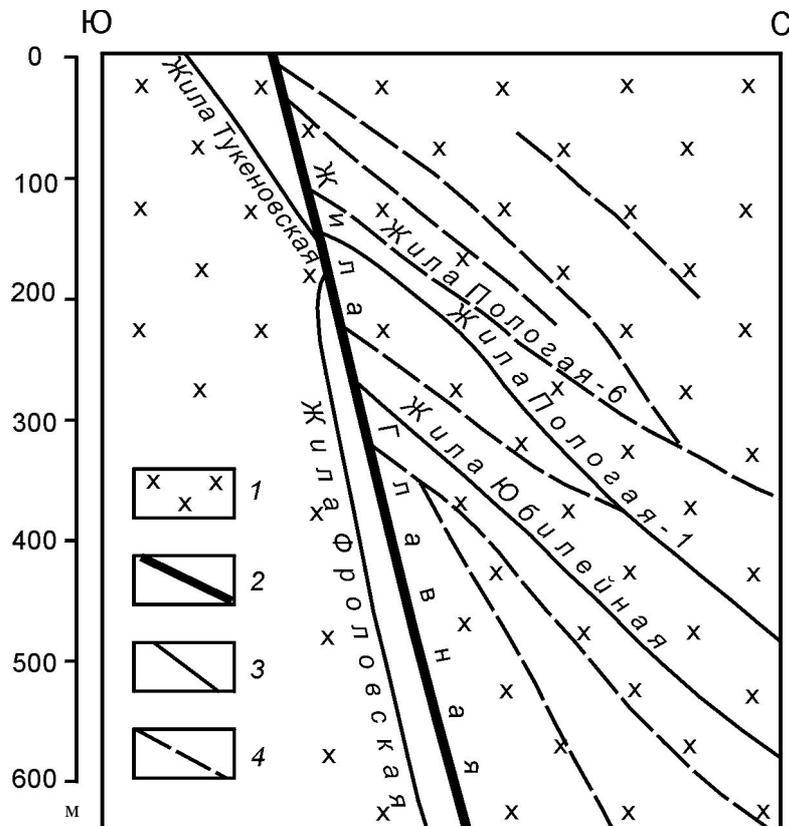


Рис. 4. Схема размещения золото-сульфидно-кварцевых жил в разрезе месторождения Акбакай, по [1]:

1 — диориты, гранодиориты; золотоносные жилы: 2 — Главная (Стержневая), 3 — основные, 4 — второстепенные

1. Структура статистического распределения концентраций золота в рудных жилах месторождения Акбакай

Рудные жилы	Параметры	Уровни и подуровни концентраций золота			
		<i>a</i>	<i>b</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>c</i>
Главная	Mo, г/т	7,08	35,5	89	250–500
	lg Mo	0,85	1,55	1,95	2,4–2,7
	<i>P</i> , %	67	16	12	5
	Границы между уровнями, г/т	20	60	120–200	
Юбилейная	Mo, г/т	5	25	40–60	125–800
	lg Mo	0,7	1,4	1,6–1,8	2,1–2,9
	<i>P</i> , %	79,0	9,2	6,8	5,0
	Границы между уровнями, г/т	16	30	80	
Фроловская	Mo, г/т	6,3	25	60	140–500
	lg Mo	0,8	1,4	1,8	2,15–2,7
	<i>P</i> , %	77,5	12,5	7,0	3,0
	Границы между уровнями, г/т	18	31	100	
Тукуновская	Mo, г/т	5,6	20	50	200–300
	lg Mo	0,75	1,3	1,7	2,3–2,5
	<i>P</i> , %	83,4	7,5	7,5	1,6
	Границы между уровнями, г/т	15	35	125	
Пологая-1	Mo, г/т	5,6	25	80	100–140
	lg Mo	0,75	1,4	1,9	2,2–2,6
	<i>P</i> , %	83,5	10	5,0	1,5
	Границы между уровнями, г/т	20	40	120	
Пологая-6	Mo, г/т	6,3	45		?
	lg Mo	0,8	1,65		?
	<i>P</i> , %	93,2	6,2		0,6
	Границы между уровнями, г/т	20		110	

Примечание. Mo — модальные значения концентраций Au «элементарных» распределений (уровней); *P* — «вес» (доля) проб каждого уровня.

материалами компьютерного моделирования рудообразующих гидротермальных процессов [4].

Прикладной аспект изучения структуры распределения золота заключается в определении границ экономически рентабельного оруденения, обосновании качества (сортности) рудных тел и последовательности их отработки. С учетом полимодального распределения главного металла на месторождении Акбакай выделяются следующие сорта руд: Au менее 2 г/т — забалансовые; Au 2–20 г/т — рядовые; Au 20–120 г/т — с повышенными содержаниями (рудные столбы первого порядка); Au более 120 г/т — богатые (рудные столбы второго и третьего порядков).

Пространственная изменчивость концентраций золота подразделяется на локальную и общую. Локальная изменчивость оценивалась с помощью вариограмм, общая — по фрактальной размерности (градиентам поля концентраций). При построении вариограмм концентраций Au во всех жилах наблюдался очень высокий эффект «самородков» (60–100% от дисперсии), при котором локальная изменчивость затушевывает изменчивость более низких порядков. Для расчета «радиуса влияния»

отдельных пересечений вариограммы строились по модельным, несколько сглаженным значениям концентраций Au (эффективный радиус сглаживания 1 м). Для этих условий «радиус влияния» концентраций Au в рудных пересечениях составил 5–16 м, в отдельных выборках наметилась зона влияния 20–30 м. В среднем примерно на 100 вариограмм были получены следующие значения «радиусов влияния», м: для участков с преобладанием уровня концентраций *a* — 11–12, уровня *b* — 9–10, уровня *c* — 8–9.

Оценка общей изменчивости концентраций Au основывалась на вычислении фрактальной размерности поля градиентов:

$$G[C(\text{Au}); L] = L^{1-D}$$

где *G* — градиент концентраций Au при среднем расстоянии между точками опробования *L*; *D* — показатель фрактальной размерности [11].

На графиках lg *G* – lg *L* тангенс наклона линии равен 1–*D*. Величина *D* меняется от 1 до 2. По градиентам концентраций Au, замеренным в жиле Главная, во всех случаях, включая участки богатых и от-

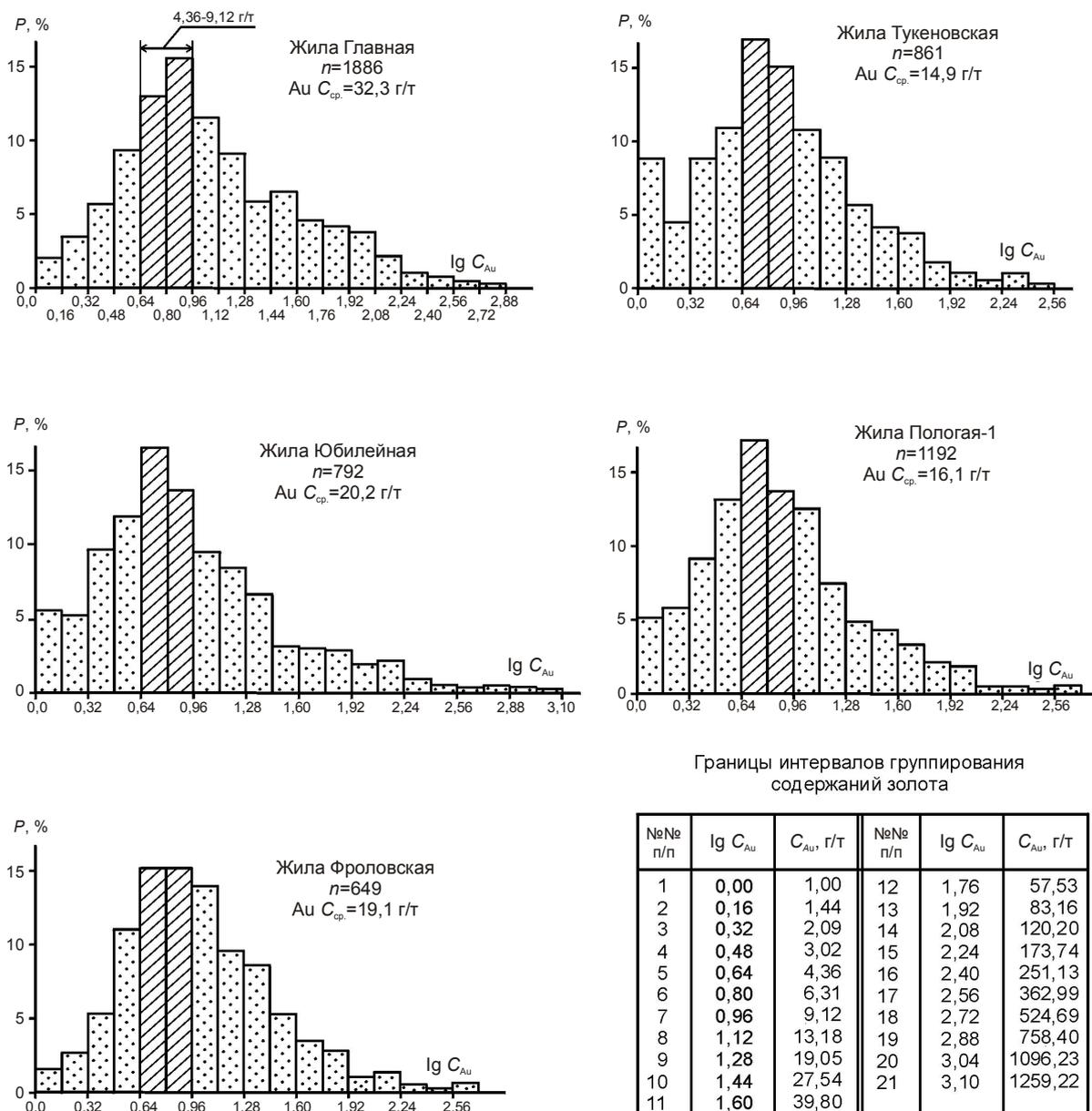


Рис. 5. Гистограммы распределения концентраций золота в рудных жилах месторождения Акбакай:

n — число проб; заштрихованы интервалы с наиболее часто встречающимися содержаниями золота (4,36–9,12 г/т)

носителю бедных руд, величина D оказалась равной 2 (предельно высокая изменчивость). По аппроксимированным значениям концентраций участки богатых, рядовых и бедных руд различаются контрастно (показатель D соответственно равен 2,00, 1,69, 1,55).

Следовательно, рудам месторождения Акбакай присущи такие особенности:

полимодальное распределение золота, которое включает несколько «элементарных» уровней, ста-

бильно проявляющихся независимо от параметров и основных характеристик рудных тел — их размеров, глубины и элементов залегания, среднего содержания золота, общей продуктивности;

богатые жилы отличаются от рядовых и бедных высокой частотой встречаемости проб с концентрациями золота уровней b и c (суммарный относительный вес таких проб в Главной жиле превышает 30%), большими значениями средних содержаний и стандартных отклонений;

поле концентраций золота фрактально, характеризуется высокой локальной изменчивостью, наличием контрастных трендов. Богатые руды имеют максимальное значение показателя фрактальной изменчивости, бедные — минимальное.

Наиболее крупное, богатое и дифференцированное рудное тело месторождения Акбакай — жила Главная (рис. 6). По склонению этой жилы, от зоны Б к зоне Г, отмечаются высокоградиентные изменения, в целом повторяющие структуру абстрактной модели МЗАТ: упрощение минерального и элементного составов руд и кристалломорфологии золотоносного пирита; снижение температур образования кварца и золотопродуктивных минеральных ассоциаций, общего количества сульфидов,

содержаний в руде Ag, Pb и Sb, концентраций примесей в самородном золоте, относительного веса золота уровней *b* и *c*; увеличение пробыности самородного золота, отношения As/Sb, концентраций W, Mo и Sn, относительного веса золота уровня *a*.

Степень организованности и дифференцированности средних (10–50 т), мелких (1–10 т) и очень мелких (0,1–1,0 т) МЗАТ, по сравнению с месторождением-лидером Акбакай и его наиболее полным представителем — Главной жилой, существенно ниже [9]. Подчиненные объекты акбакайского типа по совокупности минералого-геохимических признаков «вписываются» в структуру Главной жилы в качестве систем более низкого ранга (с числом зон не более 2): средние месторожде-

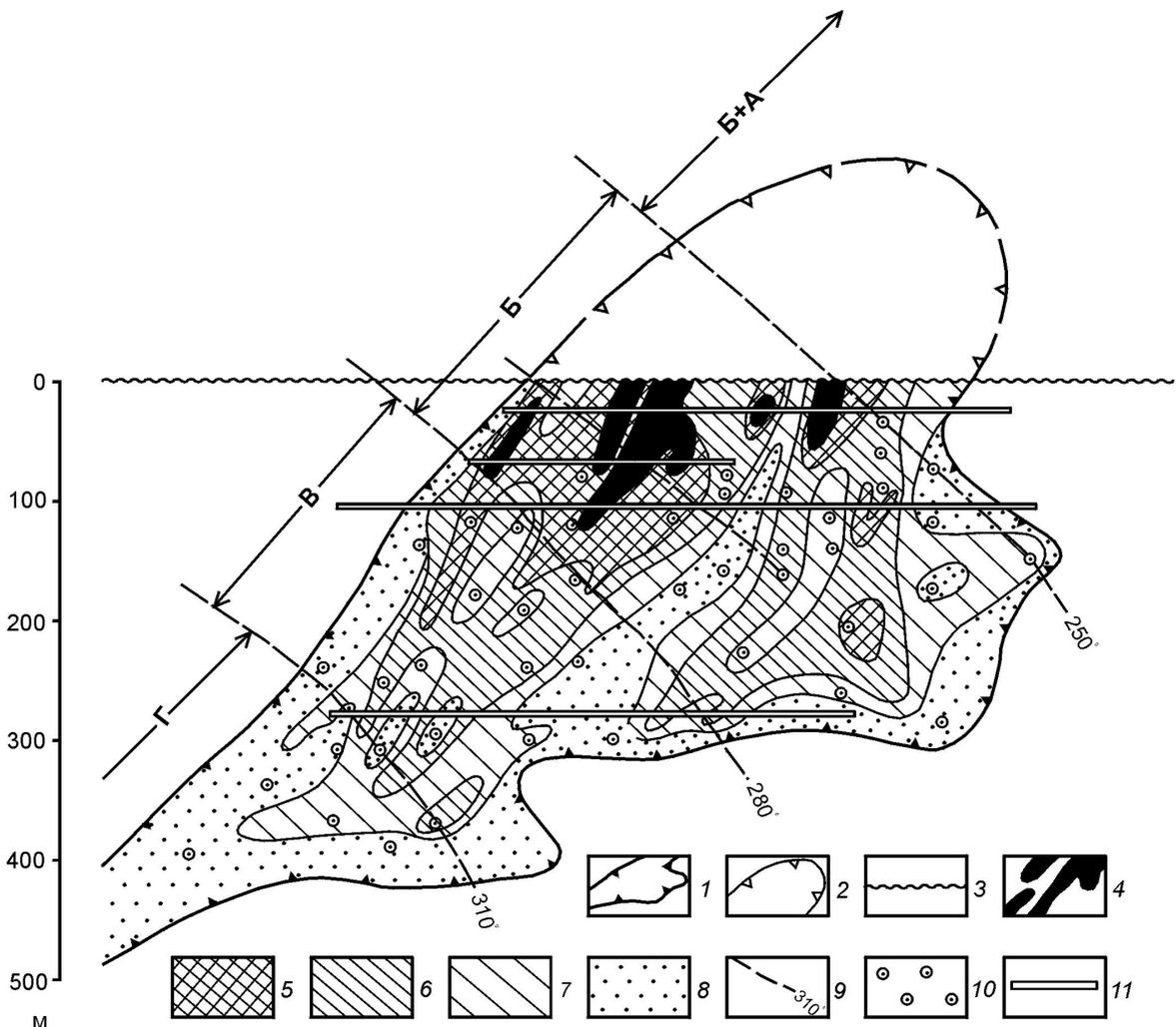


Рис. 6. Распределение концентраций золота и температуры образования золотоносного кварца в Главной жиле месторождения Акбакай, составлено по материалам ТУ «Южказнедра» (В.И.Данилов) и КазИМСа (Е.В.Баханова, Г.А.Злобин):

1 — контур жилы в проекции на вертикальную плоскость; 2 — предполагаемая съэродированная часть жилы; 3 — уровень современной дневной поверхности; содержания Au, г/т: 4 — >100, 5 — 100–50, 6 — 50–20, 7 — 20–10, 8 — 10–3; 9 — усредненные изотермы золотопродуктивного кварца (гомогенизация газовой-жидких включений); 10 — места пересечения жилы буровыми скважинами; 11 — горизонты шахты и глубоких шурфов

2. Поисковые и оценочные критерии МЗАТ

Критерии и признаки	М е с т о р о ж д е н и я			
	крупные	средние	мелкие	очень мелкие
Размещение месторождений в стратиграфическом разрезе O_3 (в скобках состав геологической формации)	Зоны Б, В и Г (алевролит-песчаниковая)		Зоны В и Г (алевролит-песчаниковая, конгломерат-песчаниковая)	Зона Г (алевролит-песчаниковая, конгломерат-песчаниковая)
Фазово-фациальные разновидности и петрографический состав интрузивных пород	Преобладают породы главной (диориты, гранодиориты) и поздней (дайкивые образования) фаз	Две или три фазы при повышенной роли габброидов, диоритов и гранодиоритов	Преимущественно породы дайковой серии (андезитовые, диоритовые, диабазовые порфириты)	
Морфология интрузий и положение их в складчатых структурах	Субвертикально ориентированный шток до 3–4 км в поперечнике, секущий складчатые структуры позднего ордовика	Крутопадающие дайко- и штокообразные интрузии переменной мощности (от 0,00л до первых километров) секущего типа	Согласные и субсогласные интрузии мощностью первые метры – десятки метров в замках и на крыльях локальных антиклиналей	Субсогласные интрузии мощностью 0,0л км на переклиналильных замыканиях и круто-, пологопадающих крыльях синклиналей
Рудовмещающие разрывы	Каркас круто- и пологопадающих сколовых и отрывных разломов различных направлений в штокообразном интрузиве, субгоризонтальные трещины контракции	Полого- и крутопадающие трещины отрыва различных направлений в терригенных породах, субширотные пологие отрывы в интрузивных телах	Крутопадающие разломы субширотного и северо-западного направлений в терригенных породах, диагональные, продольные и «лестничные» отрывы в интрузивах	Трещины отрыва северо-западного и субмеридионального направлений в интрузивных телах
Морфология рудных тел	Крутопадающие стержневые кварцевые жилы, оперяющие их кварцевые тела со стороны висячего и лежащего боков	Кварцевые жилы и кварц-березитовые тела переменной мощности, сближенные линзовидные кварцевые жилы и зоны сульфидизации	Линзовидные кварцевые жилы переменной мощности	Зоны жильно-прожилкового окварцевания, сближенные короткие кварцевые жилы
Вертикальный размах оруденения, м	До 600–800	До 400–800	До 200–400	До 200
Индикаторные жильные и метасоматические минералы	Кварц, кальцит, серицит, адуляр, иллит	Кварц, кальцит, железистый карбонат, серицит, мусковит	Кварц, серицит, кальцит, анкерит, сидерит, альбит, турмалин	Кварц, серицит, кальцит, железистый карбонат, альбит, турмалин
Температура образования золотоносного кварца, °С	420–75	420–75	400–120	350–270
Текстура золотоносного кварца	Гребенчатая, шестоватая, халцедонovidная, полосчатая, друзовидная, пятнистая, гнездовая, брекчиевидная, плотная	Гребенчатая, шестоватая, друзовидная, полосчатая, прожилково-гнездовая, массивная, брекчиевидная	Полосчатая, прожилково-гнездовая, линзовидная, плотная	Массивная, плотная, брекчиевидная, полосчатая
Мощность золотоносных березитов, м	До 10–20	До 10, иногда более	0,0л–0,л	Березиты выражены слабо
Поперечная жильно-метасоматическая зональность	Полнодифференцированный тип: кварцевая жила – березиты внутренней зоны – березитизированные породы промежуточной и внешней зон – пропилиты		Редуцированная зональность двух видов: кварцевая жила – умеренно- и (или) слабо-березитизированные породы – пропилиты; кварцевая жила – пропилит	
Состав пострудных жильных образований	Карбонат, барит, кварц с антимонитом, киноварью, золотом	Кальцит, кварц с антимонитом, редко с киноварью	«Стерильные» кварц-кальцитовые жилки	
Число рудных минералов	>25	15–25	10–15	<10

Продолжение табл. 2

Золотопродуктивные минеральные ассоциации	Ранняя золото-пирит-арсенопиритовая, поздние золото-сульфосольная и золото-полиметаллическая, заключительная золото-антимонит-киноварная		Ранняя золото-пирит-арсенопиритовая, поздняя золото-полиметаллическая	Ранняя золото-пирит-арсенопиритовая, поздняя золото-полиметаллическая
Блеклые руды	Теннантит, тетраэдрит, смешанная блеклая руда, швацит	Теннантит, тетраэдрит, смешанная блеклая руда	Теннантит	Теннантит
Самородные элементы	Au, Ag, Sb, Bi	Au, Ag, Sb	Au, Ag	Au, Ag
Сульфосоли Sb, Pb, Cu	Бурнонит, буланжерит, джемсонит	Бурнонит	Отсутствуют	Отсутствуют
Минералы висмута	Висмутин, айкинит, самородный висмут	Висмутин, айкинит, тетрадимит	Не установлены	Не установлены
Кристаллографические формы пирита	{210}, {100}, {100}+{210}, {100}+{111}	{210}, {100}, {100}+{210}, {100}+{111}	{210}, {100}, {100}+{210}	{100}>{210} или только {100}
Количество сульфидов в золотоносном кварце, %	До 5–7	До 5–7	До 3–5	До 1–3
То же, в околожилных гидротермалитах, %	До 10–15 и более	До 10–15 и более	До 3–10	<3
Форма самородного золота	Не менее 10–12 (комковатая, пленочная, октаэдрическая, шаровая, коралло-, амебо-, капле-, дендритовидная, губчатая, интерстициальная и др.)	6–8 (комковатая, пластинчатая, коралло-, амебо-, каплевидная, интерстициальная, прожилковая, шестоватая)	5–6 (комковатая, пленочная, амебо-, капле-, дендритовидная, интерстициальная, остроугольная)	4–5 редко более (комковатая, пластинчатая, губчатая, амебо-, капле-, дендритовидная)
Пробность самородного золота	От <600 до 1000	700–1000	900–1000	900–1000
Вертикальная зональность минеральных ассоциаций (снизу вверх)	Золото-пирит-арсенопиритовая – золото-полиметаллическая – золото-сульфосольная – золото-антимонит-киноварная		Золото-пирит-арсенопиритовая – золото-полиметаллическая	Отсутствует
Вертикальная зональность пирита	{100}-{210}-{100}+{210}-{100}+{210}, {100}+{111}		{100}-{210}-{100}+{210}	{100}-{100}+{210}, {210}
То же, блеклых руд	Теннантит – смешанная блеклая руда – тетраэдрит, швацит	Теннантит – смешанная блеклая руда – тетраэдрит	Отсутствует	Отсутствует
Зональность пробности золота	Высокопробное на нижних горизонтах, низко-, средне-, высокопробное на верхних		Отсутствует	Отсутствует
Вертикальная зональность минералов меди	Халькопирит – теннантит – бурнонит		Халькопирит – теннантит	Не установлена
Геохимический тип оруденения	Au-Sb-As	Au-Sb-As, Au-As-Sb	Au-As	Au-As, Au
Сопутствующие элементы	Au, Pb, Bi, Cu, Zn, Hg	Au, Pb, Bi, Cu, Zn, Mo, W	Pb, Ag, Bi, Cu, Mo, W, Sn	Pb, Ag, Cu, Bi, W, Mo
Среднее As/Sb	<30	<30	30–200 и более	>200
Элементы, положительно коррелируемые с золотом	As, Sb, Pb, Ag	As, Sb, Pb, Ag, Bi, Cu	Ag, As, Pb, Mo, Bi	As, Ag, W
Вертикальная геохимическая зональность оруденения	Высококонтрастная стандартная	Высоко- и умеренно-контрастная стандартная	Умеренно- и слабоконтрастная с отклонениями от стандартных схем («верхнерудная позиция» Cu и Co)	
Состав вторичных геохимических ореолов	Au, As, Ag, Bi, Ba	Au, As, Sb, Ag, Bi, Pb	Au, As, Mo, Cu, W	Au, As, Cu, Mo, W

ния Аксакал, Бескемпир, Кенжем, Светинское соответствуют стволу фации (Б+В), мелкие Алтын-тас, Алтынсай, Кенгир — зонам В+Г, очень мелкие Жаксы, Олимпийское, Узунтас — зоне Г. Основой оценки и разбраковки недостаточно изученных и новых объектов на различных стадиях геологоразведочных работ могут служить критерии МЗАТ, приведенные в табл. 2.

Сравнительный анализ позволил выделить общие черты крупного месторождения Акбакай и его средних аналогов Аксакал, Бескемпир, Кенжем, Светинское: размещение в породах углеродистотерригенной алевролит-песчаниковой формации позднего ордовика (верхний и средний стратоуровни), пестрота и гибридность интрузивных образований, секущих складчатые структуры, широкое развитие березитов, неоднородность морфологических типов рудных тел, наличие нескольких золотоносных ассоциаций и не менее трех генераций золота, сложный набор рудных минералов (полиметаллические сульфиды, сульфосоли, изменчивые по химизму блеклые руды и др.), разнообразие текстур золотоносного кварца и форм самородного золота, повышенное количество сульфидов в березитах и кварце, существенные вариации кристаллографических форм пирита, широкий диапазон температур образования кварца и пробности золота, низкие значения отношения As/Sb, контрастные проявления жильно-метасоматической, минеральной и геохимической зональности, тесные корреляции золота с As, Ag, Sb, Pb, значительный размах оруденения (до 600–800 м и более).

Отличительными характеристиками мелких месторождений (Алтынтас, Алтынсай и др.) являются: размещение на среднем и нижнем уровнях разреза ордовика, повышенная роль в составе рудовмещающих формаций грубозернистых терригенных пород (песчаники, конгломераты), парагенезис с малыми интрузиями и дайками, согласно или субсогласно залегающими в замках и крыльях мелких складок, незначительные мощности или отсутствие березитов, преобладание кварцево-жильного типа руд, проявление двух золотоносных ассоциаций, подчиненное число рудных минералов (не более 15), развитие железистого карбоната, альбита, турмалина в околорудных гидротермалитах, отсутствие минералов Bi, Hg, сульфосолой Sb, Cu и Pb, наличие одной генерации блеклых руд (теннантит), умеренное количество сульфидов в кварце и метасоматитах, повышенная роль высокотемпературного кварца, высокая проба самородного золота, Au-As тип руд, подчиненное количество текстурных разновидностей кварца и форм самородного золота, повышенное значение отношения As/Sb, ре-

дуцированность и слабая контрастность минералого-геохимической зональности, незначительный вертикальный размах (до 200–400 м).

Очень мелким месторождениям (Джаксы, Олимпийское и др.) свойственны: локализация в песчаниках и конгломератах нижней пачки верхнего ордовика, парагенезис с согласными и субсогласными дайками одной, поздней, фазы кызылжаргасского комплекса, размещение на периклинальных замыканиях и в крыльях локальных синклиналей, отсутствие березитов внутренней зоны, концентрация основного объема золота в коротких (не более 200 м) сблизженных кварцевых жилах ореольного типа, низкое количество сульфидов в кварце и околорудных породах, убогий спектр рудных минералов (пирит, арсенопирит, самородное золото, теннантит, галенит, халькопирит, сфалерит) и кристаллографических форм пирита (преобладают кубы), высокие температуры образования кварцевых жил, ограниченный перечень текстур золотоносного кварца (характерны массивные, плотные, брекчиевидные текстуры), высокая проба самородного золота, высокое отношение As/Sb, неконтрастные проявления или отсутствие минеральной зональности, простой геохимический тип руд (Au-As, золотой), коррелятивность золота с небольшим числом элементов (As, W, Ag), выклинивание рудных тел на глубинах до 150–200 м.

Вещественный состав месторождений, минералого-геохимическая зональность, структура распределения золота — это достоверная и воспроизводимая информация для создания разнотипных прогнозно-поисковых и генетических моделей. Опыт компьютерного моделирования месторождений и использования компьютерных технологий при решении различных теоретических и прикладных задач, включая опыт прогнозной оценки МЗАТ, приведен в работах [3–5, 8–10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов В.И., Миронов Е.П., Песков Е.Г. Акбакайское месторождение // Золоторудные месторождения СССР. М., 1986. Т. II. С. 87–95.
2. Лось В.Л. Анализ распределения содержаний основных полезных компонентов в рудах // Применение математических методов в геологии. Алма-Ата, 1968. С. 239–243.
3. Лось В.Л. Компьютерные технологии при моделировании и оценке рудных объектов // Комплексная переработка минерального сырья Казахстана. Астана, 2003. Т. 2. С. 47–96.
4. Лось В.Л., Гоберник И.А. Компьютерное моделирование гидротермального рудоотложения // ДАН. 1996. Т. 343. № 2. С. 231–233.

5. Лось В.Л., Нарсеев В.А. Особенности структуры распределения параметров минеральных систем и их значение в изучении эндогенного рудообразования // Условия образования рудных месторождений Казахстана. Алма-Ата, 1984. С. 23–32.
6. Нарсеев В.А. Промышленная геология золота. – М., 1996.
7. Рафаилович М.С. Индикационные признаки золоторудных полей и месторождений акбакайского типа по геолого-геохимическим данным // Геология и разведка недр Казахстана. 1995. № 3. С. 56–60.
8. Рафаилович М.С., Вострокнутова А.И. Комплексование геологических и компьютерных моделей золото-сульфидно-кварцевой формации для целей детального прогноза и оценки (методические рекомендации). – Алматы, 1994.
9. Рафаилович М.С., Вострокнутова А.И. Крупные золоторудные месторождения Казахстана // Отечественная геология. 2003. № 2. С. 63–66.
10. Ужкенов Б.С. Металлогенический потенциал Казахстана и информационно-компьютерные технологии его оценки (на примере золота): Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. – Бишкек, 2000.
11. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991.
12. Шиганов А.А. Геохимические поисково-оценочные критерии золоторудных месторождений Казахстана (методические рекомендации). – М., 1985.
13. Щербаков Ю.Г., Рослякова Н.В. Генетическая модель гидротермального рудообразования на примере золоторудных месторождений // Генетические модели эндогенных рудных формаций. Новосибирск, 1983. Т. 2. С. 132–139.

УДК 551.242:552.323.6 (470.11)

© Н.А.Прусакова, 2006

ГЛУБИННАЯ СТРУКТУРА ЗИМНЕБЕРЕЖНОГО КИМБЕРЛИТОВОГО ПОЛЯ, АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ

Н.А.Прусакова (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)

Изучение глубинного строения земной коры Зимнего Берега Белого моря позволяет сделать вывод о том, что комплекс вскрытых здесь Золотицких (с месторождением им. Ломоносова), Верхотинских (с месторождением им. Гриба) и Кепинских проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма отвечает понятию «кимберлитовое поле» (Зимнебережное). Глубинная структура этого кимберлитового поля определяется субвертикальной областью преобразования мантийно-коровой толщи размером в поперечнике 60×85 км. Она связана с формированием и развитием здесь гетерогенной кимберлитобразующей системы, элементы которой проявлены совокупностью разноглубинных физико-геологических неоднородностей с контрастными по отношению к вмещающей среде сейсмическими, плотностными и магнитными параметрами. В потенциальных геофизических полях они отражаются в виде характерной аномальной области, что позволяет определять естественную границу кимберлитового поля.

В ряду алмазоносных минерагенических таксонов (кимберлитовые субпровинция, зона, поле, «куст» тел, тело) алмазоносное кимберлитовое поле занимает одно из важнейших мест. Именно этот таксон обеспечивает переход от региональных прогнозно-минерагенических исследований, базирующихся в основном на достаточно косвенных признаках, непосредственно к поисковым работам, сосредоточенным на относительно локальных (порядка 5 тыс. км²) площадях. В связи с этим изучение закономерностей локализации уже известных алмазоносных кимберлитовых полей и разработка на этой

основе критериев прогнозирования данного минерагенического таксона — одна из актуальных задач, стоящих перед геологической службой.

Принято считать, что зарождение очагов ультраосновного, в том числе кимберлитового, магматизма происходило в верхней мантии. Известные же кимберлитовые трубки размещаются в породах кристаллического фундамента или платформенного чехла. Следовательно, все пространство, занимаемое верхней мантией, консолидированной корой и осадочным чехлом, является средой, сквозь которую транспортировались продуктивные кимберлитовые расплавы.

Очевидно, что этот процесс мантийно-корового взаимодействия должен быть отмечен, в первую очередь, изменением петрофизических параметров вмещающей среды, что, в свою очередь, должно найти отражение в аномальной структуре геофизических полей. В связи с этим вполне определенный интерес при выделении факторов, контролирующей локализацию алмазоносных кимберлитовых полей, представляет изучение пространственных взаимоотношений между особенностями глубинного геолого-геофизического разреза литосферы алмазоносных территорий, аномалиями потенциальных геофизических полей и условиями локализации алмазоносного магматизма.

Зимний Берег Белого моря (Архангельская область) является на сегодняшний день пока единственным местом на севере Восточно-Европейской платформы, где вскрыты промышленно алмазоносные трубки месторождений им. Ломоносова и им. Гриба. Хорошая геолого-геофизическая информационная база, а также соседство Балтийского щита (с выходами на современный уровень эрозионного среза комплексов кристаллического основания) обеспечивают необходимые предпосылки для изучения условий локализации проявленного здесь алмазоносного кимберлитового и родственного ему магматизма палеозойского возраста.

К настоящему времени не выработана единая обоснованная точка зрения в отношении минерагенической принадлежности совокупности кимберлитовых проявлений Зимнего Берега. Одни исследователи [18, 19] выделяют здесь Зимнебережный кимберлитовый район в составе Золотицкого, Верхотинского, Кепинского, Мельского, Ижмозерского и Турьинского (Полтозерского) магматических полей. Другие [9] также выделяют Зимнебережный кимберлитовый район, но уже в другом составе и при других границах полей магматизма в его пределах: Верхотинского, Золотицко-Кепинского, Ижмозерского, Ненокского, Полтозерского (Турьинского), Пинежского полей щелочно-ультраосновных пород. Многие исследователи [1] все проявления среднепалеозойского кимберлитового и родственного ему магматизма Зимнего Берега, группируемые в Ненокское, Ижмозерское, Золотицкое, Верхотинское, Кепинское, Турьинское, Полтинское, Пинежское, Мельское поля магматизма, рассматривают в составе Архангельской алмазоносной провинции (рис. 1). В пределах Кепинского поля по формальным признакам выделяются Шочинская, Ключевая (Кепинская), Пачугская и Соянская группы тел [9]. Часто Пачугская и Соянские группы тел объединяются в единую — Пачугскую группу.

Результаты исследований автором особенностей глубинного строения Зимнего Берега [17] поз-

волили сделать вывод, что совокупность вскрытых здесь Золотицких, Верхотинских и Кепинских проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма по глубинным признакам, скорее всего, отвечает понятию «кимберлитовое поле» — Зимнебережное кимберлитовое поле, в трактовке В.И.Ваганова [7]: «Под алмазоносным кимберлитовым полем понимается естественная группировка пространственно-сближенных кимберлитовых тел, связанных происхождением с развитием единой вертикальной «стволовой» зоны повышенной проницаемости (флюидно-магматической колонны)». Зимнебережное кимберлитовое поле в обозначенных границах (см. рис. 1) вмещает единственное в европейской части России месторождение алмазов им. Ломоносова и промышленно алмазоносную трубку им. Гриба.

Изучение глубинного строения Зимнего Берега проводилось на основе комплексного анализа и интерпретации данных среднемасштабных (1:200 000) гравиметрических и магнитометрических съемок и интерпретационных материалов [В.З.Березовский и др., 1988; 4–6, 12–16] многоволнового глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ-МОВЗ) вдоль опорных профилей (их фрагментов), пересекающих Зимнебережную площадь (Мурманск–Кызыл, Белое море–Вага, Белое море–Воркута, р. Онега–Чешская губа, Двинская губа–р. Мезень). Кроме того, привлекались данные крупномасштабных гравиметрических (м-ба 1:50 000) и аэромагнитных (м-ба 1:25 000 и крупнее) съемок, содержащиеся в фондовых материалах.

В ходе интерпретации геофизических данных изучались пространственные соотношения между особенностями распределения различных геофизических аномалий (сейсмических, гравитационных и магнитных) и характером локализации проявлений кимберлитового магматизма Зимнего Берега. При этом анализировался характер распределения сейсмических параметров в разрезе земной коры вдоль профилей ГСЗ-МОВЗ. При интерпретации гравитационного и магнитного полей проводилась их частотная фильтрация с выделением региональных и локальных компонент различной частотности путем их трансформации осреднением с различными радиусами и вычислением остаточных (разностных) аномалий. Для поля силы тяжести были выделены локальные составляющие по методике Саксова-Нигарда, что позволило получить трансформанты поля, отражающие гравитационное влияние неоднородностей земной коры ограниченной мощности и различной глубины залегания. Осреднение с использованием последовательного ряда радиусов R_1 и R_2 (при постепенном их увеличении и некотором

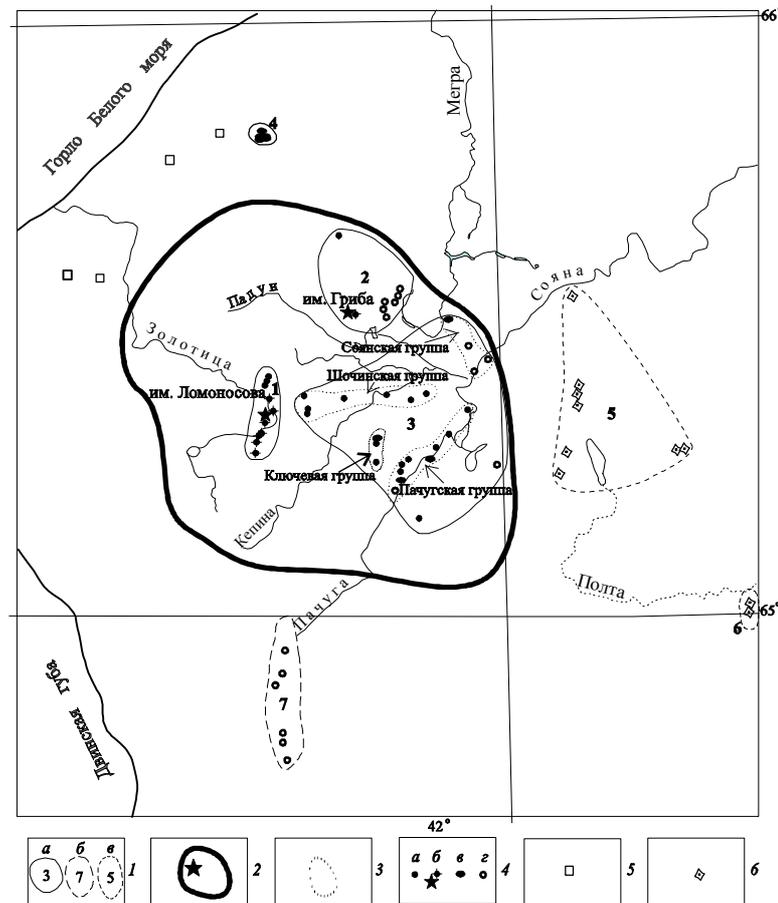


Рис. 1. Размещение проявлений палеозойского магматизма на территории Зимнего Берега Белого моря:

1 — поля магматизма, по данным [1] (1 — Золотицкое, 2 — Верхотинское, 3 — Кепинское, 4 — Мельское, 5 — Турьинское, 6 — Полтинское, 7 — Ижмозерское); *а* — кимберлитовые, *б* — проявления родственных кимберлитам пород, *в* — проявления толеитовых базальтов; 2 — Зимнебережное кимберлитовое поле с установленной промышленной алмазонасностью, выделенное по геофизическим данным [17]; 3 — контуры условно выделенных групп магматических тел в пределах Кепинского поля [9]; отдельные проявления кимберлитового и родственного ему магматизма: 4 — трубки взрыва среднепалеозойских кимберлитов (*а*), в том числе промышленно алмазонасные месторождения им. Ломоносова и им. Гриба (*б*), силы кимберлитов (*в*), трубки взрыва палеозойских мелилититов (*г*); 5 — поздневендские вулканы, по петрографическому и химическому составам близкие к известково-щелочным лампрофирам типа минетты (В.С.Щукин и др., 2001); 6 — трубки взрыва среднепалеозойских толеитовых базальтов

перекрытии) позволило проследить гравитационное влияние неоднородностей, распределенных практически по всему разрезу земной коры.

При количественной интерпретации геофизических данных особое внимание уделялось моделированию геоплотностного разреза (на основе решения прямой задачи гравиметрии) вдоль фрагмента опорного сейсмического профиля ГСЗ-МОВЗ Белое море–р. Вага, пересекающего область проявлений кимберлитового магматизма Зимнего Берега. Кроме того, для получения более полной картины распределения по латерали глубинных физико-геологических неоднородностей литосферы Зимнего Берега моделирование плотностных разрезов про-

водилось также по ряду дополнительных профилей. В основе моделирования лежал так называемый метод подбора, заключающийся в сравнении наблюдаемого поля силы тяжести с гравитационным полем теоретической модели. Для этой операции использовалась программа (в профильном варианте), составленная в ЦНИГРИ (А.Г.Горелов, А.И.Кочеров, 1990, 2000).

В результате интерпретации геофизических данных [10, 11, 17] установлено, что совокупность Золотицких (с месторождением им. Ломоносова), Верхотинских (с промышленно алмазонасной трубкой им. Гриба) и Кепинских магматитов Зимнего Берега расположена в пределах контура трансформированной

интегрированной физико-геологической неоднородности размером в поперечнике 60×85 км (рис. 2). Ее структурная позиция в элементах глубинного строения севера Восточно-Европейской платформы (по результатам проведенного в ЦНИГРИ мелкомасштабного структурно-минерогенического районирования) [10, 11, 17] контролируется узлом пересечения региональных мантийно-коровых линейных тектонических зон (выделенных по геолого-геофизическим данным) северо-западного, субмеридио-

табного структурно-минерогенического районирования) [10, 11, 17] контролируется узлом пересечения региональных мантийно-коровых линейных тектонических зон (выделенных по геолого-геофизическим данным) северо-западного, субмеридио-

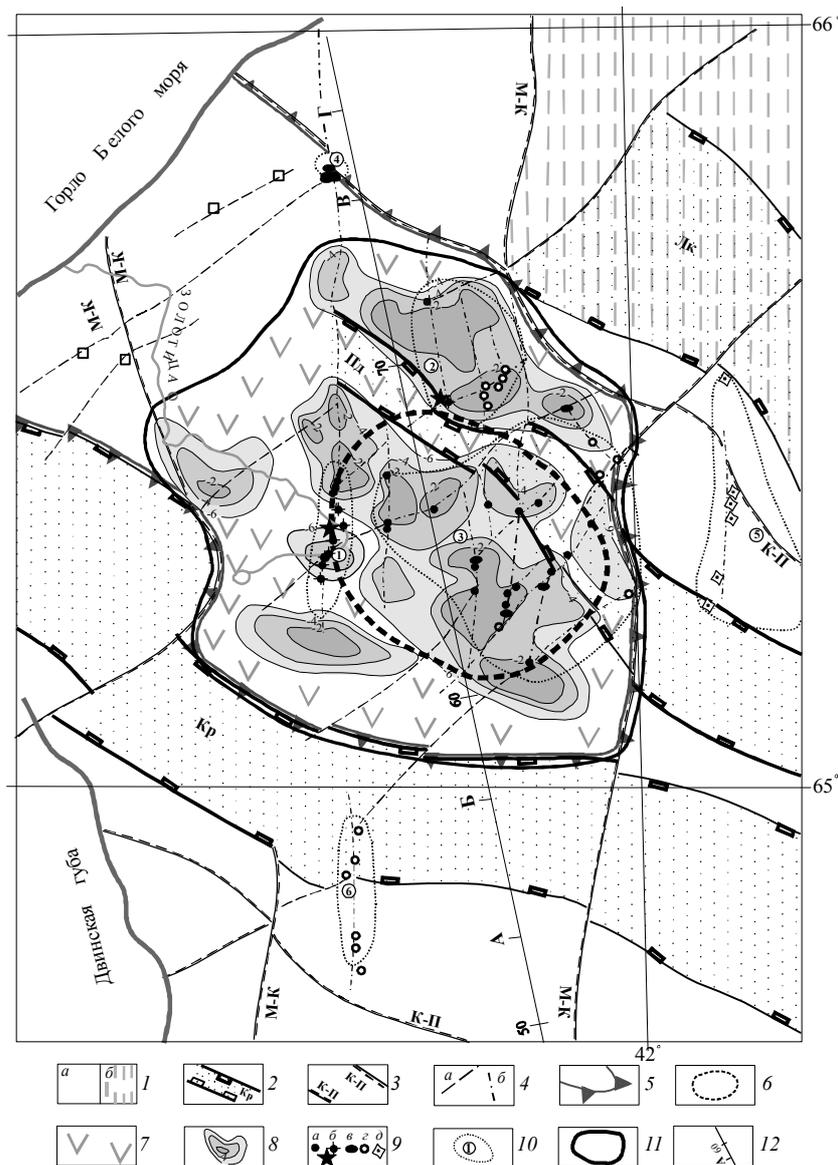


Рис. 2. Позиция проявлений палеозойского магматизма Зимнего Берега в элементах тектоники и глубинного строения:

1 — Кольский позднеархейский геоблок в составе Терского (а) и Мурманского (б) блоков; 2 — грабены (Кр — Керетский, Пд — Падунский, Лк — Лешуконский) Керетско-Лешуконской ветви Беломорского авлакогена; 3 — мантийно-коровые тектонические зоны (К-П — Кольско-Полтинская, М-К — Мегра-Кепинская); 4 — отдельные разрывные нарушения (а), в том числе проявленные в осадочном чехле (б); 5 — Кольско-Кулойское ядро протокоры; элементы глубинного строения, связываемые с формированием и развитием транскоровой гетерогенной кимберлитобразующей системы: 6 — нижнекоровый промежуточный магматический очаг, 7 — область глубинных преобразований коровой толщи, 8 — верхнекоровые ареалы базит-гипербазитового магматизма (в виде изогипс их кровли); 9 — проявления палеозойского магматизма Зимнего Берега: а, б — кимберлитовые трубки (а — в целом, б — промышленно алмазоносные месторождения им. Ломоносова и им. Гриба), в — кимберлитовые силлы, г — тела меллититов, д — трубки взрыва базальтового состава; 10 — контуры полей магматизма (1 — Золотицкого, 2 — Верхотинского, 3 — Кепинского, 4 — Мельского, 5 — Турьинского, 6 — Ижмозерского), по данным [1]; 11 — контур Зимнебережного кимберлитового поля, по геофизическим данным; 12 — линия (А-Г) плотностных разрезов (см. рис. 4, 5) вдоль фрагмента профиля ГСЗ-МОВЗ Белое море-р. Вага

нального и северо-восточного простираний. Данный тектонический узел, в свою очередь, осложняется юго-восточный фланг Кольско-Кулойского ядра протокры (также установленного по геофизическим данным). Разноглубинные элементы, формирующие транскоровую физико-геологическую неоднородность, характеризуются контрастными по отношению к вмещающей среде сейсмическими, плотностными и магнитными параметрами.

На сейсмическом разрезе земной коры по профилю ГСЗ–МОВЗ Белое море–р. Вага под областью, включающей Золотицкие, Кепинские и Верхотинские проявления кимберлитового и родственного ему магматизма, выделяется транскоровая интегрированная сейсмическая неоднородность (рис. 3). В интервале глубин 10–30 км она проявлена потерей прослеживаемости сейсмических границ на фоне повышенной расслоенности сейсмического разреза земной коры с чередованием слоев небольшой мощности (порядка 5 км) с повышенными и пониженными скоростными параметрами продольных (V_p) и поперечных (V_s) волн. Совокупность слоев, расположенных в интервале глубин 10–20 км, характеризуется пониженными (1,64–1,69 на фоне 1,70 и более) значениями параметра V_p/V_s (аналога коэффициента Пуассона). На глубинах 15 и 25 км выделяются слои с инверсией скоростей по обоим типам (продольным и поперечным) упругих волн — так называемые волноводы, характеризующиеся, в свою очередь, аномальными (повышенными и пониженными), по отношению к вмещающим образованиям, значениями параметра V_p/V_s . Наблюдаемая практически по всей толще земной коры аномальность параметра V_p/V_s позволяет, по-видимому, интерпретировать рассматриваемую совокупность геофизических неоднородностей в качестве образований, сформированных за счет иных факторов, чем образования вмещающей толщи.

Обращает на себя внимание стратифицированная сейсмическая неоднородность, проявленная в нижних (глубины 18–40 км) частях сейсмического разреза земной коры. Для нее характерны (сверху вниз по разрезу): антиклинальная структура в отражающей границе на глубинах 18–20 км, маркирующей кровлю слоя с повышенными значениями V_p (6,65 км/с на фоне 6,20–6,45 км/с) и V_s (3,92 км/с на фоне 3,60–3,70 км/с); потеря корреляции отражающей границы (на глубине 25 км), маркирующей кровлю слоя с инверсией скоростей по обоим типам волн; потеря прослеживаемости отражающей границы, маркирующей кровлю гранулит-базитового слоя; локальное поднятие (до глубин 28 км) в кровле надмантийного горизонта, установленного в

составе гранулит-базитового слоя, и отсутствие здесь инверсии скоростей продольных и поперечных волн. Данная стратифицированная неоднородность земной коры сочетается с областью понижения (до 8,0 км/с на фоне 8,2 км/с) скорости продольных волн в подкоровом слое верхней мантии (вдоль раздела Мохоровичича), приуроченной к малоамплитудному (порядка 2,5 км) прогибу в рельефе раздела кора-мантия.

Следует еще раз подчеркнуть, что одной из отличительных особенностей сейсмического разреза, пространственно ассоциирующего с областью Золотицких, Верхотинских и Кепинских проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма, является его расслоенность, обусловленная присутствием в разрезе земной коры на различных глубинах (15, 25 км) слоев с инверсией скоростей, так называемых волноводов. Существует несколько точек зрения (В.И.Шаров, 1987; В.Н.Николаевский, 1979, 1985; R. Meissner, 1986 и др. [8]) на причины, обуславливающие снижение скоростей упругих волн в волноводах. В общих чертах они сводятся к тому, что возникновение волноводов в основном может быть связано с изменением состава пород (уменьшением их основности), увеличением трещиноватости и пористости, температурным влиянием, насыщением флюидами и т.д. Таким образом, существующие представления, подкрепленные экспериментальными данными, о природе слоев с инверсией скоростей упругих волн (волноводов) свидетельствуют о том, что аномальный характер распределения сейсмических параметров разреза земной коры в области проявления Золотицких, Верхотинских и Кепинских магматитов не случаен — он может быть обусловлен именно флюидно-магматическими процессами.

В структуре поля силы тяжести совокупность Золотицких, Верхотинских и Кепинских проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма приурочена к локализованной области (размером 60×85 км) «деформации» его общего аномального плана. Данная аномальная область расположена на юго-восточном фланге среднечастотной (с периодом 75 км) положительной аномалии Δg (обусловленной Кольско-Кулойским ядром протокры [17]). «Деформация» поля силы тяжести выражена некоторым снижением (на 25–30 мгал) его уровня, на фоне которого выделяются отдельные локальные максимумы небольшой интенсивности близ изометричной и слабо вытянутой формы. В поле горизонтального градиента Δg данная область проявлена потерей корреляции линейных аномалий (в основном северо-западного простирания), формирующих его общий структурный план.

В пределах рассмотренной аномальной области проявления кимберлитового и родственного ему магматизма разбиваясь на отдельные группы закономерно тяготеют в плане либо к градиентным зонам, либо к отдельным локальным максимумам (к

их периферическим частям). Последние особенно отчетливо проявлены на картах локальных составляющих Саксова-Нигарда, обусловленных (согласно оценке так называемой глубинности аномалий) влиянием неоднородностей, расположенных в

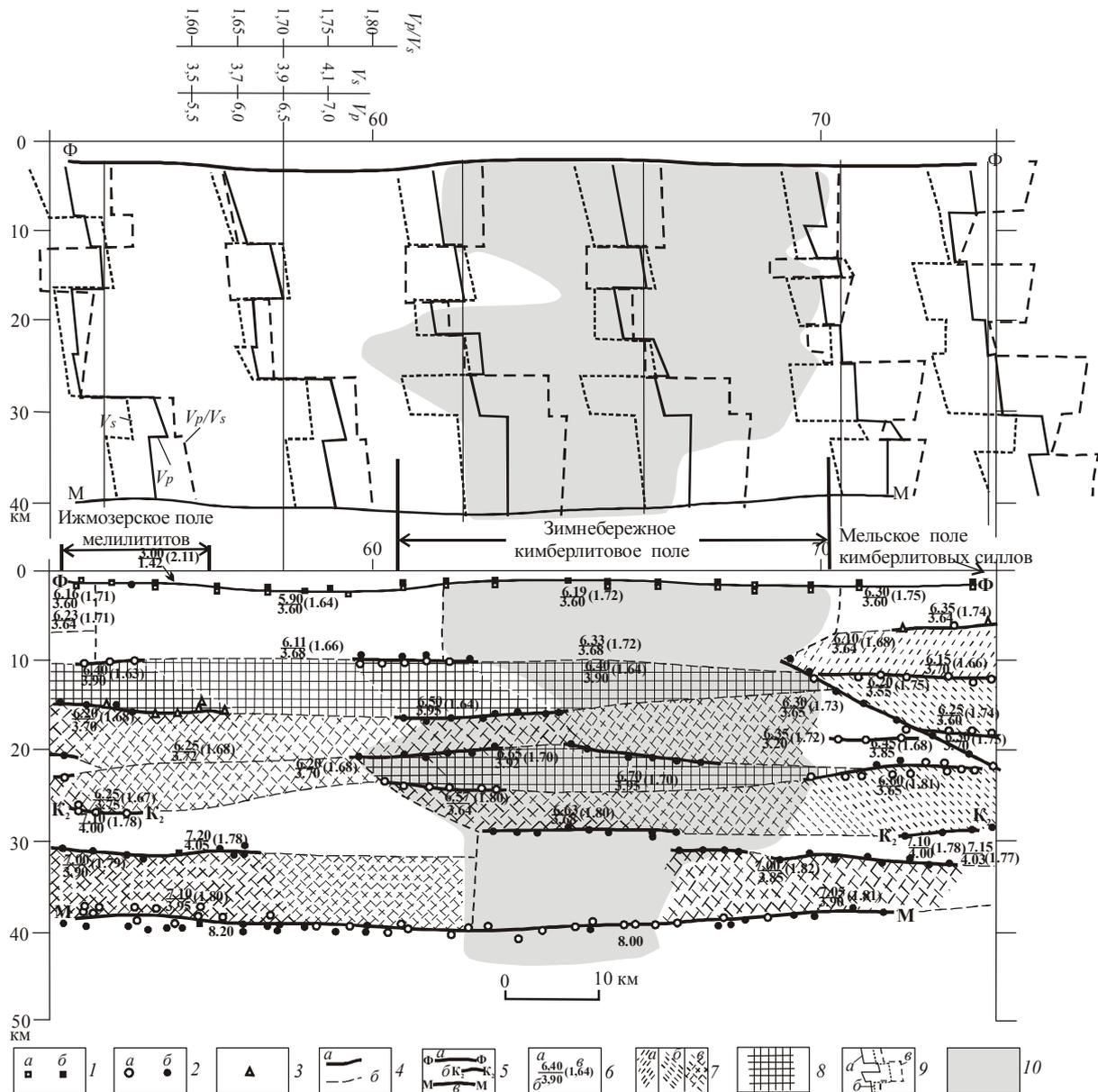


Рис. 3. Сейсмический разрез вдоль фрагмента профиля ГСЗ-МОВЗ Белое море-р. Вага:

1 — глубины преломляющих границ по продольным (a) и поперечным (b) волнам; 2 — глубины отраженных границ по продольным (a) и поперечным (b) волнам; 3 — глубины границ обмена по взрывам; 4 — сейсмические границы: a — прослеживаемые по двум и более типам волн, b — рассчитанные в процессе сейсмического моделирования (С.Л.Костюченко и др., 1994; В.З.Березовский и др., 1988); 5 — сейсмические границы, отождествляемые: a — с поверхностью кристаллического фундамента, b — с кровлей гранулит-базитового слоя (K_2), v — с поверхностью Мохоровичича; 6 — значения скоростных характеристик: a — продольных (V_p) волн, b — поперечных (V_s) волн, v — параметра V_p/V_s ; 7 — слои с инверсией скоростей (волноводы): по продольным (a), поперечным (b), по обоим типам волн (v); 8 — слои с аномально высокими значениями скорости поперечных волн; 9 — графики распределения скоростных характеристик: a — скоростей продольных и b — поперечных волн, v — параметра V_p/V_s ; 10 — области (сейсмического разреза и графиков скоростей) с аномальными геофизическими параметрами, пространственно ассоциирующие с Зимнебережным кимберлитовым полем

верхних горизонтах земной коры. Средние размеры гравитационных локальных максимумов в поперечнике составляют 10–20 (до 25–30) км.

В магнитном поле над областью проявлений Золотицких, Верхотинских и Кепинских магматитов наблюдается нарушение линейного плана магнитных аномалий. Происходит некоторое повышение общего уровня магнитного поля с образованием среднечастотной положительной (~1,5–2,5 мЭ) овальной формы аномалии размером в поперечнике порядка 75 км. Эта аномалия накладывается на юго-восточную периферию среднечастотного (с периодом 75 км) минимума (ΔT)_а (сочетающегося с максимумом Δg и характеризующего Кольско-Кулойское ядро протокоры). Как показали расчеты, источник, вызвавший повышение уровня магнитного поля, находится на глубине 20–25 км.

Анализ пространственных соотношений охарактеризованных выше аномальных особенностей потенциальных геофизических полей и сейсмических неоднородностей позволил выявить их взаимосвязь, что послужило основой для моделирования глубинного строения Зимнего Берега по гравитационному полю с использованием данных магнитометрических съемок и глубинных сейсмических зондирований.

Гравитационное моделирование проводилось в два этапа. Первый этап включал подбор геоплотностного разреза вдоль фрагмента профиля ГСЗ–МОВЗ Белое море–р. Вага в диапазоне глубин 0–50 км, охватывающих всю толщу земной коры, а также подкоровый горизонт верхней мантии, и проводился в м-бе 1:1 000 000. Его целью являлось выделение особенностей разреза литосферы Зимнего Берега, которые могли бы соотноситься в плане с совокупностью проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма ранга алмазоносного кимберлитового поля. В качестве стартовой модели был выбран плотностной разрез, соответствующий охарактеризованной выше сейсмической модели. Плотностные характеристики (соответствующие сейсмическим блокам) вычислялись по эмпирически установленной зависимости плотности от скорости [8]: $\sigma=0,763-0,402 V_p-0,138 V_s$, где V_p и V_s – пластовые скорости продольных и поперечных волн. В результате были получены следующие средние значения плотностей (г/см³): для осадочного чехла — 2,40, для кристаллического фундамента — 2,64–2,75–2,78, для средней части земной коры (промежуточного слоя) — 2,85–2,90, для нижней части коры (гранулит-базитового слоя) — 3,05–3,10, для верхней мантии (до глубин 50 км) — 3,30–3,35. Следует отметить, что рассчитанные (для исходного плотностного разреза вдоль профиля Белое море–р. Вага) значения плотностей не противоречат принятым представлениям о плотностной модели литосферы Балтийского щита [8]. Согласно

этой модели, плотностные характеристики для верхнего (гранитно-метаморфического) слоя земной коры составляют 2,5–2,8 г/см³, для промежуточного — 2,85–2,9 г/см³, для нижнего гранулит-базитового — 3,0–3,05 г/см³.

В процессе моделирования плотностного разреза земной коры установлено, что (при всей неоднозначности решения прямой задачи гравиразведки) в большинстве случаев гравитационный эффект достигался за счет локального увеличения мощности разуплотненных (на глубинах 6–18 км, с дефицитом плотностей по отношению к вмещающим образованиям (–0,09) – (–0,16) г/см³) слоев или блоков. При этом область разуплотнения земной коры сочетается с расположенными как ниже (в нижних горизонтах земной коры на глубинах 18–40 км), так и выше (на глубинах 2–6 км) по разрезу блоками с относительно повышенными плотностями характеристиками (рис. 4). Для нижележащего стратифицированного блока избыточная плотность $\Delta\sigma$ по отношению к разуплотненным образованиям составила 0,13–0,20–0,26 г/см³, для вышележащего блока — 0,04 г/см³.

Таким образом, по результатам гравитационного моделирования м-ба 1:1 000 000 в разрезе земной коры Зимнего Берега установлена субвертикальная трансковровая интегрированная плотностная неоднородность, которая пространственно ассоциирует с областью Золотицких, Верхотинских и Кепинских проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма Зимнего Берега.

Второй этап гравитационного моделирования включал подбор геоплотностного разреза в диапазоне глубин 0–20 км и проводился в м-бе 1:200 000. Цель этого этапа — детализация плотностного разреза верхней части коры с выделением тех ее особенностей, которые могли бы ассоциировать (в плане) с отдельными группами кимберлитовых тел в пределах кимберлитового поля. В качестве стартовой модели была выбрана верхняя часть (в диапазоне 0–20 км) плотностного разреза, полученного в результате моделирования первого этапа. В качестве заданной кривой поля силы тяжести использовался график $\Delta g_{\text{ост}}$, построенный путем вычитания из наблюдаемых значений Δg значений гравитационного поля, обусловленных влиянием нижних (глубины 20–50 км) частей плотностного разреза, полученного на первом этапе моделирования. Следует подчеркнуть, что отдельные малоамплитудные локальные максимумы кривой $\Delta g_{\text{ост}}$ сочетаются с локальными аномалиями поля силы тяжести ($\Delta g_{\text{лок}}$), полученными по результатам обработки данных гравиметрической съемки м-ба 1:50 000 (Н.М. Батырев и др., 1988, 1990), и локальными положительными аномалиями магнитного поля.

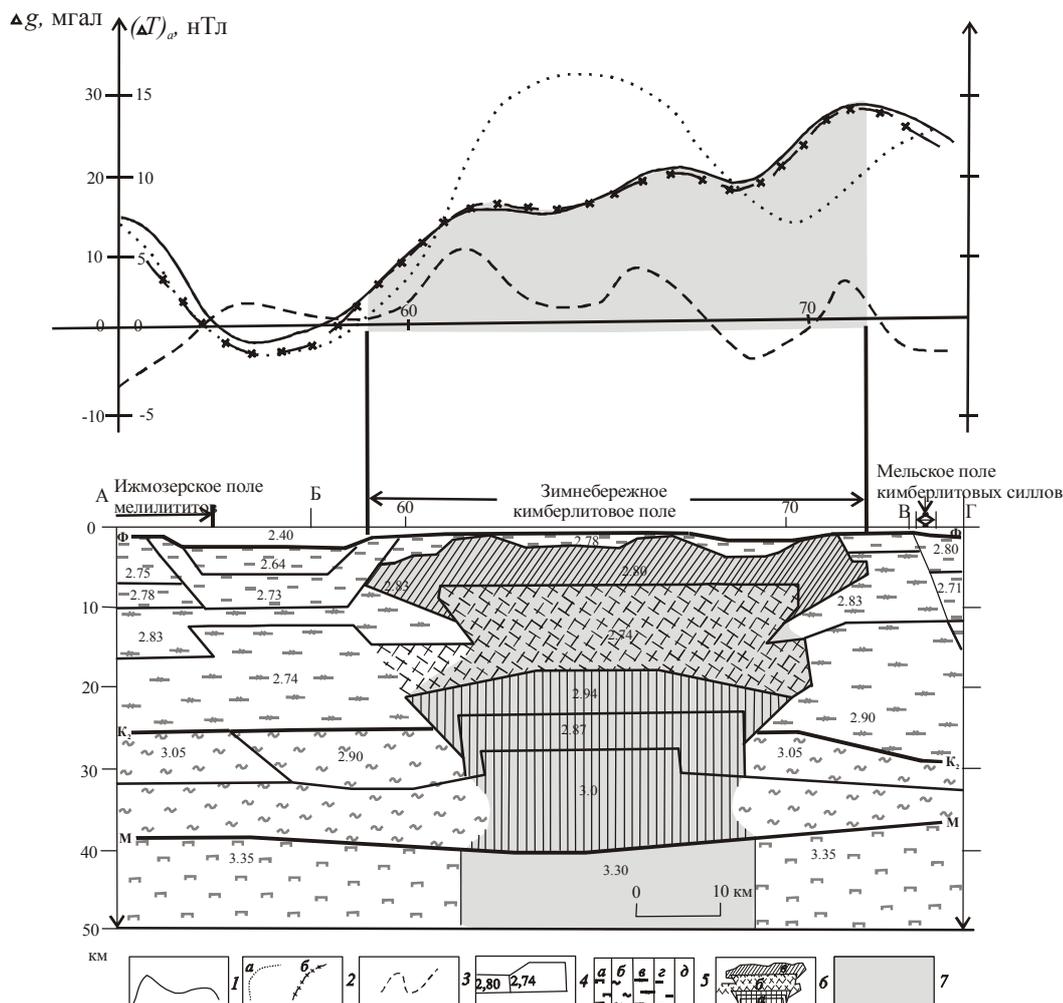


Рис. 4. Плотностной разрез земной коры по линии А–Г (вдоль фрагмента профиля ГСЗ–МОВЗ Белое море–р. Вага):

графики поля силы тяжести: 1 — наблюдаемых значений, подбираемых в процессе гравитационного моделирования, 2 — рассчитанных в процессе гравитационного моделирования значений (*a* — обусловленных стартовым плотностным разрезом земной коры, соответствующим сейсмической модели, *b* — обусловленных итоговой плотностной моделью земной коры и верхней мантии в интервале глубин 0–50 км); 3 — график аномального магнитного поля; 4 — блоки с расчетными значениями плотности, в г/см³; 5 — слои плотностного разреза, соответствующие образованиям верхней мантии (*a*), гранулит-базитового слоя (*b*), промежуточного слоя (*c*), гранитно-метаморфического слоя (*z*), осадочного чехла (*d*); 6 — транскоровая плотностная неоднородность в составе: *a* — стратифицированного нижнекорового блока с относительно плотными ($\Delta\sigma=0,06-0,10$ г/см³) образованиями, *b* — среднекоровой области разуплотнения ($\Delta\sigma=-0,06$ г/см³), верхнекорового блока с относительно плотными ($\Delta\sigma=0,04$ г/см³ по отношению к нижележащим) образованиями; 7 — области (плотностного разреза и графиков гравитационного и магнитного полей) с аномальными геофизическими параметрами, пространственно ассоциирующие с Зимнебережным кимберлитовым полем

Результаты гравитационного профильного моделирования м-ба 1:200 000 (рис. 5) позволили связать природу локальных малоамплитудных максимумов $\Delta g_{\text{ост}}$ с морфологическими особенностями кровли охарактеризованной выше субвертикальной транскоровой интегрированной плотностной неоднородности. Проведенное по ряду дополнительных профилей моделирование плотностных разрезов

верхней части земной коры и расчеты параметров залегания источников положительных аномалий локальных составляющих магнитного и гравитационного полей позволили установить латеральные границы последней (см. рис. 2).

В результате выполненных расчетов в верхней части (глубины 2–6 км) плотностного разреза земной коры в пределах области Золотицких, Верхо-

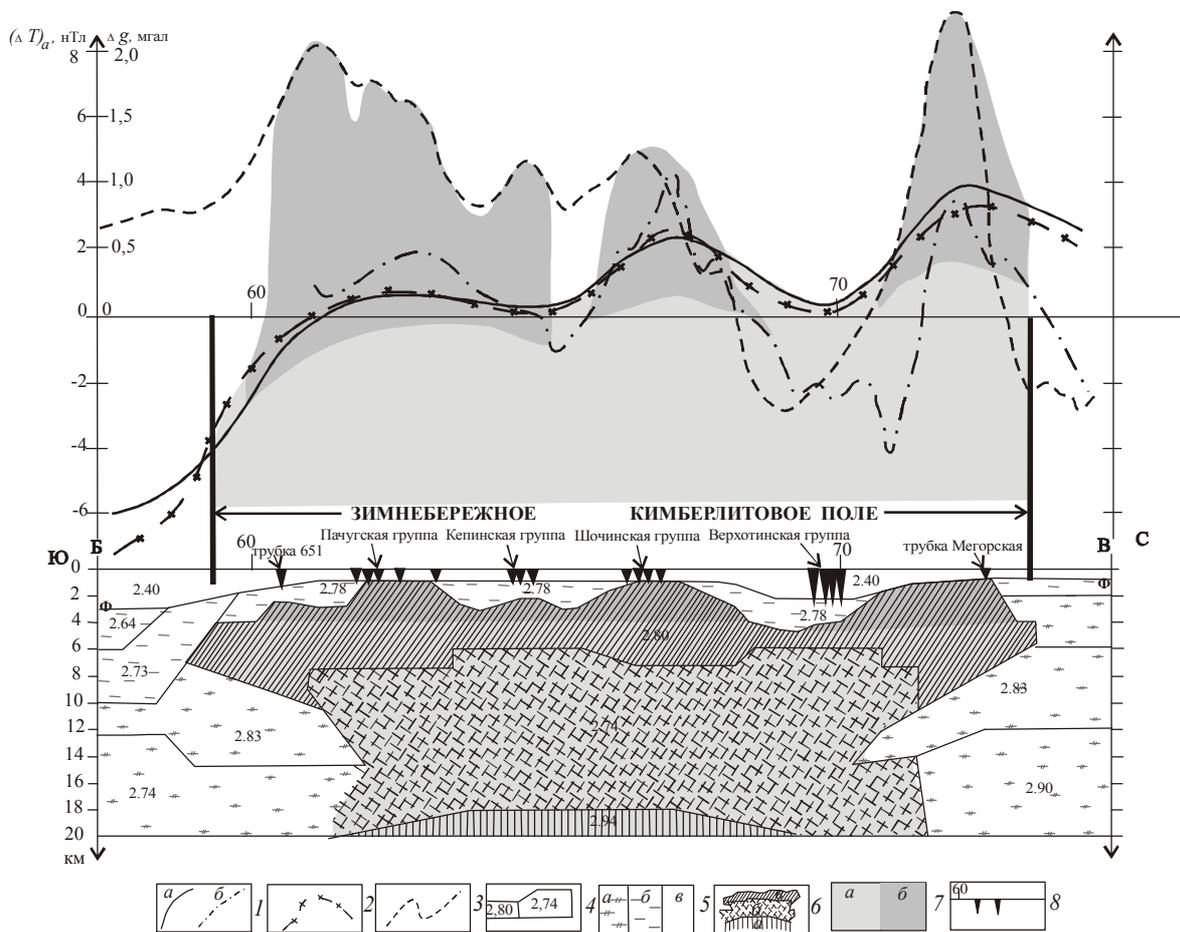


Рис. 5. Плотностной разрез верхней части земной коры по линии Б–В (вдоль фрагмента профиля ГСЗ–МОВЗ Белое море–р. Вага):

графики поля силы тяжести: 1 — подбираемые в процессе гравитационного моделирования (*a* — значений поля с исключенным влиянием нижней части разреза земной коры в интервале глубин 20–50 км, *b* — локальной составляющей поля силы тяжести по данным съемки м-ба 1:50 000), 2 — рассчитанные в процессе гравитационного моделирования значений, обусловленных итоговой плотностной моделью земной коры в интервале глубин 0–20 км; 3 — график аномального магнитного поля; 4 — блоки с расчетными значениями плотности, в г/см³; 5 — слои плотностного разреза, соответствующие образованиям промежуточного слоя (*a*), гранитно-метаморфического слоя (*b*), осадочного чехла (*в*); 6 — транскоровая плотностная неоднородность в составе: *a* — стратифицированного нижнекорового блока с относительно плотными образованиями, *b* — среднекоровой области разуплотнения, *в* — верхнекорового блока с относительно плотными (по отношению к нижележащим) образованиями; 7 — области (плотностного разреза и графиков гравитационного и магнитного полей) с аномальными геофизическими параметрами, пространственно ассоциирующие с Зимнебережным кимберлитовым полем (*a*), с группами кимберлитовых тел в его пределах (*b*); 8 — тела кимберлитов и родственных им пород (их проекции на линию профиля)

тинских и Кепинских проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма выделяется локализованная по площади плотностная неоднородность с размерами в поперечнике порядка 60×85 км. Ее кровля осложнена купольными структурами с глубиной залегания 2–6 км, размером в поперечнике 10–25 км. Купольные структуры проявлены ком-

плексными аномалиями гравитационного и магнитного полей, выраженными сочетанием локальных максимумов Δg и $(\Delta T)_a$. Большинство проявлений кимберлитового магматизма локализируются, обособляясь в отдельные группы, в пределах и по периферии контуров спроектированных на плоскость рассмотренных купольных структур, осложняющих

кровлю интегрированной трансформированной плотностной неоднородности.

Учитывая неоднозначность решения прямой задачи гравиразведки при моделировании верхней части плотностного разреза земной коры, могут быть предложены и другие варианты распределения плотностных неоднородностей. В частности, природу локальных малоамплитудных максимумов $\Delta g_{\text{ост}}$ (сочетающихся с положительными аномалиями магнитного поля) можно объяснить не особенностями морфологии кровли рассмотренного верхнекорового слоя с относительно плотными (по отношению к нижележащим) образованиями, а наличием локализованных (в пределах этого слоя) объектов, обладающих еще более высокими (по отношению к вмещающим образованиям) плотностными характеристиками. Однако во всех случаях общая картина распределения плотностных неоднородностей в верхней части разреза земной коры в области Золотицких (с месторождением им. Ломоносова), Верхотинских (с месторождением им. Гриба) и Кепинских проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма Зимнего Берега будет одна и та же. В плотностном разрезе верхней части трансформированной интегрированной плотностной неоднородности здесь обособляются объекты, обладающие повышенными плотностными и магнитными характеристиками и проявленные комплексными аномалиями гравитационного и магнитного полей. Последние характеризуются сочетанием локальных максимумов Δg и $(\Delta T)_{\text{а}}$, что, по-видимому, позволяет связать их природу с погребенными (на глубине 2–6 км) ареалами базит-гипербазитового магматизма. Большинство из проявлений кимберлитового магматизма локализуется (в виде групп) в пределах и по периферии контуров этих магматических ареалов.

Полученная плотностная модель глубинного строения земной коры Зимнего Берега увязывается с охарактеризованными выше особенностями сейсмического разреза, которые могут быть обусловлены флюидно-магматическими процессами. Так, стратифицированная совокупность нижнекоровых плотностных неоднородностей практически полностью соответствует совокупности сейсмических неоднородностей, выявленных в нижних (глубины 18–40 км) горизонтах земной коры. Кроме того, магнитовозмущающий объект, обуславливающий региональный максимум магнитного поля, также приурочен к этому интервалу глубин. Приведенные факты позволяют говорить о локализации в нижних горизонтах земной коры (на глубине 18–40 км) под областью Золотицких (с месторождением им. Ломоносова), Верхотинских (с месторождением им. Гриба) и Кепинских проявлений кимберлитового и

родственного ему магматизма физико-геологической неоднородности с довольно контрастными (по отношению к вмещающей среде) геофизическими параметрами. Она носит стратифицированный характер, выраженный чередованием слоев с относительно повышенными и пониженными плотностными и скоростными характеристиками. При этом кровли слоев, расположенных на глубинах 18 и 28 км, имеют антиклинальную форму. Кроме того, образования по крайней мере верхнего и среднего слоев обладают еще и повышенными магнитными свойствами. Таким образом, геофизические характеристики рассматриваемой нижнекоровой физико-геологической неоднородности во многом аналогичны параметрам, присущим расслоенным интрузивам мафит-ультрамафитового состава.

Согласно А.А.Маракушеву [7], глубинные включения в кимберлитовых породах, составляющих закономерные магматические серии, обусловленные дифференциацией магм, содержат структурные признаки и ассоциации минералов, сменяющих друг друга в последовательности снижения давления. Все это приводит к представлению об их формировании в ходе сложной эволюции глубинных магматических очагов с этапами первичной (очаговой) кристаллизации и последующей консолидации магм при внедрении их на более высокие уровни мантии и земной коры, где они образуют расслоенные многофазные интрузивы и вулканические комплексы. Установлено, что в высокоалмазоносных кимберлитах преобладают обломки глубинных магматических пород, в неалмазоносных — ксенолиты собственно мантийного вещества, в убогалмазоносных наблюдается смесь и тех и других. Следовательно, базит-гипербазитовый магматизм, в генетической связи с которым, по А.А.Маракушеву и В.И.Ваганову [7], впоследствии развивается кимберлитовый, предшествует лишь алмазоносному кимберлитовому магматизму.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что выявленная в разрезе земной коры Зимнего Берега интегрированная совокупность физико-геологических неоднородностей может быть проинтерпретирована как субвертикальная область преобразования мантийно-коровой толщи, генетически связанная с формированием и развитием здесь гетерогенной кимберлитобразующей системы. То есть совокупность проявлений Золотицких, Верхотинских и Кепинских магматитов Зимнего Берега может соответствовать такому минерагеническому таксону, как алмазоносное кимберлитовое поле — Зимнебережное кимберлитовое поле.

Кимберлитобразующая система Зимнебережного кимберлитового поля [10, 11, 17] представлена на уровне верхней мантии – нижних горизонтов

земной коры промежуточным магматическим очагом, на уровне консолидированной земной коры — флюидно-магматической колонной (включающей базитовые, базит-гипербазитовые и кимберлитовые расплавы). В потенциальных геофизических полях она отражается в виде характерной аномальной области «деформации» структурных планов гравитационных и магнитных аномалий, что позволяет определить естественную границу Зимнебережного кимберлитового поля.

Скрытые на глубине 2–6 км (и выходящие на поверхность кристаллического фундамента) ареалы базит-гипербазитового магматизма можно связать с отдельными дериватами многофазной флюидно-магматической колонны кимберлитоподобной системы Зимнебережного кимберлитового поля. Для них характерны комплексные положительные аномалии локальных составляющих гравитационного и магнитного полей. Большинство из кимберлитовых и родственных им тел Зимнебережного поля группируются в пределах и по периферии контуров этих магматических ареалов. При этом обособляются не только Золотицкая, Верхотинская, Шочинская, Ключевая (Кепинская), Пачутская группы кимберлитовых и родственных им тел, но и меньшие по совокупности объединяемых магматических объектов группировки. Кроме того, выделяется ряд участков, в пределах которых возможно обнаружение новых проявлений кимберлитового и родственного ему магматизма Зимнебережного кимберлитового поля.

Охарактеризованная выше геолого-геофизическая модель глубинного строения Зимнебережного кимберлитового поля по большинству параметров согласуется с современными представлениями о структуре кимберлитоподобных систем алмазоносных кимберлитовых полей Сибирской платформы [2, 3]. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод, что установленные геолого-геофизические параметры разноуровневых (по глубинности) элементов модели глубинного строения Зимнебережного кимберлитового поля обладают устойчивостью и могут быть использованы в качестве критериев прогнозирования потенциально алмазоносных кимберлитовых полей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архангельская* алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) / Под ред. О.А. Богатикова. — М.: Изд. МГУ, 2000.
2. *Барышев А.С.* Физико-геологическая модель кимберлитового поля и оптимальный комплекс геологических, геофизических и геохимических прогнозно-поисковых критериев // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. Мирный, 1998. С. 233–235.
3. *Биезайс Я.Я., Борис Е.И., Максимкина Л.В.* Геолого-геофизическая модель Мирнинского кимберлитового поля Якутской алмазоносной провинции // Проблемы алмазной геологии и некоторые пути их решения. Воронеж, 2001. С. 4–18.
4. *Булин Н.К., Егоркин А.В.* Использование многоволнового ГСЗ при мелкомасштабных прогнозных исследованиях на оруденение и алмазоносность // Геология и геофизика. 1993. Т. 34. № 9. С. 92–106.
5. *Булин Н.К., Егоркин А.В.* Прогнозирование районов кимберлитового магматизма на севере Русской платформы по сейсмическим данным // Советская геология. 1991. № 10. С. 82–91.
6. *Булин Н.К., Егоркин А.В., Золотов Е.Е.* О перспективах нефтегазоносности Мезенской синеклизы // Разведка и охрана недр. 2003. № 2. С. 12–16.
7. *Ваганов В.И.* Алмазные месторождения России и мира (основы прогнозирования). — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000.
8. *Глубинное* строение территории СССР / Под ред. В.В. Белоусова, Н.И. Павленковой. — М.: Наука, 1991.
9. *Головин Н.Н.* Геологическое строение, минеральный состав и условия образования щелочно-ультраосновных пород Кепинской площади: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. — М., 2003.
10. *Голубев Ю.К., Ваганов В.И., Прусакова Н.А.* Принципы выделения алмазоперспективных площадей на различных стадиях прогнозно-поисковых работ // Эффективность прогнозирования и поисков месторождений алмазов: прошлое, настоящее и будущее (Алмазы-50). С.-Пб., 2004. С. 94–96.
11. *Голубев Ю.К., Ваганов В.И., Прусакова Н.А.* Принципы прогнозирования алмазоперспективных площадей на Восточно-Европейской платформе // Руды и металлы. 2005. № 1. С. 55–70.
12. *Егоркин А.В.* Геологическая информативность многоволнового ГСЗ на примере изучения севера европейской части России // Региональная геология. С.-Пб., 2000. № 10. С. 85–94.
13. *Егоркин А.В.* Строение земной коры по сейсмическим геотраверсам // Глубинное строение территории СССР. М., 1991. С. 118–134.
14. *Егоров А.С., Костюченко С.Л., Солодилов Л.Н.* Составление атласа полосовых геологических и геофизических карт и разрезов по системе геотраверсов // Разведка и охрана недр. 1994. № 10. С. 8–12.
15. *Костюченко С.Л.* Структура и тектоническая модель земной коры Мезенской синеклизы по результатам комплексного геолого-геофизического изучения // Разведка и охрана недр. 2001. № 2. С. 2–8.
16. *Костюченко С.Л., Егоркин А.В.* Внутрикоровые элементы севера Восточно-Европейской платформы // Разведка и охрана недр. 1994. № 10. С. 12–15.
17. *Прусакова Н.А.* Геолого-геофизическая прогнозно-поисковая модель Зимнебережного кимберлитового поля: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. — М., 2004.
18. *Саблуков С.М.* Вулканизм Зимнего берега и петрологические критерии алмазоносности кимберлитов: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. — М.: ЦНИГРИ, 1995.
19. *Саблуков С.М.* О петрохимических сериях кимберлитовых пород // ДАН СССР. 1990. Т. 313. № 4. С. 935–939.

УДК 553.31 (571.16)

© Коллектив авторов, 2006

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ БАКЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ*

А.К.Мазуров, Г.Ю.Боярко (Томский политехнический университет), В.Г.Емешев (Администрация Томской области), А.В.Комаров (Территориальное агентство по недропользованию по Томской области)

В качестве замены выбывающих мощностей по добыче и обеспечению железорудным сырьем уральских и западносибирских металлургических предприятий предлагается вариант освоения Бакчарского месторождения прибрежно-морских оолитовых сидерит-гидрогётит-лептохлоритовых железных руд с использованием скважинной гидродобычи и гидротранспорта рудной пульпы по магистральным трубопроводам.

Проявления железных руд на территории Томской области известны издавна. В 1625–1626 гг. велась их обработка на небольших Лагернотомском, Поздняковском и Аргатюльском месторождениях. Известно, что из них изготовлялись пушки для Томского острога [6, 10]. Однако наибольшее значение для промышленности на территории Томской области представляют крупные месторождения осадочных морских сидерит-гидрогётит-лептохлоритовых железных руд. Железные руды этого типа обнаружены в 1950 г. в г. Колпашево при бурении опорной скважины. Железорудные образования фиксировались при производстве поисковых работ на нефть, а также при выполнении специализированных на железо поисковых и ревизионных опробовательских работ [6].

Проявления железа в Западно-Сибирском железорудном бассейне прослежены в полосе шириной около 150 км и протяженностью около 2000 км (от бассейнов рек Турухан, Большая Хета на северо-востоке до истоков р. Омь на юго-западе) [3]. Общая площадь Западно-Сибирского железорудного бассейна составляет 300 000 км², в том числе на территории Томской области около 80 000 км² (рис. 1). Общие прогнозные запасы железных руд бассейна с содержанием железа более 30% оцениваются в 400 млрд. т, что позволяет считать его крупнейшей железорудной провинцией мира.

В Центральном Приобье среди верхнемеловых и нижнетретичных отложений значительные площади занимают прибрежно-морские железозоносные осадки. В составе указанных отложений выделяется четыре железорудных горизонта. Три из них — нарымский, колпашевский, чигоринский — приурочены к верхнемеловым, а четвертый — к эоценовым образованиям (рис. 2).

Наиболее распространенный нарымский железорудный горизонт приурочен к нижней части верхнемеловых железозоносных отложений. Он прослеживается в виде полосы шириной около 260 км, протяженностью более 1200 км от бассейна р. Турухан на северо-востоке до истоков р. Омь на юго-западе. Мощность железозоносных отложений горизонта изменяется от нескольких сантиметров до 30–35 м, но чаще не превышает 25 м. Железные руды с содержанием валового железа >30% и мощностью >2 м встречаются очень редко. В настоящее время известны четыре таких участка — в районах сел Парбиг, Бакчар, Могочино и г. Колпашево.

Колпашевский железорудный горизонт залегает в разрезе выше нарымского и по сравнению с последним имеет меньшую площадь распространения. Он прослеживается почти в меридиональном направлении от низовьев р. Енисей в верховьях р. Вах на севере и до с. Бакчар — на юге. Мощность железорудного горизонта 5–10, редко 20–30 м. Наиболь-

* Доклад на VIII Международной конференции «Золотодобывающая промышленность России. Состояние и перспективы развития», Москва, 31.01.–03.02.06.

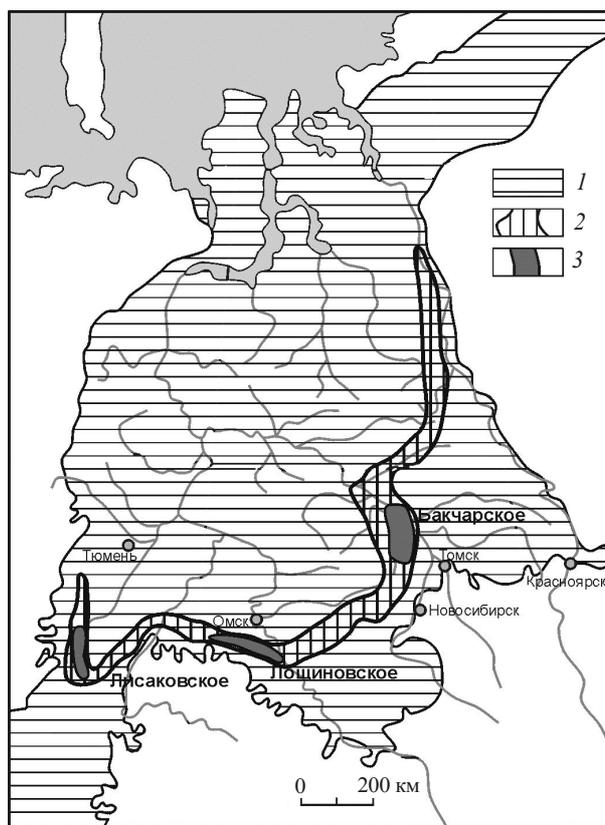


Рис. 1. Схема Западно-Сибирского железорудного бассейна:

1 — площадь распространения мел-палеогенового моря; 2 — полоса распространения прибрежно-морских железорудных отложений; 3 — площади наиболее крупных железорудных узлов (месторождений)

шая мощность руд с валовым содержанием железа >30% составляет 9,3 м в районе р. Чая. По простиранию и вертикали руды переходят в железистые песчаники, алевролиты и алевритистые глины с зернами глауконита и редкими оолитами лептохлоритового состава.

Чигоринский железорудный горизонт залегает над глинистыми отложениями ганькинской свиты и перекрывается песчано-глинистыми отложениями. Строение горизонта изучено слабо, так как выход керна по большинству скважин был низким или вообще отсутствовал. Можно лишь предположить, что отложения горизонта в виде полосы шириной 50–60 км северо-восточного направления залегают в Нарымско-Колпашевском Приобье. Мощность горизонта составляет первые метры и обычно не превышает 10–15 м.

Бакчарский железорудный горизонт имеет меньшую площадь распространения, чем нарымский и колпашевский. Слабая и неравномерная железоносность прослеживается более чем на 600 км к северу

через бассейн ручья Парбиг, Колпашевско-Нарымское Приобье, низовья р. Парабель и среднюю часть рек Тым и Вах. Ширина железоносной полосы в Бакчарском районе около 50 км, в Колпашевско-Парабельском — около 180 км, а в низовьях р. Тым — около 130 км [6]. Наиболее мощные отложения бакчарского горизонта вскрыты скважинами колонкового бурения в районе сел Вавиловка, Бакчар, Чернышовка и Польшнянка. Кондиционные руды в данном горизонте встречены только в приобской части бассейна в Бакчарском административном районе (рис. 3).

Наиболее полная характеристика Бакчарского железорудного месторождения приведена в работах А.А.Бабина [1]. Установлено, что наибольшие по мощности железорудные пласты находятся в районе современного бассейна р. Бакчар, при этом в восточной части (правобережье р. Бакчар) максимальная мощность железных руд отмечается как на уровне колпашевского, так и бакчарского горизонтов. Анализ керна колонковых скважин показал, что руды колпашевского и бакчарского горизонтов

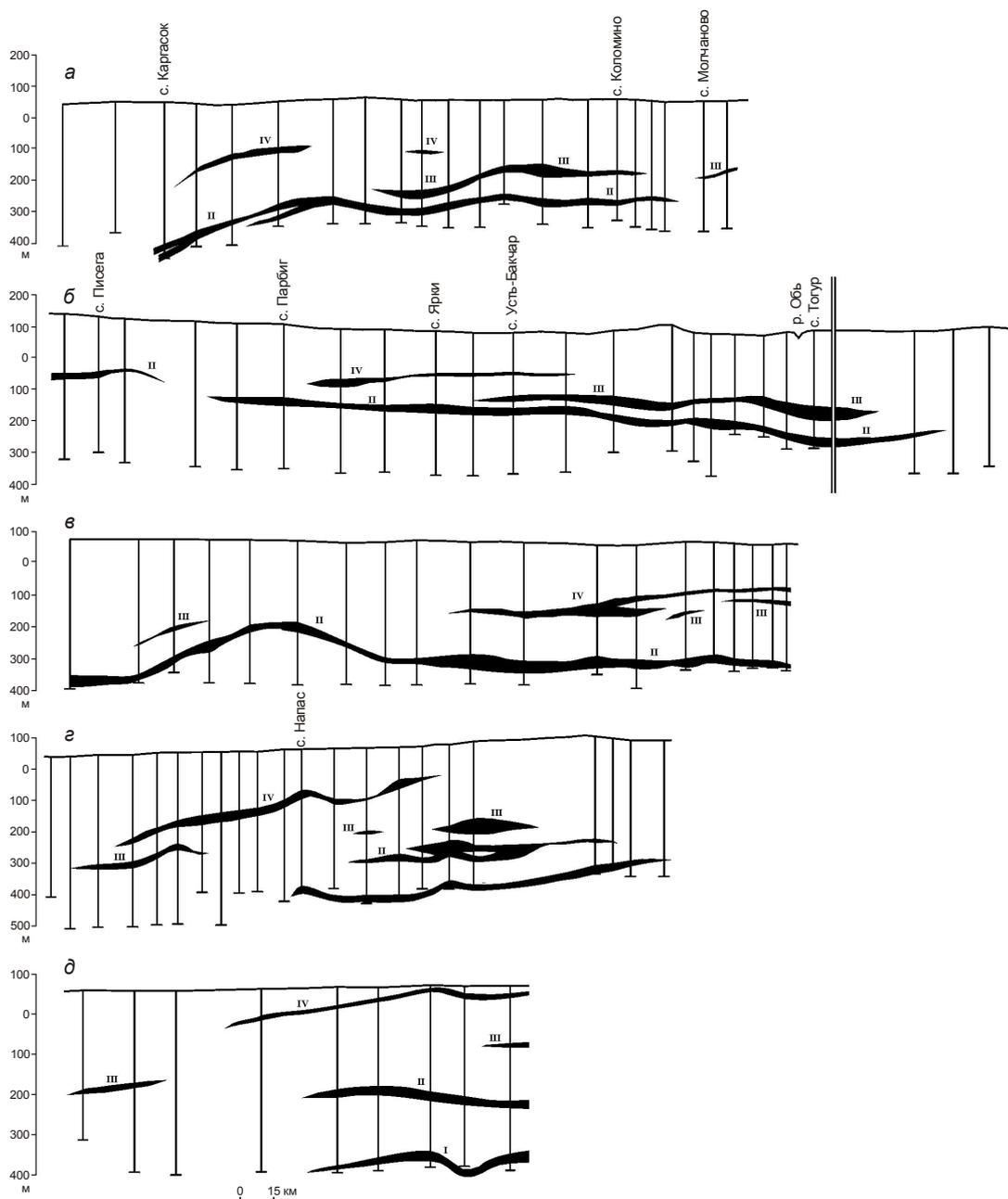


Рис. 2. Разрезы по буровым линиям параметрических и структурных нефтяных скважин:

a — по рекам Обь – Томь; *б* — по рекам Парбиг – Чая – Кеть; *в* — по рекам Чузик – Парабель – Пайдугина; *z* — по р. Тым; *д* — по р. Вах; черным цветом показаны железорудные горизонты: I — нарымский, II — коллашевский, III — бакчарский, IV — чигоринский

в восточной части проявления сближаются и практически образуют одно рудное тело мощностью 26–36 м при средней мощности 34 м. Мощность перекрывающих песчано-глинистых отложений с горизонтом бурых углей и лигнитов, а в самой верх-

ней части — торфов, — 195 м. Мощность пластов углей 4–9 м, торфов — 3,5 м. Содержание Fe_2O_3 в рудах по данным групповых проб колеблется от 30 до 53% при среднем содержании 40,16%. В прямой зависимости от концентраций железа находятся со-

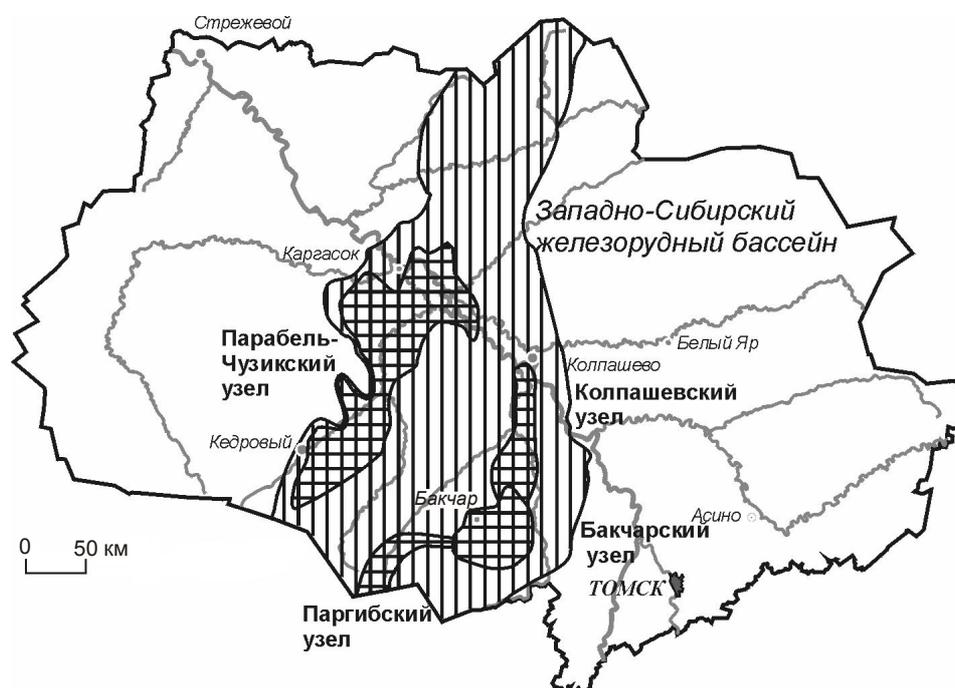


Рис. 3. Схема расположения рудных узлов Западно-Сибирского железорудного бассейна в пределах Томской области

держания фосфора и ванадия. Содержание фосфорного ангидрида в руде достаточно высокое — 1,03–1,3%, ванадия — 0,13–0,25%.

По данным Г.М.Шора [8] и А.Я.Пшеничкина [11], в одиночных штучных пробах, отобранных из бакчарских железных руд, содержится 0,65–1,8 г/т Au, 10–127 мг/т Pt и 1,3–16 мг/т Pd, отмечаются также повышенные концентрации Mo, Sc, Ge, Be и U. Г.М.Шор предполагает, что повышенные концентрации драгоценных и редких металлов имеют гидрогенную природу и образовались путем высачивания на природный сорбент (тонкодисперсные осадочные железные руды) компонентов, растворенных в фильтрующихся подземных водах. С этой точки зрения Бакчарское месторождение можно рассматривать как весьма перспективный золоторудный объект.

По минеральному составу и текстурно-структурным особенностям на месторождении выделены шесть природных типов руд [1, 6]:

плотная гётит-гидрогётитовая с сидеритовым цементом (1,5% от общего объема руды);

глауконит-гидрогётитовая с сидерит-лептохлоритовым цементом (7,1%);

слабо цементированная гидрогётит-лептохлоритовая с лептохлоритовым корковым поровым или базальным цементом (30,3%);

слабо цементированная гидрогётитовая с базальным лептохлоритовым цементом (41,5%);

слабо цементированная гётит-гидрогётитовая с незначительным количеством гизингеритового, хлоритового или сидеритового корково-сгусткового цемента (12,6%);

слабо цементированная перемытая рыхлая гидрогётитовая с базальным лептохлоритовым цементом (7,0%).

В целом бакчарские руды кислые, фосфористые; основность их низкая — коэффициент основности равен 0,063–0,066. Содержание флюсоющих оксидов в виде кальция и сидерита не превышает 2,5%, из них на долю кальция приходится 0,6–1,0%, оксида магния — 0,95–1,5%.

Современное состояние железорудной базы Урала и Сибири. К началу XXI в. наметилась диспропорция в обеспеченности железорудным сырьем уральских и западносибирских металлургических комбинатов, производящих 44 и 13% российского железа. Большинство железорудных комбинатов и рудоуправлений находятся в эксплуатации 30–50 лет и более. За этот период в проектных контурах отработаны запасы основных месторождений, на базе которых были построены карьеры и шахты. Для поддержания их мощностей требуются не только обновление технологического оборудова-

ния и внедрение новых технологий, но и главным образом подготовка для отработки новых запасов [2, 7, 12].

В 2004 г. на Урал из других регионов России и Казахстана завезено 22,9 млн. т руды (при собственном производстве 13,9 млн. т), в Западную Сибирь — 5,1 млн. т (собственное производство 8,7 млн. т). Среднее расстояние транспортировки железорудного сырья для уральских заводов составляет 1560 км, для западносибирских — 1490 км [7, 12]. Сокращение нерациональных дальних перевозок железной руды для уральских и западносибирских металлургических комбинатов было бы возможно при вовлечении в производство новых месторождений на территории Сибири. Здесь известны разведанные месторождения: Амалыкское в Кемеровской области, Инское и Белорецкое в Алтайском крае, Холзунское в Республике Алтай, Волковское в Республике Хакасия, Казырская группа проявлений на юге Красноярского края и Ангаро-Питская — на севере [5] (рис. 4). Суммарные запасы перечисленных месторождений (по категориям $A+B+C_1+C_2$) составляют 12 692,7 млн. т, что сопоставимо с ресурсами одного лишь Восточного участка Бакчарского проявления (ресурсы разными авторами оцениваются от 12 до 23 млрд. т). Кроме того, все эти объекты находятся вне сферы действующей инфраструктуры и их освоение возможно только при значительных капитальных затратах (сотни миллионов долларов) на строительство коммуникаций и осуществление больших объемов строительно-монтажных и горно-подготовительных работ. Строительство одиннадцати рудников вместо одного —

Бакчарского — делает маловероятной возможность освоения разрозненных месторождений в ближайшее время.

Бакчарское железорудное месторождение расположено в Бакчарском административном районе в 150–200 км к западу от г. Томска. Его изучение было прекращено в начале 60-х годов XX в. на поисковой стадии. Ввиду достаточных запасов железной руды это месторождение может восполнить дефицит местного железорудного сырья для уральских и западносибирских металлургических комбинатов [7].

Причиной прекращения геологоразведочных работ на Бакчарском железорудном месторождении было отрицательное заключение по гидрогеологическим (высокая водообильность рыхлого разреза) и горнотехническим условиям его эксплуатации. Помимо этого, в 60-е годы XX в. начали разрабатываться руды Соколовско-Сарбайского месторождения в Казахстане, которые с лихвой покрывали дефицит местного сырья на Южном Урале и в Западной Сибири. В рыночных условиях значительная часть казахстанских руд стала поставляться в Китай.

Развитие новых технологий добычи (скважинная гидродобыча) и транспортировки полезных ископаемых (гидротранспортировка пульпы по магистральным трубопроводам) позволяют в настоящее время освоение Бакчарского железорудного месторождения считать перспективным. Метод скважинной гидродобычи (СГД) представляет собой дистанционную подземную разработку месторождений через скважины. Твердые рыхлые или слабо-связанные полезные ископаемые переводятся в сос-

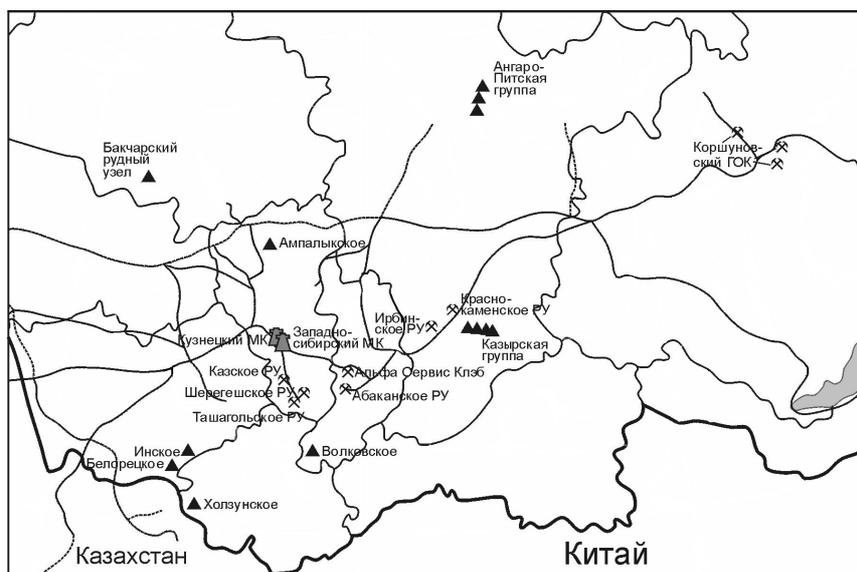


Рис. 4. Схема расположения действующих рудников и известных железорудных месторождений Сибири

тояние гидросмеси (суспензии), транспортируемой на дневную поверхность. Скважинная гидродобыча характеризуется малооперационностью и поточностью процесса разработки, простотой используемого оборудования, небольшими капитальными затратами [9, 13].

В Белгородской области с 80-х годов XX в. при разработке железных руд Шамраевского участка применяется скважинная технология [9, 13]. Добыча руд производится с глубины 600–800 м, производительность одной установки 40–50 т/час. Содержание железа в добытой руде достигает 66–68% при 60% в исходной руде; себестоимость добычи 1 т руды составляет 5–6 дол.

Глубина залегания бакчарских бобово-оолитовых железных руд не превышает 250 м, что значительно удешевит процесс их добычи по СГД-технологии. Учитывая геолого-технологический тип руд, они будут обогащаться значительно эффективнее руд КМА за счет присутствия в них значительного количества глауконита и гидрослюды. Данное обстоятельство дает основание предполагать, что содержание железа в извлеченном методом СГД промпродукте может составить около 55%.

Доставка пульпы железной руды до ближайшей железнодорожной станции в г. Томск возможна гидротранспортом по магистральному трубопроводу (около 150 км), что может радикально изменить технико-экономические показатели обработки мес-

торождения (рис. 5). Опыт работы гидротранспорта в Сибири имеется. Так, до 1995 г. действовал магистральный трубопровод от угольной шахты Инская (г. Белово, Кемеровская область) до ТЭЦ-5 г. Новосибирска протяженностью 262 км и пропускной способностью 3 млн. т угля в год [4].

Опыты по определению оптимальной схемы обогащения руд показали, что наиболее эффективен обжиг-магнитный способ. В восстановительной печи при $T 550^{\circ}\text{C}$ получены концентраты с содержанием железа 53–61%, при этом извлечение составило 91,3–95,8%. В качестве восстановителя применялся газ из оксида углерода (около 35%) и азота (65%). Содержание железа в хвостах от рыхлых руд минимально и не превышает 9–10%, в хвостах из плотных руд варьирует от 15 до 25,8%. Также из бакчарских руд получается от общей массы чугуна примерно 20% шлака с кондиционным содержанием фосфорного ангидрида (14–15%) и примерно 3,3% отвеса чугуна ванадиевого концентрата.

Бакчарские руды нуждаются в предварительном обогащении и окомковании. Проведены опыты агломерации концентратов из бакчарских руд. Тонкоизмельченные концентраты успешно окучковываются агломерацией с получением флюсового агломерата. Содержание железа в агломерате составляет 49–51%, мышьяка — меньше допустимого, т.е. 0,021–0,052%. Основность агломерата низкая и не превышает 1,15–1,26.



Рис. 5. Схема транспортировки бакчарской железной руды

Необходимое сырье для окомкования бакчарской руды имеется в 40 км от г. Томска. Здесь находится месторождение известняков Каменское с запасами 36,4 млн. т и 18 подготовленных месторождений легкоплавких (керамзитовых) глин каолинит-гидрослюдисто-монтмориллонитового состава с запасами 33,2 млн. м³.

Таким образом, при использовании новых технологий гидродобычи и гидротранспортировки железные руды Бакчарского месторождения могут заменить для уральских и западносибирских металлургических комбинатов значительную часть сырья от дальних поставщиков из европейской части России и Казахстана.

Возможно также создание новых технологий на основе бакчарских руд и огромных запасов торфа в Томской области с приготовлением нетрадиционных рудноторфоплавительных брикетов — сырья для низкотемпературных печей, предназначенных для прямой выплавки стали. Они были предложены еще в 50-е годы XX в. профессором Томского политехнического университета С.И.Смоляниновым.

Экономические расчеты показывают, что капитальные затраты на добычу и строительство завода по окомкованию бакчарской руды в районе г. Томска составят 120 млн. дол. при годовой добыче 3 млн. т руды и 166 млн. дол. при годовой добыче 7 млн. т. Себестоимость получения 1 т окатышей составляет 7–8 дол. при отпускных ценах российских производителей железорудного сырья 20–22 дол. за 1 т.

При металлургическом переделе бакчарского железорудного сырья с 1 млн. т руды возможно получение до 50 тыс. т фосфатных шлаков. Учитывая полное отсутствие производства фосфатных удобрений в Сибирском регионе, они будут востребованы на местном рынке.

Перспективно изучение Бакчарского железорудного месторождения на гидрогенное золотое оруденение. В случае подтверждения повышенных концентраций золота в значительных объемах осадочных железных руд это месторождение можно рассматривать и в качестве золоторудного объекта. Извлечение золота можно будет осуществлять в технологическом цикле путем кучного выщелачивания после скважинной гидродобычи железной руды и перед гидротранспортировкой рудной пульпы на завод окомкования.

В ноябре 2005 г. на одном из участков Бакчарского железорудного месторождения был проведен аукцион, и ООО «Томская горнодобывающая ком-

пания» выдана сквозная лицензия на разведку и добычу железных руд. Для геологического изучения Бакчарского железорудного узла, опытной гидроскважинной добычи рыхлых железных руд, технологических исследований их обогащения выделяются средства из федерального и областного бюджетов. Освоение уникального Бакчарского железорудного месторождения уже начато, и первые поставки железных руд уральским и западносибирским потребителям — вопрос ближайшего будущего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабин А.А.* Бакчарское железорудное месторождение (геология, закономерности размещения и генезис железных руд): Автореф. дис... канд. геол.-минер.-наук. — Томск: ТПИ, 1969.
2. *Боярко Г.Ю.* Проблемы обеспечения железной рудой металлургических комбинатов Новокузнецка // *Металлы Евразии.* 2003. № 5. С. 34–37.
3. *Гурова Т.И., Сорокина Е.Г.* О верхнемеловых железных рудах восточной части Западно-Сибирской низменности // *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 1959. № 6. С. 52–61.
4. *Дмитриев Г.П., Гичитаивили Т.Ш., Махарадзе Л.И.* Напорные гидротранспортные системы. — М.: Недра, 1991.
5. *Железородная база России* / Под ред. В.П.Орлова, М.И.Веригина, Н.И.Голивкина. — М.: Геоинформ-марк, 1998.
6. *Западно-Сибирский железорудный бассейн* / Под ред. Ф.Н.Шахова. — Новосибирск: СО РАН СССР, 1964.
7. *Мазуров А.К., Боярко Г.Ю., Ананьев А.А., Емешев В.Г.* Перспективы освоения железорудных месторождений Томской области // *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление.* 2005. № 5. С. 16–20.
8. *Нетрадиционное гидрогенное оруденение металлов платиновой группы в чехле Западно-Сибирской платформы* / Г.М.Шор, Э.А.Ланда, Л.Г.Гусинова и др. // *Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI в.* М., 1999. Т. III. С. 345–352.
9. *Опыт скважинной гидродобычи руд на Шамраевском участке КМА* / В.Ж.Аренс, А.Д.Панков, А.Г.Балашов и др. // *Горный журнал.* 1995. № 1. С. 25–26.
10. *Пугачев А.Р.* Федор Еремеев — первооткрыватель железных руд Сибири // *Вопросы географии Сибири.* Томск, 1949. № 1. С. 105–121.
11. *Пишеничкин А.Я., Коробейников А.Ф., Колпакова Н.А.* Проявления благороднометалльной минерализации в осадочных железных рудах Бакчарского месторождения // *Проблемы и перспективы развития минерально-сырьевой базы и предприятий ТЭК Сибири.* Томск, 2005. С. 274–277.
12. *Сухорученков А.* Железородное сырье: прогноз на завтра // *Металлы Евразии.* 2005. № 1. С. 32–35.
13. *Тигунов Л.П.* Состояние и перспективы развития сырьевой базы черной металлургии России // *Минеральные ресурсы России.* 1994. № 3. С. 20–24.

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ



УДК 622.772:552.124.4

© А.И.Романчук, Д.Я.Кошель, В.П.Ивановская, 2006

ПОЛУЧЕНИЕ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ РАСТВОРОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ

А.И.Романчук, Д.Я.Кошель, В.П.Ивановская (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)

Разработан способ осаждения меди из комплексных растворов гидрометаллургической переработки железомарганцевых конкреций. Эффективность и селективность способа подтверждены получением высококачественных концентратов, по составу близких к природным ковеллину и халькозину.

Россия, наряду с США, Францией, Японией, Китаем, Индией и другими странами, ведет работы по изучению минеральных ресурсов дна Мирового океана. Решением Международного органа по морскому дну Российской Федерации выделен участок морского дна площадью 75 тыс. км² в зоне разломов Кларион-Клиппертон Тихого океана для геологического изучения и промышленного освоения месторождения железомарганцевых конкреций (ЖМК). По составу ЖМК представляют собой комплексную медь-никель-кобальт-марганцевую руду (табл. 1), не имеющую аналогов на суше, поэтому одна из главных задач промышленного освоения глубоководных месторождений — создание эффективных технологий ее переработки.

Для извлечения из ЖМК цветных металлов и марганца в ЦНИГРИ разработана гидрометаллургическая технология, основанная на восстановлении марганца сернистым ангидридом с образованием растворимых сульфатов [1]. В результате выщелачивания ЖМК полезные компоненты (см. табл. 1) переходят в многокомпонентный раствор следующего состава, г/л: Cu 2,72, Ni 3,03, Co 0,37, Mn 67,66, Fe 0,89. Особенности раствора являются высокая концентрация марганца при относительно невысоких содержаниях цветных металлов и присутствие метастабильных форм серы с переменной валентностью (SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$). Переработка таких многокомпонентных растворов — одна из наиболее сложных задач в гидрометаллургии. В промышленности для выделения цветных металлов из

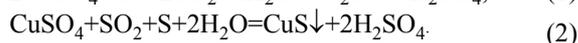
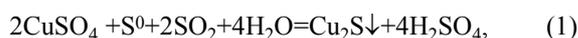
растворов выщелачивания руд и концентратов применяют методы осаждения их сульфидов [2]. В качестве реагентов-сульфидизаторов используют сероводород, сернистый натрий, смесь порошков элементарной серы и металлического железа. В работах ЦНИГРИ для выделения цветных металлов из сульфатных растворов выщелачивания ЖМК была рекомендована технология осаждения порошками металлического марганца и элементарной серы [3]. Очевидное преимущество этого процесса применительно к переработке конкреций состоит в исключении загрязнения сульфатных марганцевых растворов посторонними примесями и возможность регенерации марганца.

При осаждении меди указанным способом из растворов гидрометаллургической переработки ЖМК получен концентрат следующего состава, %: Cu 41,71, Ni 0,96, Co 0,11, Mn 0,15, Fe 0,06. Извлечение меди из раствора составило 91,39%. Для ее осаждения требуется 1,5 т восстановителя — порошка металлического марганца в расчете на 1 т меди. Поскольку регенерация металлического марганца и его измельчение требуют значительных энергетических затрат и сопровождаются безвозвратными потерями металла с отвальными продуктами, предложен новый способ осаждения меди из комплексных растворов выщелачивания ЖМК [4].

Сущность метода заключается в осаждении меди порошком элементарной серы в присутствии восстановителя — сернистого ангидрида. При этом возможно протекание следующих реакций:

1. Результаты химического, атомно-абсорбционного, пробирного и инструментального нейтронно-активационного анализов ЖМК

Элементы, соединения	Содержание	
	%	г/т
Cu	1,36	
Ni	1,44	
Co	0,18	
Mn	32,07	
Fe	5,38	
Pb	0,04	
Zn	0,15	
Mo	0,059	
S	0,22	
SiO ₂	10,54	
Al ₂ O ₃	5,92	
CaO	3,34	
MgO	2,16	
TiO ₂	0,44	
NaO	2,03	
K ₂ O	0,83	
P ₂ O ₅	0,26	
CO ₂	0,90	
Au		<0,02
Ag		0,096
Pt		0,052
Pd		0,0053
Zr		310
Cr		35
Sb		48
As		70
Ba		0,40
Sn		105
Sc		9,4
W		64
La		81
Ce		192
Nd		154
Sm		24
Eu		6,9
Yb		11,1



Экспериментальную проверку предложенного способа проводили в реакторе объемом 2 л с механической мешалкой при температуре 90–95°C. Элементарную серу измельчали до крупности –0,074 мм и после предварительного активирования в растворе щелочи подавали в реактор.

Результаты исследований свидетельствуют о возможности достижения высоких показателей осаждения меди при расходах серы, близких или

превышающих стехиометрически необходимые по реакции (2). В указанных условиях извлечение меди в концентрат составляет 99,8–99,9% (табл. 2, опыты 4–10). Концентраты с наиболее высоким содержанием меди (54,30–56,03%) получены при расходах серы в пределах 80–120% от стехиометрически необходимых (опыты 4–6). Характерно, что эффективное осаждение меди происходит даже при снижении расхода серы до значений ниже стехиометрически необходимых (опыт 4). При недостатке серы заметную роль играет образование двойной соли меди ($\text{Cu}_2\text{SO}_3 \cdot \text{CuSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Подтверждением этого служат результаты опыта 1, в котором сера вообще не подавалась. Тем не менее, 9,54% меди выпало в осадок с содержанием металла 14,00%.

Для изучения кинетики процесса осаждения меди были проведены эксперименты при постоянном расходе серы — 80% от стехиометрически необходимого количества (СНК). Их результаты свидетельствуют о высокой скорости осаждения меди (рис. 1). В течение первых 15 мин в концентрат извлекается почти 95% металла. В дальнейшем скорость осаждения снижается, и для достижения высоких показателей извлечения меди целесообразно принять время осаждения 50–60 мин. В этом случае извлечение меди составляет 99,8%.

В табл. 3 приведены показатели осаждения меди в оптимальном режиме. Как видим, применение нового способа осаждения меди обеспечивает высокую селективность процесса и полноту извлечения металла из раствора. Получен высококачественный концентрат, содержащий 54,45% меди при ее извлечении 99,87%. Содержание примесей в концентрате незначительное: Ni 0,019%, Co 0,004%, Mn 0,34%, Fe 0,157%. Таким образом, с медным концентратом соосаждается лишь 0,0312% Ni, 0,0528% Co, 0,025% Mn.

Минеральный состав полученного медного концентрата исследован с использованием сканирующего электронного микроскопа ISM-5300, оснащенного энергодисперсионным аналитическим спектрометром для качественного и полуколичественного анализов рельефных образцов и количественного анализа полированных образцов.

Установлено, что медный концентрат представлен комковатыми частицами (рис. 2), не имеющими кристаллографических очертаний, часто пористыми, и их агрегатами. Размеры частиц колеблются от 10 до 80 мкм (в поперечнике). Частицы не однородны по составу. Так, на одной и той же частице можно видеть участки более темные (обогащенные се-

2. Показатели осаждения медного концентрата из комплексных растворов в зависимости от расхода элементарной серы

Номера опытов	Расход элементарной S от СНК, %	Остаточное содержание Cu в растворе, г/л	Содержание Cu в концентрате, %	Извлечение Cu в концентрат, %
1	0	2,46	14,00	9,54
2	40	0,82	47,33	71,36
3	60	0,395	53,85	87,64
4	80	0,0008	54,30	99,97
5	100	0,0049	54,60	99,84
6	120	0,0015	56,03	99,95
7	200	0,0037	54,46	99,88
8	300	0,0013	35,52	99,95
9	400	0,0029	26,51	99,91
10	500	0,0475	26,52	98,56
11	600	0,0008	25,47	99,97
12	800	0,001	25,02	99,95
13	1000	0,0032	17,99	99,89

рой) и более яркие (обогащенные медью). Полуколичественный анализ фрагментов частиц, выбранных визуально по цветовой разнице, показал, что они состоят преимущественно из соединений меди и серы. Полученное соединение отвечает в основном формуле CuS (ковеллин).

Концентрат для приготовления аншлифа и количественного анализа был получен специально осаждением меди элементарной серой крупностью

–3,0+0,2 мм. Применение при осаждении крупных частиц серы позволило четко определить границы образующегося сульфида меди (рис. 3).

На рис. 4 представлен фрагмент зерна, у которого выбраны две зоны: зона I — с массивным сульфидным образованием; зона II, расположенная вдоль кромки контакта сульфида меди и элементарной серы. Фрагменты зон с указанием точек, выбранных для анализа, приведены на рисунках 5 и 6.

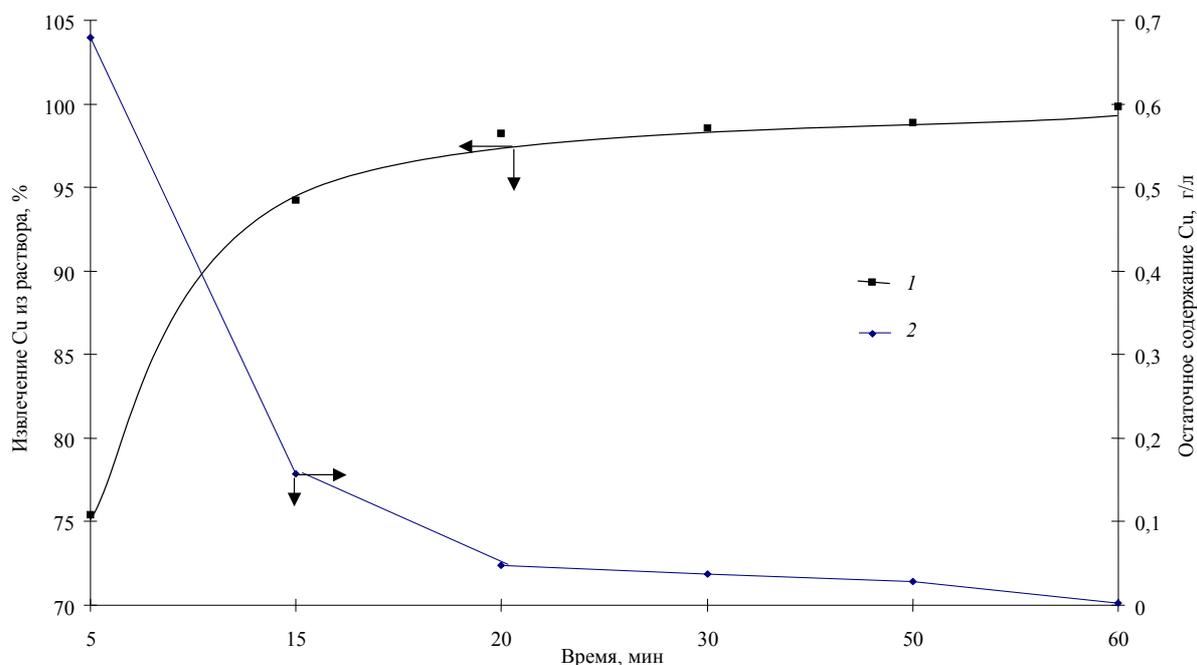


Рис. 1. Кинетика осаждения меди из раствора при 80%-ном расходе серы от стехиометрически необходимого для образования CuS:

1 — извлечение Cu из раствора; 2 — остаточное содержание Cu в растворе

3. Показатели осаждения меди по рекомендуемой технологии

Продукты	Содержание, г/л, %					Извлечение, %				
	Cu	Ni	Co	Mn	Fe	Cu	Ni	Co	Mn	Fe
<i>Поступило</i>										
Раствор	2,72	3,03	0,37	67,66	0,89	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Итого						100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Получено</i>										
Медный концентрат	54,45	0,019	0,00393	0,34	0,157	99,87	0,0312	0,0528	0,025	0,88
Раствор	0,0039	3,275	0,39978	73,1277	0,9537	0,13	99,9688	99,9472	99,975	99,12
Итого						100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

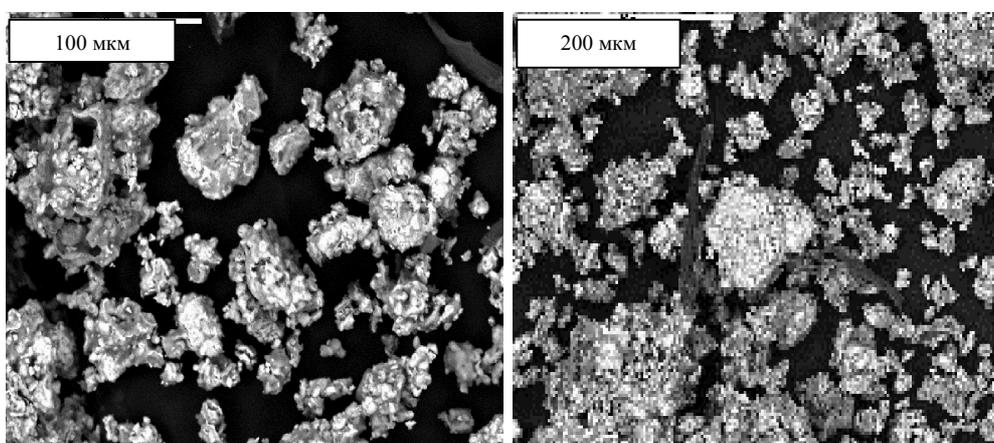


Рис. 2. Общий вид образца порошка медного концентрата

В зоне I (см. рис. 5) анализируемые участки пересекают массив от поверхности образовавшегося сульфида к границе с серой (точки 1–4).

В зоне II (см. рис. 6) для анализа выбрано шесть точек: 5–8 расположены по периметру фрагмента зерна и равно удалены от границы элементарной серы; 9 и 10 характеризуют более темные участки поверхности изучаемой частицы.

Химический состав участков медного концентрата методом электронной микроскопии приведен в табл. 4.

Полученные данные позволяют констатировать, что состав образовавшегося соединения стабилен по площади фрагмента зерна (точки 1–3), а в непосредственной близости от поверхности частицы элементарной серы наблюдается повышение со-

4. Химический состав исследуемого образца в точках 1–10, %

Точки	Si	P	S	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sn	Sb	Сумма
1	0,19	–	33,72	–	–	0,16	–	–	–	66,61	0,33	–	–	–	–	101
2	0,21	–	34,50	–	–	0,16	–	–	–	64,72	–	–	–	–	–	99,59
3	0,16	–	36,58	–	0,09	–	0,12	–	–	61,69	0,32	–	–	–	–	99,91
4	0,17	–	23,16	–	0,17	0,11	–	–	–	75,06	–	–	–	–	–	98,67
5	0,12	–	33,38	–	–	–	–	–	–	65,71	–	–	–	–	–	99,21
6	–	–	34,38	–	–	–	–	–	–	66,07	–	–	0,20	–	–	100,65
7	0,16	–	33,66	0,15	–	–	–	–	–	66,16	–	–	–	–	–	100,1
8	–	–	33,65	–	–	–	0,10	–	–	66,13	–	0,29	–	–	–	100,3
9	0,19	–	37,88	–	–	–	0,20	–	–	62,65	–	–	–	–	–	100,9
10	0,13	–	38,36	0,13	–	–	0,09	–	–	61,43	–	–	–	–	–	100,3

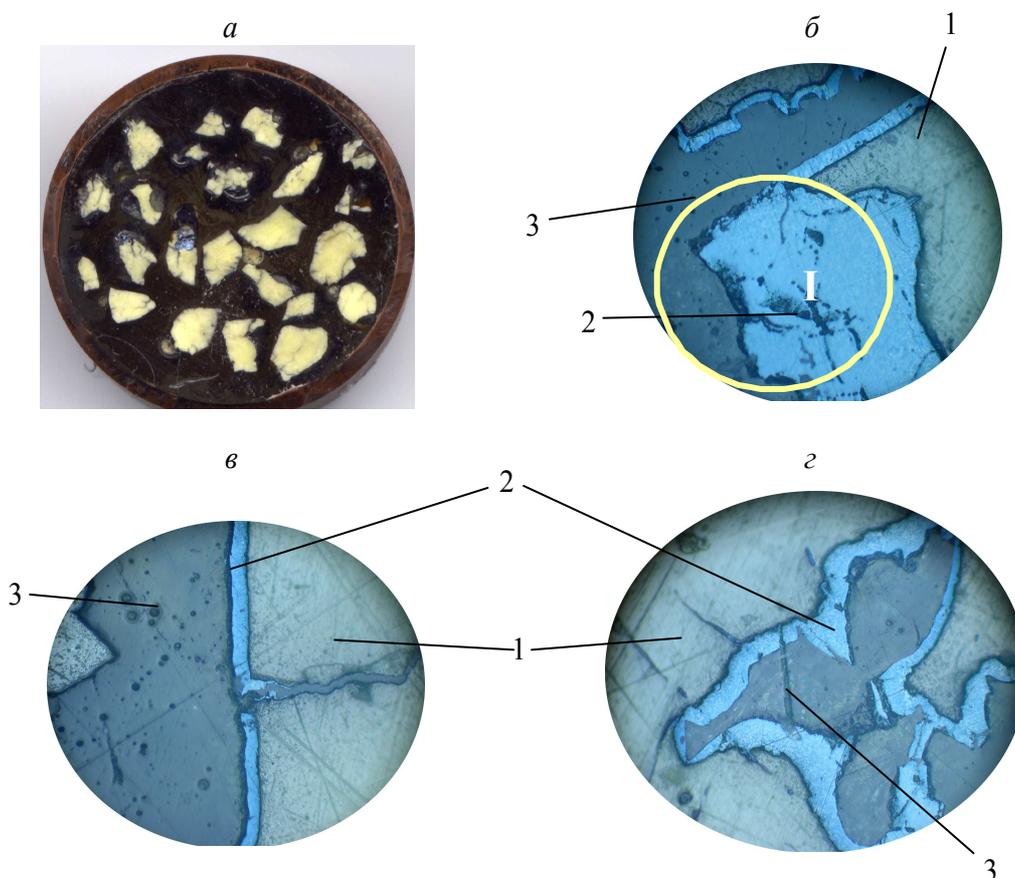


Рис. 3. Общий вид порошка медного концентрата:

a — общий вид аншлифа; *б* — фрагмент зерна с массивным образованием сульфида меди на поверхности серы (зона I); *в* — фрагмент зерна с трещиной в массиве серы, заполненной сульфидом меди; *г* — фрагмент зерна с каемками меди по поверхности частиц серы; 1 — частица элементарной серы; 2 — сульфид меди; 3 — основа аншлифа

держания меди (точка 4). Таким образом, если на большей части площади фрагмента зерна образуется соединение, идентичное природному ковеллину, то в приграничной с серой области по данным атомного состава диагностируется соединение, отвечающее формуле халькозина.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать вывод о высокой эффективности и селективности предложенного способа осаждения меди из комплексных растворов с получением высококачественных концентратов, по химическому составу близких к природному ковеллину (CuS). В приграничной области (по границе раздела фаз сера – ковеллин) отмечено образование соединения с повышенным содержанием меди, близкого по составу к халькозину (Cu_2S).

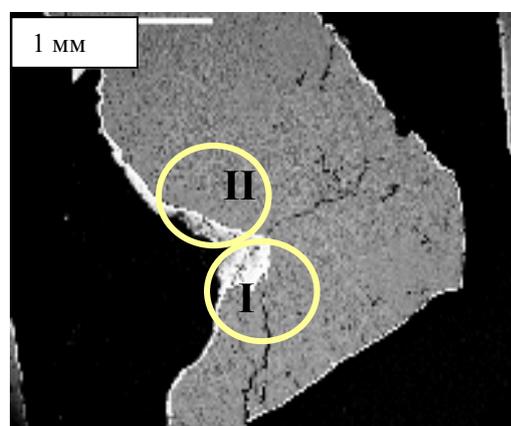


Рис. 4. Общий вид образца с фрагментом анализируемого зерна 1, ув. 35

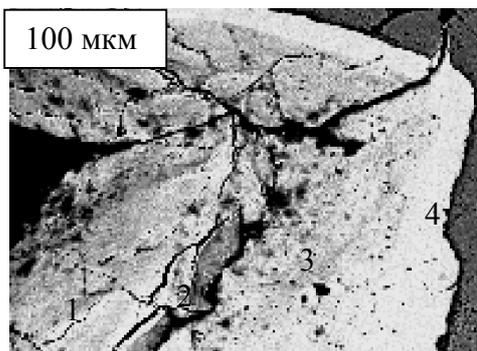


Рис. 5. Строение зоны I в зерне 1, ув. 1000

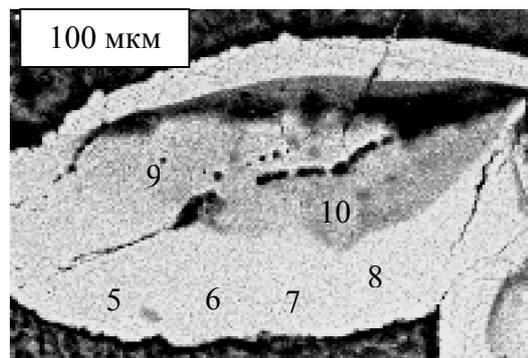


Рис. 6. Строение зоны II в зерне 1, ув. 1000

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ № 2184163 А.И.Романчук, В.П.Ивановская, А.Б.Королев. Способ переработки подводных железомарганцевых руд. 2002. С22В 47/00, 3/00.
2. Резник И.Д., Соболев С.И., Худяков В.Н. Кобальт. Т. 1. – М.: Машиностроение, 1995.
3. Романчук А.И., Ивановская В.П., Мельников А.Н. Выделение ценных компонентов из комплексных растворов // Тр. ЦНИГРИ. 1988. Вып. 226.
4. Патент РФ № 2231569 А.И.Романчук, В.П.Ивановская, А.Б.Королев. Способ переработки подводных железомарганцевых руд. 2004. С22В 47/00, 3/00.

НОВОСТИ, ИНФОРМАЦИЯ

УДК 550.812.1

© Б.И.Беневольский, А.Г.Волчков, 2006

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ АССОЦИАЦИИ ПОИСКОВИКОВ И ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧИКОВ КАНАДЫ — PDAC 2006 (ТОРОНТО, КАНАДА)

Б.И.Беневольский, А.Г.Волчков (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)

5–8 марта 2006 г. в Конвеншн-центре г. Торонто состоялась 74-я Международная конференция Prospectors & Developers Association of Canada — PDAC, которая проводится ежегодно. Главный девиз PDAC 2006 — «Взаимодействие, Инвестирование, Высокое качество» — свидетельствует о представительности и высоком международном авторитете форума.

Спонсоры конференции — крупнейшие транснациональные горнорудные компании, такие как *Barrick* (основной спонсор), *Canaccord*, *Crosso Group*, *INCO*, *Kinross*, *Newmont*, *Gold Fields*, *Bema Gold*, *China mining* и ряд других.

PDAC — профессионально-корпоративная общественная организация, помогающая геологоразведке и разработке твердых полезных ископаемых в интересах устойчивого развития этого важного сектора канадской экономики и поддержания надлежащего уровня технического обеспечения, сохранности окружающей среды, техники безопасности, а также социального статуса членов как в Канаде, так и за рубежом. Более половины ведущих горнорудных компаний размещают свои акции и продают сырье на TSX и TSX-V — биржах Торонто, являющегося городом штаб-квартиры Ассоциации.

PDAC основана в 1932 г. В настоящее время в ней состоит около 5000 членов, включая 630 корпоративных. Эта некоммерческая организация финансируется за счет членских и спонсорских взносов, а также сборов от проводимых Ассоциацией мероприятий. Совет PDAC, возглавляемый президентом Питером Диммелем, состоит из 48 директоров, сотрудничающих в нем на общественных началах. В аппарате Ассоциации всего 10 платных постоянных сотрудников. Каждый комитет PDAC возглавляется членом совета или бывшим сотрудником консультативного комитета при президенте Ассоциации. В

сфере деятельности комитетов — корпоративные связи, планирование мероприятий, охрана окружающей среды, проблемы занятости коренного населения горнорудных районов, вопросы финансирования и налогообложения геологоразведки и разработки месторождений, международные связи, прикладные научные исследования, присуждение наград, землепользование и недропользование, охрана труда и вопросы высшего профессионального образования.

Организаторы PDAC считают деятельность Ассоциации многогранной. Это ярмарка для тех, кто продает, биржа — для инвесторов, место профессионального обучения — для тех, кто стремится к знаниям, и место общения — для всех ее участников.

Форум 2006 года, рекордный по числу участников, собрал 14 500 специалистов в области поисков, разведки и разработки твердых полезных ископаемых, инвесторов, банкиров и финансистов, аналитиков и представителей правительственных кругов из 100 стран мира. В его рамках проведены пленарные заседания и семинары по геологии месторождений твердых полезных ископаемых, новой технике и методам поисков, разведки и разработки, тенденциям в горнорудном бизнесе, вопросам инвестирования. Обсуждались успехи и неудачи геологоразведки, горного дела и предпринимательства. Вниманию участников предложены стенды с каменным материалом, картографическая и иллюстративная информация, освещающая особенности строения участков, предлагаемых преимущественно юниорными компаниями для продажи под дальнейшие исследования. Значительную часть экспозиции заняла выставка машин и оборудования для геологоразведочных работ и горного дела.

Обширная программа форума включала четыре раздела — международную конференцию, отрасле-

вую выставку, биржу инвесторов и торговую выставку.

Научно-техническая программа конференции весьма насыщена и охватывала как собственно геологоразведочные аспекты, так и финансовые, экологические и социальные проблемы. В общей сложности на конференции было проведено более 200 презентаций.

Обзор тенденций мирового рынка товарной продукции включал наиболее ликвидные твердые полезные ископаемые — золото, серебро, платину, палладий, медь, никель, свинец, цинк, уран и уголь. Большинство аналитиков сходятся во мнении, что цены на металлы в обозримом будущем будут поддерживаться на текущих высоких уровнях или близки к ним. Ключевые заседания были посвящены основам горнорудной отрасли. Рассматривались текущее состояние геологоразведочных работ, влияние отрасли на развитие мировой и государственных экономик, производство благородных и цветных металлов и устойчивость мирового рынка, будущее поколение открытий. Отмечалось, что значительное сокращение расходов на ГРП в 1998–2000 гг. привело к падению темпов открытия месторождений, что обусловило отсутствие новых крупномасштабных проектов и повышенный спрос на юниорные предложения. Общий бюджет на ГРП в 2005 г. равнялся 5,4 млрд. дол., достигнув уровня пикового 1997 года, в том числе доля юниорных компаний составила более 63%. Большое внимание также уделено проблеме участия коренного населения в горнорудной отрасли, главным образом в Канаде. Оно заключалось в поиске прагматичных путей сотрудничества коренного населения с горнорудными компаниями и возможностей создания для него бизнеса и партнерства.

На специальной сессии рассмотрено положение горнорудной отрасли в странах Латинской Америки под девизом — «Верность обещаниям». В докладах подняты современные политические, экономические, социальные и экологические проблемы развития горнорудной отрасли в Бразилии, Чили, Мексике, Боливии и Гватемале. Латинская Америка сохраняет приоритет по развитию ГРП; она второй год подряд обгоняет Канаду, доведя затраты до более чем 200 млрд. дол. в 2005 г.

Обсуждались вклад Канады в мировую горнорудную отрасль на протяжении XX в. и тенденции на будущее. Акцентировано внимание на выявлении канадскими компаниями медно-порфировых месторождений от Чили до Юкона, развитии геологоразведочных работ в Западной Африке и Монголии, а также на инвестировании глобальных ГРП. Затраты на приобретение новых проектов в 2005 г. составили более 40 млрд. дол. Отдельная сессия

заслушала доклады по новым методам и технологиям проведения ГРП. В частности, обсуждались опыт применения аэрогравитационного измерителя концентраций компонентов (Австралия), применение сейсморазведки методом отраженных волн при поисках золота в кратоне Йилгарн в Западной Австралии, использование электромагнитных методов при поисках промышленной минерализации во вмещающих породах в присутствии сульфидных проводников и др. Проведена презентация новых открытий и др. проектов освоения месторождений. Это золоторудные проекты Eleonore (Квебек, Канада), Woka (Китай), Quimsacocha (Эквадор); никеленосные латериты Ataguaia (Бразилия), разведанные в течение 18 месяцев; меднорудный проект Magopa (Перу), представленный как крупнейшее открытие на американских континентах за последние 10 лет; первый алмазный рудник Fokstrot-Renard в провинции Квебек (Канада). Отмечалось, что расходы на алмазы в Канаде стабильно растут четыре года подряд и достигли максимума в 2005 г. За 10 лет (1996–2005 гг.) Канада, затратив на алмазные ГРП 1 млрд. дол., практически сравнялась по этому показателю с Африкой (1,2 млрд. дол.).

Специальная сессия была посвящена финансовым вопросам — тенденциям горнорудных фондовых рынков, финансовой стратегии для юниорных компаний по ГРП на золото, финансированию развивающегося производителя среднего звена и др.

В рамках форума проведены «круглые столы», на которых рассматривались различные проблемы отдельных стран, в том числе «круглый стол» России — «Привлечение инвестиций в воспроизводство минерально-сырьевой базы России и развитие юниорного геологоразведочного сектора. Проблемы и решения».

Делегацию России на презентации представляли: В.Н.Бавлов (заместитель руководителя Роснедра), Б.К.Михайлов (начальник Управления Роснедра), С.И.Федоров (директор Департамента МПР РФ), О.В.Петров (директор ВСЕГЕИ), А.Г.Волчков, Б.И.Беневольский (ЦНИГРИ), А.П.Ставский (Центр «Минерал»), В.В.Шкиль (Горно-Алтайская ГРЭ).

От канадской стороны участвовали: от МПР Канады — директор Департамента международных связей А.Игнатов, директор Департамента налоговой политики и геологоразведки Кларк Роберт и директор Службы листинга фондовой биржи г. Торонто Чада Унгад. Участие в конференции делегации России приветствовал Президент PDAC Диммель Питер.

В рамках «круглого стола» были представлены доклады, вызвавшие интерес собрания и оживленную дискуссию. Обсуждались проблемы государственной политики России в сфере недропользова-

ния, роль государства и частного сектора в геологоразведке на примере освоения МСБ золота, привлечение частных инвестиций в поиски новых месторождений в России. Продемонстрированы инвестиционно привлекательные золоторудные объекты для геологического изучения и разведки юниорными компаниями. Проведена дискуссия по проблеме использования геологической информации на современном этапе реформирования правового поля российского недропользования.

Канадцы со своей стороны сделали акцент на вопросах стимулирования привлечения частных инвестиций на поисковые работы в Канаде путем введения налоговых каникул, а также высокорискового капитала на фондовой бирже Торонто. Вопросы к российской делегации касались геологических особенностей конкретных объектов, степени их изученности и характера инфраструктуры России, доступности предаукционной информации.

В выставочном процессе участвовало более 2500 компаний, представивших конкретные результаты геологоразведочных работ, проведенных в основном юниорными компаниями, с показом графики на электронных и бумажных носителях, керна и каменного материала, рекламных буклетов с данными, характеризующими демонстрируемые объекты продаж. Следует отметить весьма высокое качество оформления выставленной продукции, а также и то, что наряду с солидными фирмами в выставке участвовали индивидуальные проспекторы, предлагающие результаты своих поисковых усилий.

На стендах были выставлены материалы МПР России (ВСЕГЕИ и ЦНИГРИ) и Аэрогеофизики, частных камнесамоцветных предприятий, а также компании *Bema Gold*, демонстрировавшей данные по золото-серебряному месторождению Купол на Чукотке.

Биржа-выставка инвесторов, проводящаяся в рамках форума PDAC с 1996 г. специально для горнорудных компаний, ежегодно расширяет представительство (430 компаний в текущем году). В списке участников — *Баррик Голд*, *Бема Голд*, *Кинрос Голд*, *Ньюмонт Майнинг* и другие крупные горнорудные компании. Важно отметить, что доступ на эту часть форума был свободный. Весьма симптоматичен стиль рекламных сообщений крупных компаний. Например, «Мы — слоны бизнеса, и нам легче ловить месторождения слоновьего размера там, где они водятся!» (*Интернэшнл Пи-Би-Экс Венчурз Лтд.*, владеющая десятью лицензиями в Чили). По понятным причинам, юниорные компании не впадают в застенчивость: «Площадь *N* —

новый Олимпик Дэм!» (на площади 25 км² проведены аэромагнитная съемка, геологическое картирование, наземная грави- и магнитометрия, ВП и геохимические поиски по вторичным ореолам с детальностью 1:50 000, выявившие комплексные аномалии Cu, Au, U и TR). Еще задиристей: «Не потеряйте шляпу, задирая голову — вот новый Олимпик Дэм!» (в подтверждение — единственное, но красочное трехмерное изображение аэромагнитной аномалии).

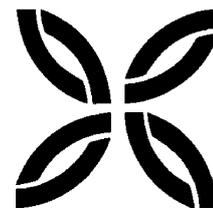
Торговая выставка как составная часть форума позволила частным компаниям и правительственным учреждениям продемонстрировать свои товары, услуги и возможности всем участникам форума. В этом году торговая выставка привлекла 280 организаций.

Несмотря на то что конференция организована и проведена на общественных началах, планировали и осуществили ее профессионалы горнорудной индустрии, люди, весьма сведущие в своем деле. Тематические курсы и семинары, проводимые в рамках форума, предоставили прекрасную возможность заинтересованным участникам повысить свою профессиональную квалификацию. Посещение однодневных «курсов молодого бойца» для начинающих инвесторов в геологоразведку и добычу твердых полезных ископаемых стоило примерно столько же, сколько проезд на такси от отеля до аэропорта.

Работа форума широко освещалась средствами массовой информации — в пресс-центре аккредитовалось около 200 журналистов.

В заключение краткого обзора отметим, что участие в работе Международной конференции поисковиков и геологоразведчиков делегации МПР РФ и Роснедра — важный шаг к привлечению в Россию инвестиций в ранние наиболее рискованные стадии ГРП. Однако, как выяснилось в частных беседах с представителями заинтересованных юниорных компаний, их, прежде всего, беспокоит вопрос права доступа к информации (за разумную плату) до участия в аукционном процессе, что является рутинной процедурой в Канаде и других странах. Вторая проблема, с нашей точки зрения, состоит в том, что без демонстрации на таком представительном форуме PDAC конкретных результатов поисковых работ отечественным недропользователям трудно ожидать притока инвестиционного капитала в геологоразведочные работы. Перефразируя слова американского экономиста — нобелевского лауреата Джозефа Стиглица, можно сказать: монополия на информационные ресурсы не ускоряет процесс инновации.

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ



3 марта 2006 г. исполнилось 70 лет со дня рождения и 47 лет научной и производственной деятельности заведующего отдела конъюнктуры минерального сырья, доктора геолого-минералогических наук, действительного члена Академии горных наук и Международной академии информатизации **Бориса Игоревича Беневольского**.

Глубокая эрудиция и опыт освоения минерально-сырьевой базы благородных металлов страны приобретены Б.И.Беневольским в процессе многолетней работы в геологических экспедициях на Северо-Востоке, затем в Управлении алмазов, золота и других благородных металлов аппарата Мингео СССР. Под его руководством были открыты и разведаны россыпные месторождения в бассейне р. Колымы и на Чукотке, успешно разведаны золоторудные месторождения Карамкенское, Майское, Нявленга.

В ЦНИГРИ под руководством и при непосредственном участии Б.И.Беневольского осуществлены крупные исследования по составлению «Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы золота России до 2005–2020 гг.», разработаны проекты координационных планов опережающих целевых рекогносцировочных поисков, поисково-оценочных, разведочных работ и НИОКР на алмазы, благородные и цветные металлы, проведена апробация прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов, разработаны методические основы геологоразведочных работ по этапам и стадиям на твердые полезные ископаемые, по оценке ресурсов и запасов твердых полезных ископаемых, проводятся многолетний мониторинг зарубежной минерально-сырьевой базы и другие исследования.

Б.И.Беневольский — автор ряда крупных монографических работ по золоту России — «Национальная минерально-сырьевая безопасность», «Золото России», а также методических основ поисков и разведки золоторудных месторождений.

За многолетнюю добросовестную и плодотворную работу Борису Игоревичу присуждены звания «Заслуженный деятель науки РФ», «Почетный разведчик недр». Он награжден знаками «Отличник разведки недр», «300 лет геологической службы России», премией им. А.Н.Косыгина Российского Союза товаропроизводителей.

Поздравляем Бориса Игоревича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, творческих успехов и личного счастья.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

Поздравляем с 70-летием старшего научного сотрудника отдела воспроизводства фонда недропользования **Олега Сергеевича Набровенкова**. Желаем здоровья, благополучия, творческих удач!

*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

При оформлении статей необходимо руководствоваться следующими правилами.

Объем статьи не должен превышать 15 страниц машинописного текста, включая аннотацию (не более 1/3 страницы), таблицы и список литературы. Текст печатается на одной стороне листа, все страницы рукописи нумеруются. В редакцию предоставляется статья — распечатка с принтера, а также текст на дискете в форматах Text format (*.rtf) или Microsoft Word (*.doc) с использованием шрифта Times New Roman (размер 12, двойной межстрочный интервал); для таблиц — такой же шрифт (размер 9–10, один межстрочный интервал). По окончании работы дискеты возвращаются автору по требованию. Возможна передача статей по электронной почте: E-mail: tsnigri@tsnigri.ru

Рисунки и другие графические материалы (не более 4) принимаются **на дискетах с распечаткой на принтере** и прилагаются к статье в двух экземплярах. На оборотной стороне каждого рисунка карандашом указываются его порядковый номер, фамилия автора и название статьи. **Размер оригиналов рисунков и таблиц** не должен превышать **23×16 см** с учетом подрисуночной подписи. **Цифры и буквы** в условных обозначениях, вынесенных за пределы рисунка, даются **курсивом**. Текстовые надписи на рисунках набираются на компьютере. Размер букв и цифр не менее 2 мм. Каждый рисунок помещается в отдельный файл в форматах TIFF bitmap (*.tif), Corel Draw (*.cdr) или Microsoft Excel (*.xls). Графика должна быть связана с текстом и способствовать его сокращению. Подрисуночные подписи печатаются на отдельной странице. Цветные рисунки и фотографии не принимаются. Рисунки, не удовлетворяющие требованиям редакции, возвращаются автору.

Для набора математических формул и химических символов рекомендуется использовать Microsoft Equation 2.0 или 3.0. Допускается вписывать в текст математические формулы и химические символы от руки тушью или чернилами. Во избежание ошибок следует тщательно писать буквы, имеющие сходные как прописные (подчеркнуть двумя линиями снизу), так и строчные (подчеркнуть сверху) начертания (V, S, O, M, P, Z). Греческие буквы обводятся красным карандашом, латинские – синим (кроме символов химических элементов).

Точность приведенных цитат должна быть заверена подписью автора на полях рукописи, обязательно указывается источник по списку литературы.

Список литературы (не более 15 названий) нумеруется в алфавитном порядке. Иностранная литература помещается после отечественной. Ссылки в тексте на источник из списка литературы даются соответствующим порядковым номером в квадратных скобках. В список не следует включать работы, на которые нет ссылок в тексте статьи, а также неопубликованные.

Статья подписывается автором (авторами), в конце ее приводятся фамилия, имя и отчество (полностью) автора, место работы, занимаемая должность, ученая степень, адрес, служебный и домашний телефоны.

Рукопись представляется с установленными сопровождающими документами руководством организации или лично автором (авторами).

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Журнал «Руды и металлы» основан в декабре 1992 г. для оперативного распространения информации и создания информационной базы по фундаментальным разработкам в области рудных месторождений, их геологического строения и минерально-сырьевых ресурсов, по методикам и прогрессивным технологиям, экономике всех видов геологоразведочных работ, по республиканской, межреспубликанской и мировой конъюнктуре рудного минерального сырья, научно-техническим достижениям, информатике и маркетингу.

Учредитель — Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов при участии Международной академии минеральных ресурсов, Фонда им. академика В.И.Смирнова. Журнал печатается в типографии ЦНИГРИ.

Подписка на **2007 г.** производится через Роспечать и редакцию журнала. Периодичность — **6** номеров в год. Цена подписки на год **480 руб. без НДС.** Индекс по каталогу Роспечати **47 218.**

Адрес редакции: 117545, Москва, Варшавское шоссе, 129 корп. 1

Факс: (495) 313–18–18

E-mail: tsnigri@tsnigri.ru для журнала «Руды и металлы»

*Контактный телефон: 315–28–47, Назарова Наталия Исааковна
Вавилова Галина Васильевна*