

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



1/1999

ISSN 0869-5997



ЦНИГРИ



**ЦНИГРИ
Тезисы докладов
Всероссийской конференции
«Мировая минерально-сырьевая база алмазов,
благородных и цветных металлов
на рубеже веков —
перспективы использования и воспроизводства»
28—29 октября 1998 г.
ЦНИГРИ, г. Москва.**

**All-Russia Conference
«World mineral resource base
of diamonds, precious and base metals
at the boundary of centuries —
prospects of use and replenishment»,
October 28—29, 1998,
TsNIGRI, Moscow**

Abstracts

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

ОСНОВАН В 1992 ГОДУ

1/1999

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор И.Ф. Мигачев

Б.И. БЕНЕВОЛЬСКИЙ
Э.К. БУРЕНКОВ
В.И. ВАГАНОВ
В.И. ВОРОБЬЕВ
П.А. ИГНАТОВ
М.М. КОНСТАНТИНОВ
А.И. КРИВЦОВ, зам. главного редактора
Н.К. КУРБАНОВ
Г.А. МАШКОВЦЕВ
В.М. МИНАКОВ
Н.И. НАЗАРОВА, зам. главного редактора
Г.В. ОСТРОУМОВ
В.М. ПИТЕРСКИЙ
В.И. ПЯТНИЦКИЙ
Г.В. РУЧКИН
Ю.Г. САФОНОВ
Г.В. СЕДЕЛЬНИКОВА
В.И. СТАРОСТИН
И.А. ЧИЖОВА
Ю.М. ЩЕПОТЬЕВ

УЧРЕДИТЕЛЬ

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
(ЦНИГРИ)**

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

Москва ЦНИГРИ 1999

Редакция: Н.И. Назарова, Г.В. Вавилова
Компьютерный набор, верстка, оригинал-макет — Н.П. Кудрявцева

Сдано в набор 19.12.98 г.
Подписано в печать 04.02.99 г.
Тираж 400 экз.

Формат 185 × 270 1/8.
Бумага офсетная №1.
Печать офсетная.

Адрес редакции: 113545 Москва, Варшавское шоссе, 129 «Б», ЦНИГРИ
Телефон: 315-28-47
Типография ЦНИГРИ: Варшавское шоссе, 129«Б»

От главного редактора

Процессы глобализации минерально-сырьевых баз, значительно ускорившиеся в последние годы на фоне стремления мирового сообщества к сбалансированному развитию, сопровождаются весьма масштабными социально-экономическими последствиями. Это вызвано необходимостью адаптации минерально-сырьевой политики многих стран к новым условиям международной кооперации и интеграции.

Для выработки концептуальных подходов к формированию минерально-сырьевой политики России на начало XXI в. в ЦНИГРИ 28—29 октября 1998 г. была проведена Всероссийская конференция «Минерально-сырьевая база алмазов, благородных и цветных металлов на рубеже веков — перспективы использования и воспроизводства», поддержанная МПР РФ, Минэкономики, РАН, РАЕН, МАМР, МГУ, Российским геологическим обществом, Союзом старателей России.

Цель конференции — всесторонний анализ комплекса проблем, связанных с глобализацией минерально-сырьевых ресурсов и ее возможными последствиями для Российской Федерации. В ее работе участвовало около 200 специалистов из 30 научных и производственных организаций, учебных заведений, федеральных ведомств. Работа конференции состояла из пленарных заседаний и демонстрации стендовых докладов. На трех пленарных заседаниях было заслушано 25 устных докладов, демонстрировалось 45 стендовых сообщений.

На открытии конференции выступил заместитель Министра природных ресурсов России А.Е. Наталенко, который акцентировал внимание участников на актуальных проблемах привлечения инвестиций в горно-добывающую промышленность и геолого-разведочные работы в современной ситуации экономики России и задачах по сбалансированному воспроизводству МСБ, прежде всего стратегических и дефицитных для России твердых полезных ископаемых.

Тематика конференции включала широкий спектр проблем по перспективам использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы благородных и цветных металлов, а также алмазов в XXI в. Особое внимание уделено: геополитическим и социально-экономическим аспектам и последствиям для России глобализации минерально-сырьевых ресурсов; прогнозам использования МСБ до 2025—2050 гг. и задачам по ее опережающему воспроизводству в результате проведения геолого-разведочных работ; проблемам истощаемости МСБ районов, стран и регионов мира; экономическим и правовым факторам стимулирования и сдерживания использования и воспроизводства МСБ; технологическим и экономическим взаимозависимостям добычи топливно-энергетического сырья и твердых полезных ископаемых; оптимизации пропорций в системе добыча—запасы; анализу структуры, состояния и использования МСБ по масштабам, типам месторождений и технологиям переработки руд; состоянию, динамике и тенденциям развития фонда объектов недропользования; роли в металлообеспечении новых нетрадиционных типов месторождений и источников металлов; проблемам металлогенического картирования как основы оценки потенциала рудоносности; методологии и эффективности геоинформационных технологий мониторинга МСБ.

На базе материалов конференции подготовлен и направлен для оперативного ознакомления в соответствующие ведомства и организации обзор-анализ по основным положениям концепции сбалансированного использования, воспроизводства и развития МСБ алмазов, благородных и цветных металлов в начале XXI в.

По решению конференции в данном номере журнала публикуются тезисы всех представленных докладов, сопровождаемые авторским указателем.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ И РАДИОВОЛНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОПЕРЕЖАЮЩЕМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

**В.Ю. Абрамов, В.И. Бровкин, С.Г. Гордеев, А.А. Грачев,
В.И. Пятницкий, Ю.С. Спасенных (ЦНИГРИ МПР России)**

Опережающее воспроизводство МСБ должно базироваться на эффективном использовании всех составляющих геолого-разведочных работ, начиная от региональных исследований вплоть до разведки и горных работ. Рациональное сочетание различных геолого-разведочных технологий — основа успешного их применения для опережающего воспроизводства МСБ.

В систему геолого-разведочных технологий в качестве составной части входят геофизические методы поисков и разведки полезных ископаемых, позволяющие получать необходимую информацию о строении и свойствах геологической среды, а следовательно, о наличии или отсутствии в ней полезных ископаемых и их характеристиках на основе изучения физических свойств геологической среды и физических полей, отражающих эти свойства. Весьма информативны при этом такие физические свойства, как электропроводность, магнитная и диэлектрическая проницаемость геосреды, отражающиеся в электромагнитных полях в широком диапазоне их частот. Поэтому геофизические методы, базирующиеся на технологиях изучения электромагнитных полей и обслуживающие в принципе все этапы геологических исследований, могут и должны активно использоваться в геолого-разведочном процессе.

В ЦНИГРИ на основе многолетних разработок построена система электромагнитных и радиоволновых технологий применительно к геолого-разведочным исследованиям при поисках и разведке месторождений алмазов, коренных и россыпных месторождений золота, месторождений цветных металлов, а также для решения ряда геоинженерных, гидрогеологических и геоэкологических задач.

Мобильные электромагнитные методы и технологии — аэроэлектроразведка дипольным индуктивным профилированием, метод СДВ-радиокип, измерение полей промышленной частоты (ИПП) и естественных электромагнитных полей (ЕЭМП) — применяются при региональных (м-бы 1:200 000—1:100 000) геокартировочных работах, при поисковых съемках м-бов 1:50 000—1:25 000 для решения соответствующих этим масштабам геологических задач при опережающих и сопровождающих исследованиях.

Технологии частотных электромагнитных зондирований (ЧЭЗ) и двухпетлевого индуктивного метода (ДИМ) позволяют решать задачи поисковых и геоинженерных работ м-бов 1:25 000—1:2000 с детальным изучением геоэлектрического разреза по вертикали до глубин 0,5—1 км.

Радиоволновые технологии просвечивания (РВМ) скважина — скважина, скважина — поверхность и односкважинное радиопросвечивание могут использоваться при детальном поисках и разведке месторождений, а также сопровождать скважинную гидродобычу (СГД) и крупнообъемное опробование.

Изучение верхних частей геологического разреза обеспечивается технологией радиоволнового наземного зондирования при решении как геолого-разведочных, так и геоинженерных задач, в том числе в работах по СГД.

Рациональное сочетание и комплексирование электромагнитных и радиоволновых технологий на разных стадиях геолого-разведочных работ обеспечит экономически выгодное получение полезной геологической информации при проведении геофизических исследований для опережающего воспроизводства МСБ.

ОЛЬГИНСКАЯ ВОДРАЗДЕЛЬНАЯ РОССЫПЬ КАК ПРИМЕР ОСТАТОЧНОГО ЗОЛОТОРОССЫПНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

А.Е. Аввакумов (ЗАО «Тэтис-М»)

Ольгинское месторождение расположено в 65 км к востоку от г. Кемерово и связано с ним грунтовой автодорогой (г. Кемерово — пос. Мурюк). Площадь месторождения охватывает водораздельную часть бассейнов рек Золотой Китат и Северный Кожух, представлена низкорослым горно-таежным ландшафтом с максимальными отметками до 500 м.

Определяющую роль в локализации россыпи играет Ольгинская тектоническая зона — серия субпараллельных разрывных нарушений северо-западного простирания. Зона осложнена секущими дизъюнктивными субширотного и северо-восточного направлений. Узлы пересечений тектонических нарушений сопровождаются дайками порфиритов, микродиоритов, зонами скарнирования, окварцевания и сульфидизации, являются рудомещающими и определяют местоположение участков максимальной продуктивности водораздельной россыпи.

В геолого-структурном плане месторождение расположено в юго-восточной части Кайгадатского горстового выступа, сложенного допалеозойскими метаморфическими карбонатными и зеленосланцевыми породами, собранными в напряженные изоклинальные складки северо-западного простирания. Пространственно участок тесно связан с южным флангом Ольгинско-Ампалыкского гранитоидного интрузивного массива ордовик-силурийского возраста.

Месторождение открыто в 1935 г. Подземная эксплуатация погребенной россыпи велась старателями до 1942 г. Отработано 650 м при средней ширине контура 80—100 м. Общая добыча составила 198 кг, среднее содержание золота в «песках» по месторождению $4,3 \text{ г/м}^3$, характер распределения металла резко неравномерный. Данные эксплуатационного опробования позволяют оконтурить гнездообразные залежи со средними содержаниями на «пески» более 30 г/м^3 . В отдельных пробах концентрация металла достигает 120 г/м^3 . По архивным данным максимальные содержания по россыпи составляли 270—300 г/м^3 . Средняя мощность «торфов» 14 м. С конца 40-х годов проводилась доразведка месторождения, к 1952 г. россыпь прослежена на 2,2 км. Пересчет запасов по архивным материалам того времени позволяет определить ресурсы разведанной части в 142 кг металла. Основные причины прекращения эксплуатации — большая мощность торфов и сложные гидрогеологические условия.

Следует остановиться на морфологических особенностях самородного золота Ольгинской водораздельной россыпи. В ходе ее эксплуатации часто встречались мелкие самородки массой до 12 г. Подавляющее большинство самородков золота покрыто буровато-черными пленками оксидов железа и марганца, составляющими «рубашку» зерен. Неоднократно попадались золотины сферического строения в виде дробин и скорлуповато-концентрической «луковичной» морфологии, в которых буровато-черные пленки гидроксида чередуются с пленками самородного золота ярко-желтого цвета. Реже, при промывке «песков», в числе бесформенных и сферообразных зерен золота, встречались идеально правильные октаэдры, достигающие по третьей кристаллографической оси 3 мм.

По архивным данным самостоятельным объектом извлечения золота Ольгинской водораздельной россыпи служили бурые железняки. В пределах северо-западного фланга месторождения буро-железняковые тела отрабатывались в районе шахты № 5. Валовое опробование при эксплуатации показало среднее содержание золота $1,8 \text{ г/т}$; максимальные содержания достигали 73 г/т . При эксплуатации россыпи зафиксированы случаи вскрытия крутопадающих «жил железняков, обогащенных золотом» в коренном залега-

нии. Старателями при этом отмечались сопряженные с жилами особо богатые концентрации россыпного металла.

Золотоносный пласт месторождения не имеет четкой границы с плотиком и литологически представлен линзами каолиновых глин, перемежающимися с округлыми включениями дезинтегрированной до маршаллита кремнисто-карбонатной породы. Под этими отложениями залегают почти горизонтальные четковидные тела бурого железняка конкреционного строения мощностью до 0,5 м. Число залежей железняков, залегающих среди каолинов и выветрелых лимонитизированных обломков, достигает четырех. Нижний слой подстилается дезинтегрированным дресвяно-песчанистым материалом окремненных известняков. Непосредственно в конкрециях бурых железняков, представленных массой нерудных минералов (кварц, каолинит, слюды), цементированных гидроксидами железа — гётитом и лимонитом, встречались крупные зерна золота натечной, гроздевидной формы.

Описанные особенности Ольгинской водораздельной россыпи и ряд других факторов (палеогеоморфологические, геофизические, металлогенические) объективно свидетельствуют об исходном элювиально-остаточном генезисе объекта. Необходимо отметить, что строение месторождения указывает на длительную геологическую историю формирования золотоносных толщ и широкое участие в перераспределении металла химических процессов миграции золота. Вероятно, что именно наложение хемогенных концентраций золота на остаточные обусловило возникновение уникальных концентраций металла.

Хемогенно-остаточное происхождение погребенной россыпи позволяет конкретизировать как местоположение концентраций кластогенного металла, так и локализацию коренных источников в плотике россыпного месторождения. Прогнозная оценка флангов Ольгинской водораздельной россыпи и смежных участков с установленной золотоносностью позволила определить ресурсы россыпного металла в количестве 2300 кг по категории Р₁. Прогнозные ресурсы золоторудных тел, представленных золото-сульфидно-вкрапленными, кварцево-сульфидными прожилковыми рудами и золото-колчеданными залежами, составляют 6,9 т (глубина оценки 200 м; категория ресурсов — Р₂). Наличие запасов металла и высокие прогнозные ресурсы позволяют рассматривать площадь Ольгинской водораздельной россыпи как один из перспективных на промышленное освоение золоторудных объектов северной части Кузнецкого Алатау.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТИПОВ НА ВОСТОКЕ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Д.Г. Ажгирей, В.Б. Чекваидзе (ЦНИГРИ МПР России)

Восточная часть Русской платформы — Волго-Уральская антеклиз — существенно отличается от основной части плиты разнообразием комплексов структур, их возрастом, генезисом и аномальным уровнем тектонической активности, сравнимым с таковыми известными зон ТМА. Этой части платформы свойственно широкое развитие протяженных разломов корово-мантийного заложения, история развития и этапы активизации которых тесно связаны с таковыми сопредельной части подвижного пояса Урала. В результате высокой тектонической активности Волго-Уральской антеклизы в ее отложениях широко проявились интенсивно дифференцированные полиэлементные аномальные геохимические поля цветных, редких и редкоземельных металлов. В последние годы (1994—1998) ЦНИГРИ, ВНИИгеолнерудом, КазГУ, Горным институтом УрО РАН в различных структурах, фациях отложений, геохимических обстановках и полях были установлены многочисленные проявления благородных металлов нетрадиционных типов.

Рассматриваются три нетрадиционных типа оруденения: 1) благороднометалльно-медный в терригенных и карбонатно-терригенных формациях позднепермского возраста; 2) золото-платиноидный в калийных и калий-магниевых солях; 3) Мо-Ni-платиноидный (южнокитайский тип) в черносланцевых толщах.

Первый из указанных типов оруденения широко представлен в пределах меденосных поясов и достаточно хорошо изучен на площади Вятской зоны. В западной ее части данные опробования минерализованных отложений казанского яруса P_2 показали содержания Cu до 2,8 %, Ag до 200 г/т (в среднем 3,2 г/т), Pd до 2,1 г/т, Pt до 0,3 г/т, Au до 0,36 г/т (В.Г. Чайкин, 1996). Восточнее (Таканьшский разлом), по нашим данным, отмечены наиболее высокие и стабильные содержания золота. Среднее содержание по 11 пробам — 1 г/т (до 2,2 г/т). Для этого района установлены также повышенные содержания платины, селена, ванадия, галлия (С.И. Щербак, 1965). Район представляется наиболее благоприятным для обнаружения комплексных Au-Pt(Pd)-Cu месторождений, рентабельная отработка которых возможна при кучном выщелачивании комплексных руд.

Примером второго из нетрадиционных типов оруденения является Верхнекамское месторождение калийных и калий-магниевых солей, локализованное в отложениях кунгурского яруса P_1 . Отдельные горизонты в толщах солей содержат 0,01—0,18 г/т Au, 4—40 г/т Ag, 0,22—4,5 г/т Pt, 0,44—0,58 г/т Pd, 0,45—5,8 г/т Sn. Источником золота и платиноидов служат металлоорганические соединения и хлоркарбонильные комплексы (А.Ф. Сметанников, А.И. Кудряшов, 1995). Этот тип благороднометалльного оруденения, по нашим данным, может иметь большие перспективы и широкое развитие при разной концентрации металлов в различных продуктах дифференциации солеродных бассейнов и обрамляющих баров.

Третий из рассматриваемых типов оруденения тесно связан с углеродсодержащими черносланцевыми толщами. Последние широко представлены в палеозойском разрезе Волго-Уральского поднятия (франский ярус D_3 , верхи турнейского и визейский ярус C_1 , казанский ярус P_2), а также в составе мезозойских толщ (верхи J_3 — низы K_1). Сопоставление геохимических характеристик названных толщ и верхнекембрийских черносланцевых серий Южного Китая позволяет выявить наиболее перспективные части разреза на Русской платформе — шугуровские и доманиковые слои D_3 , отдельные горизонты казанского яруса P_2 , а также J_3 и K_1 . Имеющиеся конкретные данные опробования последних свидетельствуют о повышенных содержаниях Au (коэффициент концентрации более 16), Mo (9), Ni (6), Zn (6), Pb (2,3). В ранг перспективных на южнокитайский тип оруденения выдвигаются Ульяновско-Саратовская синеклиза и ряд других районов. В составе палеозойских толщ также определены отдельные участки с граммовыми содержаниями золота и платиноидов, но значительная глубина залегания потенциально рудовмещающих толщ и явно недостаточная степень их изученности не позволяют дать в настоящее время конкретные рекомендации.

Помимо отмеченных нетрадиционных типов, благороднометалльное оруденение в близких к промышленным содержаниям отмечено в мезозойских фосфоритах и глауконитовых песках (золото новообразованное, неокатанное), в эпигенетических битуминизированных песчаниках, битумах и тяжелых нефтях. С учетом огромных масштабов развития последних выяснение их промышленных перспектив заслуживает дальнейших исследований.

При изучении нетрадиционных типов благороднометалльного оруденения необходимо проведение крупномасштабных металлогенических исследований для выделения потенциальных рудных районов, сопровождаемых специализированными петрографо-минералого-геохимическими работами. Предварительный опыт таких исследований в центральной части Волго-Уральской антеклизы дал положительные результаты: были выделены объекты для специализированного изучения и прогнозных оценок проявлений благородных металлов.

КАЛИЙНЫЕ СОЛИ КАК СЫРЬЕВАЯ БАЗА И ИСТОЧНИК ЗОЛОТА В АЛЛЮВИИ И РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ГИДРОСЕТИ

**Р.А. Амосов, Ю.Л. Зубынин, Л.Г. Матюшев (АО «Золотые Технологии»),
Н.В. Кузнецов, А.С. Николаев (АО «Уралкалий»), В.И. Михейкин,
В.Н. Никонов (ГИРЕДМЕТ)**

В связи с истощением ресурсов высокорентабельных рудных и россыпных месторождений золота в качестве источника этого элемента все большее значение приобретают объекты, из которых его можно извлекать попутно. В последние годы в круг таких объектов попали месторождения калийных солей. Повышенные концентрации благородных металлов в солях Верхнекамского месторождения впервые установлены при аттестации технологических продуктов АО «Уралкалий» в МХТИ под руководством проф. Ю.И. Дытнерского (1994). В 1995 г. данные о содержании благородных металлов в верхнекамских эвапоритах и продуктах их переработки были опубликованы в работах А.Ф. Сметанникова и А.И. Кудряшова. Названные авторы проанализировали два штуфа из слоев 3 и 1 пласта Кр2 красных сильвинитов на спектрометре с индуктивно связанной плазмой, а также спектрозолотометрическим и пробирным методами. В слое 3 обнаружены (г/т): Au 0,18, Ag 4,0, Pt 0,22, Pd 0,044, In 0,45; в слое 1 (г/т): Au 0,01, Ag 40,0, Pt 4,5, Pd 0,58, In 5,8. В этих данных обращает на себя внимание весьма высокое содержание серебра и платиноидов в слое 1. По мнению А.Ф. Сметанникова и А.И. Кудряшова, все благородные металлы связаны с нерастворимым остатком, причем золото находится в самородном состоянии, в виде металлоорганических соединений, хлоркарбонильных комплексов и хлоридов, МПП — в виде металлоорганических соединений, а серебро — в форме сульфосолей, хлоридов и в самородном состоянии. Ни одна из названных форм не идентифицирована.

Авторами данного сообщения в период с 1994 по 1998 гг. проведено систематическое определение благородных металлов в продуктивных пластах Верхнекамского месторождения. Пространственное распределение благородных металлов в естественном залегании изучалось по дубликатам разведочных проб, отобранных из девяти вертикальных скважин, которые покрывают площадь около 100 км². Опробованная часть разреза мощностью около 16 м включает пласты В (слои В6—В1, В1—В и В1), Б+А, Кр2 (слои 1—7). Единичные пробы проанализированы из пластов Кр1 и Кр3. Длина интервала опробования соответствовала мощности пересекаемого слоя и колебалась от 0,08 до 2,50 м. Всего проанализировано 205 проб руды. Содержание благородных металлов определялось также в руде, поступающей на фабрики, в твердых технологических продуктах, технологических и оборотных рассолах, что позволило существенно уточнить представления об уровнях содержания и формах нахождения благородных металлов.

Для анализа проб на золото первоначально были использованы атомная абсорбция и эмиссионный анализ на спектрометре с индуктивно связанной плазмой. Однако эти методы не обеспечивали достаточной воспроизводимости результатов, а расхождение баланса золота в технологических экспериментах достигало 1000 % и более, вероятно, вследствие высокого солевого фона исследуемых проб. В дальнейшем все геологические пробы анализировались в ЦНИГРИ пробирным методом с промывкой шлака для улавливания коллоидного золота. Этот же метод использован для анализа насыщенных растворов после их упаривания до сухих солей. Чувствительность анализа с весовым окончанием составляла 20 мг/т. На отмытых от солей глинисто-солевых шлаках хорошая воспроизводимость достигается при использовании нейтронно-активационного анализа с облучением проб на резонансно-циклическом ускорителе (разработка лаборатории ядерно-физических методов ГИРЕДМЕТА). Однако при анализе проб массой 50 г чувствительность определения золота в этом случае составляет 0,1 г/т, что недостаточно при изучении столь бедного сырья. Часть проб анализировали на Au, Ag и МПП комбинированным

пробирно-атомно-абсорбционным методом с определением золота, серебра и платиноидов в корольке.

Для определения золота в насыщенных солевых растворах была усовершенствована методика экстракционно-фотометрического анализа. При этом коллоидное золото и предполагаемые золотоорганические соединения хлорированием раствора переводили в ионную форму, затем проводили сорбцию золота на активированный уголь и экстрагировали смесью ацетона с толуолом. Абсолютная чувствительность определения золота не хуже 0,5 мкг, что для пробы раствора 250 мл соответствует 2 мкг/л.

По данным пробирного анализа дубликатов разведочных проб содержание золота в рудах варьирует от следов (3 % проб) до 0,66 г/т (одна проба), попадая в большей части проб в интервал 0,020—0,100 г/т. Средневзвешенное содержание золота, рассчитанное по всем пробам, составило 0,069 г/т, среднеарифметическое — 0,065 г/т. В половине проб серебро не обнаружено, в остальных пробах его содержание от 0,03 до 15,12 г/т; среднее содержание серебра, рассчитанное по всем 205 пробам, 0,66 г/т, отношение $Au/Ag \approx 0,1$. Платиноиды в дубликатах разведочных проб не обнаружены. Из полученных данных следует, что содержания благородных металлов, приведенные в работах А.Ф. Сметанникова и А.И. Кудряшова, неверны. В связи с этим стоит отметить, что используя три метода, названные авторами для каждого элемента приводят одно значение, хотя не вызывает сомнения, что полного совпадения результатов быть не могло. Указано лишь, что при пробирном анализе платиноиды и индий не обнаружены, поэтому повторный анализ «был проведен атомно-абсорбционным методом, показавшим присутствие Pt, Pd и In».

Преимущественной приуроченности золотой минерализации к какому-либо типу руд нами не выявлено: среднее содержание Au (г/т) в карналлитовых прослоях 0,050, в сильвинитовых — 0,063, в каменной соли — 0,065. Лишь в коржах содержание золота заметно выше среднего для разреза — 0,123 г/т. Корреляция между золотом и основными компонентами руд отсутствует. При расстояниях между скважинами 1—6 км каких-либо закономерностей в распределении золота по латерали не установлено. Распределение золота в разрезе неравномерное, соседние слои могут различаться по его содержанию в 10—15 раз. Коэффициент вариации, рассчитанный по 204 пробам (без упомянутого выше «ураганного» значения), составляет 88,8 %.

В калийных рудах и продуктах их переработки установлены две разновидности золота. Количественно преобладающее коллоидное золото представлено частицами размером менее 0,1 мкм, и в экспериментах легко трансформируется в ионную форму в присутствии лигандов. До 20—25 % составляет микроскопическое золото с частицами крупностью 0,03—0,25 мм, иногда до 0,4 мм. По генезису коллоидное золото хемогенное, микроскопическое — терригенное, более точно — золовое, отличающееся от типичного аллювиального по форме, симметрии и интенсивности пластических деформаций частиц. Коллоидное золото нередко нарастает на микроскопическое. При электронно-микроскопических наблюдениях и энергодисперсионном анализе обнаружено, что поверхность золотин интенсивно корродирована и лишена серебра. Последнее присутствует в виде эмболитов и в сульфидной форме, нарастая на микроскопическое золото.

Установленные средние содержания золота в продуктивных пластах Верхнекамского месторождения сопоставимы с кондиционными содержаниями в россыпях, разрабатываемых дражным способом в районах с развитой инфраструктурой. Технология извлечения основных компонентов (K, Mg) предусматривает растворение значительной части руды в воде, поэтому при переработке сырья происходит накопление микроскопического золота в нерастворимом остатке (глинисто-солевых шламах), а коллоидного в оборотных рассолах. Эти два вида технологических продуктов рассматриваются нами в качестве перспективных для попутного получения золота. Опробована гравитационная технология извлечения золота из глинисто-солевых шламов и запатентованы два способа извлечения Au из оборотных рассолов.

Благодаря высокой растворимости солевой матрицы золото из эвапоритов накапли-

вается в кепроках, а при выводе солевых толщ на дневную поверхность поступает в гидросеть. Микроскопическое золото солей способно накапливаться в аллювиальных россыпях, коллоидное может транспортироваться на значительные расстояния и создавать вторичные концентрации в рыхлых отложениях с повышенным содержанием органики, глинистых минералов, гидроксидов железа и марганца, способных сорбировать золото.

Эвапоритовые бассейны представляют собой системы накопления хемогенного золота на испарительном барьере и одновременно являются ловушками для золотого золота, поэтому повышенную золотоносность калийных солей можно считать глобальной закономерностью. Эта закономерность подтверждена работами, проведенными авторами совместно с Белгео на Старобинском месторождении в Белоруссии.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РОССЫПЕЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

М.С. Аргунов (ГУП «Сахагеоинформ»), Г.Ф. Безносов (ОАО ФПК «Сахазолото»), В.В. Иванова, В.А. Шерстов (Институт горного дела Севера)

Основу горной промышленности Северо-Востока Российской Федерации составляет золотодобывающая подотрасль, в которой главная роль принадлежит разработке россыпных месторождений, являющихся основой МСБ рассматриваемого региона в целом и Якутии в частности.

В доперестроечное время механизм поддержания и наращивания МСБ был прост: путем периодического, раз в пять лет, повышения Госпланом СССР расчетной цены на золото и соответствующих снижений кондиций забалансовые запасы доразведывались и переводились в балансовые, но уже с более низким качеством, в результате чего сложилась довольно крупная, но бедная по качеству, современная МСБ по россыпному золоту.

Дисбаланс затрат и цен на золото, начавшийся в перестроечный период и продолжающийся в настоящее время, обусловил повышение районных кондиций в 1,5—2 раза против утвержденных в 1989—1990 гг. Кроме того, коренным образом изменилась организация золотодобычи. В Якутии стал преобладать старательский способ (60—70 % от общих объемов) при значительном увеличении числа самостоятельных недропользователей. Для повышения эффективности работы золотодобывающих предприятий необходима переоценка запасов экспрессным методом с периодичностью в 1—2 года, которая позволит дать объективную оценку перспектив МСБ и выбрать оптимальные пути рационального ее использования.

Следует отметить, что за период с момента утверждения кондиций в конце 80-х годов до настоящего времени рост цен на материалы и оборудование в условиях Севера значительно опережает рост цен на золото. Основные факторы роста — высокие транспортные издержки за счет сложных схем доставки грузов, значительные издержки по их хранению и перевозке. Неадекватно повысились цены на нефтепродукты, удельный вес которых в структуре себестоимости вскрыши торфов, а также добычи и промывки песков резко повысился. Соответственно повысились затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, цеховые и общезаводские расходы.

В этих условиях необходима корректировка методик для расчета параметров кондиций с введением в расчетные формулы показателя минимальной рентабельности, которая могла бы учитывать как создание оборотных средств, так и степень риска. При выборе оптимальных значений параметров кондиций (бортowego содержания) должен также учитываться фактор времени; учет его возможен на основе установленных банковских ставок.

Определение расчетной цены на золото — одно из важных условий расчета кондиций, при этом нужно определить оптимальные границы цен. В методике расчета следует учитывать и особенности налоговой системы, в частности, ее нестабильный характер.

Состав налогов, включаемых в затратную часть при расчете кондиций, дает возможность менять кондиции и соответственно регулировать объемы МСБ.

«Валютный коридор» также существенно влияет на параметры кондиций. Оценка его влияния требует исследований, так как последствия введения «коридора» весьма негативно сказываются на золотодобыче, а также на определении качества и количества запасов. Цена на российское золото при действии «валютного коридора» явно расходится с мировой.

В разработке ТЭО кондиций для россыпей Южной Якутии и Верхне-Индигогорского промышленного района учтены основные факторы расчета их параметров. В результате расчетов выделена в качестве первоочередных небольшая часть запасов, обеспечивающих на 4—5 лет рентабельную золотодобычу в современных условиях высокой себестоимости.

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ЗОЛОТА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Ч.Х. Арифуров, Б.И. Беневольский, Н.К. Курбанов, Н.М. Риндзюнская,
А.А. Стороженко (ЦНИГРИ МПР России)**

На территории Челябинской области золото было открыто в 1797 г. Промышленная добыча начата в 1823 г. и была связана с отработкой богатых россыпей Миасской долины. Наиболее крупное на Южном Урале Кочкарское золоторудное месторождение открыто в 1862 г. За прошедшие два столетия в области добыто более 350 т золота, из них 200 т россыпного и 150 т рудного.

В геотектоническом плане Челябинская область расположена в пределах четырех главных структурно-формационных мегазон Уральской складчатой системы: Западной (Башкирский антиклинорий или Центрально-Уральское поднятие), Тагило-Магнитогорской, Восточно-Уральской (Урало-Тобольское поднятие) и Зауральской. Металлогеническое районирование территории проведено в соответствии со структурно-формационным районированием, отражающим распространение разновозрастных рудоносных и рудообразующих структурно-вещественных комплексов. Западная мегазона характеризуется развитием мезо-миогеосинклинальных отложений рифея, Тагило-Магнитогорская распространением эвгеосинклинальных (океанических и островодужных) образований. Восточно-Уральская мегазона соответствует геосинклинальному поднятию, связанному с андезитовидным вулканоплутоническим поясом. В Зауральской мегазоне развиты океанические и островодужные комплексы в рифтогенных троговых структурах на деструктурированном гранитоидном основании. В пределах Челябинской области в составе выделенных металлогенических зон распространены комплексы пород широкого возрастного диапазона — от архея до перми. В формационном отношении здесь представлен полный спектр образований Уральского складчатого пояса.

В пределах Челябинской области выделены четыре типа золотоносных металлогенических зон: рифейские комплексы Башкирского антиклинория, островодужные комплексы Тагило-Магнитогорского мегаинклинория, андезитовидные вулканоплутонические пояса и островодужные комплексы Зауралья.

Златоуст-Авзянская металлогеническая зона с предполагаемым прожилково-вкрапленным золото-сульфидным и золото-сульфидно-кварцевым оруденением располагается в углеродисто-терригенно-карбонатных комплексах рифея.

Миасско-Сибайская металлогеническая зона включает Присакмарскую (Карабашско-Вознесенскую) и Сибайскую подзоны. Первая совпадает с мощной зоной серпентинитового меланжа в структуре Главного Уральского разлома с крупными тектоническими блоками островодужных комплексов и массивов дунит-пироксенит-габбровой формации, а вторая — с собственно островодужной зоной. В составе зоны выделены золоторудные районы —

Тыелга-Наилинский и Ленинско-Мелентьевский, золотосодержащие районы — Кузнециха-Маукский и Карабашский. Золоторудные районы с полиформационными комплексами приурочены к северному флангу Куросан-Гумбейского ВПП.

Учалинская золотосодержащая колчедановая металлогеническая зона связана с контрастно и непрерывно дифференцированными базальтоидными формациями энзиматических островных дуг. В пределах зоны выделены два рудных района — Учалинско-Талганский и Верхнеуральский. Учалинско-Талганский район размещен на территории Челябинской области и Республики Башкортостан.

Суходолжско-Рефтинская металлогеническая зона находится в северо-восточной части Челябинской области. Здесь распространены золотосодержащие базальтоидные островодужные комплексы (S_2-D_1).

Березняковско-Поляновская металлогеническая зона локализована в краевой части Восточно-Уральского ВПП, наложенного на энзиматическую островную дугу. Рудоносные формации представлены базальт-андезит-риолитовой формацией (S_2-D_1).

Куросан-Гумбейская металлогеническая зона связана с андезитовым вулканоплутоническим поясом позднедевон-каменноугольного возраста, наложенного на дифференцированные нижне-среднедевонские базальтоидные комплексы Гумбейско-Нагайбакской островной дуги.

Восточно-Уральская металлогеническая зона входит в систему Урало-Тобольского поднятия и располагается в пределах крупного андезитового вулканоплутонического пояса. Андезитовый ВПП наложен на три кулисно совмещенных тектонических блока (сегмента) — Сысертско-Ильменогорский, Кочкарско-Адамовский и Джетыгаринский. Для металлогении золота на территории Челябинской области Восточно-Уральский ВПП имеет главное значение. В его пределах локализованы Непряхинский, Уйский, Березняковский, Светлинский, Кочкарский, Тогузакский и Брединский рудные районы.

По территориальному размещению золотых и комплексных золотосодержащих месторождений, горно-добывающих и перерабатывающих предприятий в Челябинской области выделены шесть золотодобывающих горно-промышленных районов: Кыштымский, Челябинский, Кочкарский, Куросанский, Кировский, Брединский.

Собственно золотые коренные месторождения представлены золото-кварцевым и золото-полисульфидно-кварцевым (Кочкарское, Ново-Троицкое), золото-сульфидным (Светлинское), золото-хлорапировым (Кировское) типами. По морфологическим особенностям различаются месторождения жильные, жильных и минерализованных зон, штоков, залежей.

Золотосодержащие комплексные месторождения относятся к медноколчеданному (Южное, Талганское, Александринское), медно-цинковоколчеданному (Узельгинское, Маукское, Султановское, Чебачье) и скарново-магнетитовому (Круглогорское) типам.

В настоящее время добыча золота ведется главным образом из комплексных месторождений (60 %), из россыпей и коренных золоторудных объектов добывают 20,2 и 19,8 % соответственно.

Основные перспективы развития МСБ золота Челябинской области связаны с коренными месторождениями золота и комплексных руд. Прогнозные ресурсы категории P_1 могут быть реализованы при оценке флангов и глубоких горизонтов известных месторождений — Кочкарского, Ново-Троицкого, Светлинского, а также предварительно оцененного Березняковского. Ресурсами категории P_2 обладают многочисленные рудопроявления, разрабатывавшиеся в прежние годы на небольшую глубину преимущественно старательским способом (Наилинское, Синеглазовское, Кировское, Балканское, Рамеевское и др.). Прогнозные ресурсы категории P_3 связаны с Наилинской, Ленинской, Непряхинской, Березняковской, Алтынташской и Брединской площадями. Наиболее важными представляются выявление новых и переоценка старых месторождений, представленных жильными зонами и штоковками золото-полисульфидно-кварцевых руд и залежами золото-сульфидно-вкрапленных и золото-хлорапировых руд.

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ч.Х. Арифулов, М.П. Овсянников, Р.Ч. Арифулов (ЦНИГРИ МПР России)

Сырьевой потенциал Челябинской области на рудное золото представляется достаточно высоким. Снижение добычи рудного золота за последние годы, с 1993 по 1997 гг., более чем в два раза, связано с падением рентабельности производства, обусловленным ростом цен на энергоносители, высоким налогообложением и снижением цен на золото на мировом рынке. Одним из вариантов решения проблемы выхода золотодобывающей промышленности на уровень рентабельности является повышение качества запасов. В условиях недостаточного финансирования ГРП на первое место выходят вопросы, связанные с совершенствованием методики прогнозирования и оценки месторождений.

Металлогеническое районирование проведено на структурно-формационной основе, выделены рудоносные и рудогенерирующие структурно-вещественные комплексы. На структурно-формационной основе к карте прогноза м-ба 1:200 000 среди потенциально рудоносных структурно-вещественных комплексов показаны рифейские углеродисто-терригенно-карбонатные комплексы, вулканогенно-углеродисто-терригенные комплексы венда и вулканогенные отложения колчедановосной непрерывно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации среднего девона. Рудообразующие (рудорегенерирующие) формации представлены полиформационными андезитовидными вулканоплутоническими ассоциациями с широким развитием тоналитовых и гранитоидных серий повышенной щелочности.

Выделены три металлогенические мегазоны: Западная (Башкирский антиклинорий) с углеродисто-терригенно-карбонатными рифейскими комплексами, Карабашско-Миасский сегмент Тагил-Магнитогорского мегаинклинория, Ильменогорский антиклинорий. В пределах мегазон оконтурены металлогенические зоны и подзоны с золоторудными районами и перспективными площадями. Золоторудные районы подразделены на существенно «монометалльные» с золото-полисульфидно-кварцевым и золото-сульфидным типом оруденения и полиформационные (полиметалльные) с широким многообразием золоторудных типов при участии золотосодержащих проявлений колчеданного семейства и скарново-магнетитовых руд.

При выделении перспективных площадей и оценке прогнозных ресурсов в пределах Башкирского антиклинория в качестве типовой эталонной модели использованы характеристики Сухоложского рудного района (Ленская золотоносная провинция). Определенный интерес представляют перспективные площади восточной части Башкирского антиклинория, где вероятны находки комбинированного и стратиформного оруденения. Проведение поисковых работ на этих площадях потребует значительных объемов бурения.

Уникальная геотектоническая позиция Карабашско-Миасского сегмента определяет комплексный полиформационный характер рудных районов и их высокую золотоносность. В качестве первоочередных площадей с высокими перспективами золотоносности выделены Тьелга-Наилинский и Ленинско-Мелентьевский рудные районы. В Тьелга-Наилинском рудном районе прогнозируется распространение средне- и крупномасштабных месторождений с компактным штокверковым оруденением в диоритовых штоках. Ко второму по значимости типу золоторудных проявлений отнесены крутопадающие залежи золото-хлораптитовых руд. Признаки распространения комплексных золото-платинометалльных руд, выявленные авторами, свидетельствуют о высоких перспективах района. Возможное золотое оруденение Ленинско-Мелентьевского района связано с глубокими горизонтами Кашеевского штока, южным флангом Верхне-Иремельско-Ленинского рудного узла и Суковатовской площадью Мелентьевского рудного узла.

Для Ильменогорской металлогенической зоны приводятся характеристики потенциально золотоносных вулканогенно-углеродисто-терригенных отложений итишско-сайтов-

ского комплекса. В качестве близких аналогов золоторудных проявлений Ильменогорской зоны рассматриваются месторождения Кызылкумской золотоносной провинции (Западный Узбекистан). В Ильменогорской зоне выделены Непряхинский рудный район и ряд перспективных площадей с известной россыпной золотоносностью. Локализация золотого оруденения на этих площадях определяется зонами складчато-сколовых дислокаций в вендских фосфатоносных вулканогенно-углеродисто-терригенных породах и ореолами березитоидных и апосерпентинитовых тальк-карбонатных метасоматитов. Известные золоторудные проявления Ильменогорской зоны считаются перспективными на выявление крупнообъемного оруденения.

Решая задачу выявления золоторудных площадей пригодных для промышленного освоения в современных экономических условиях, к числу первоочередных, мы относим территории старых горно-рудных районов, в пределах которых промышленные запасы руд в силу экономических причин и несовершенства горно-рудного производства в первой половине XX столетия остались в недрах. Практический интерес в плане выявления средних и крупных месторождений со штокверковыми рудами представляют объекты Тыелга-Найлинского и Ленинско-Мелентьевского рудных районов. Площади распространения углеродисто-терригенных отложений итишско-сайтовского комплекса в пределах Ильменогорского антиклинария благоприятны для «кызылкумского» типа месторождений.

В числе приоритетных направлений рекомендуемых ГРР отметим следующие:

выявление и оценка площадей с крупнообъемным оруденением и низкими содержаниями золота для кучного выщелачивания;

постановка комплексных геолого-геофизических и структурно-минералогических исследований на площадях с высокой концентрацией золоторудных проявлений (отработанных старательским способом до глубин 20—30 м) в целях выявления крупных штокверковых зон;

проведение специализированных поисков крупнообъемных залежей золото-хлорапировых руд с низкими и средними содержаниями металла в зонах серпентинитового меланжа с учетом их комплексного золото-платинометального характера;

проведение среднемасштабных и детальных поисков штокверкового золото-порфирового оруденения (вероятно наличие крупнообъемных штокверков) в пределах Карабашско-Миасского сегмента и на смежных площадях.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА АЛМАЗОВ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ РОССИИ: СПРОС НА РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.В. Арутюнов (МПР России)

Прежде чем говорить о стратегии воспроизводства и использования МСБ алмазов и благородных металлов Российской Федерации, необходимо оценить наличие спроса на результаты научно-технических разработок в этой области исследований, другими словами, на научно-техническую продукцию (НТПр) геологических организаций, в том числе по следующим ее параметрам: тематике исследований; состоянию МСБ региона; масштабу и виду геологической съемки, проведенной для данного вида минерального сырья и региона и т. п.

Для геологических организаций Министерства природных ресурсов Российской Федерации (МПР России) эти вопросы решаются в том числе на базе специализированной автоматизированной системы анализа спроса и предложения НТПр организаций, отраженной в отчетах по результатам геологических исследований, подготовленных за последние 60 лет, и диссертациях.

Комплекс программ по вводу, поиску, обработке и выдаче данных, реализованный на ПЭВМ IBM PC, позволяет получать следующую основную информацию:

интегральные ежегодные и ретроспективные количественные сведения по МПР

России и для любой организации о представленной ею НТПр как результата исследований, отраженного в отчетах и диссертациях, и спросе на нее;

детализированную информацию о спросе на НТПр организации (какие документы, кем и когда запрашивались);

перечень организаций, НТПр которых пользуется наибольшим, наименьшим спросом или имеет заданный уровень спроса;

список организаций (в том числе из смежных отраслей), активно использующих НТПр других организаций;

данные о спросе на НТПр по видам геолого-разведочных работ, видам полезных ископаемых, масштабам геологической съемки и другим параметрам;

ретроспективные данные о спросе на НТПр по различным тематическим направлениям, позволяющие определить тенденции их развития;

запрашиваемость фонда документов ВНИИЦ и Росгеолфонда.

Результаты проведенного анализа показали, что по алмазам и благородным металлам спрос на НТПр значительный, особенно на НТПр по золоту.

Анализ спроса в 1990—1995 гг. на НТПр по алмазам и благородным металлам проводился в целях выявления хронологического изменения общего потока запросов; перечня организаций-исполнителей, результаты исследований которых пользовались спросом (в том числе максимальным) за рассматриваемый период; списка организаций-потребителей НТПр, в том числе активно запрашивавших результаты исследований организаций МПР России; направлений исследований, результаты которых пользовались максимальным и минимальным спросом.

Наибольший спрос на НТПр по рассматриваемым видам минерального сырья отмечался в 1990 г. В 1992 г. его уровень упал по сравнению с 1990 г. почти в четыре раза для алмазов и более чем в 10 раз для благородных металлов. После роста спроса в 1993 г. более чем в два раза по сравнению с 1992 г. в 1995 году он вновь упал практически до уровня 1992 г. (для алмазов даже ниже уровня спроса 1992 г.)

Среди 28 организаций-исполнителей НИОКР, чья НТПр по алмазам запрашивалась, выделяются три, на результаты исследований которых приходится 66 % спроса: Якутскгеология (33 %), Архангельскгеология (19 %) и ЦНИГРИ (14 %).

Результаты исследований по алмазам запрашивались 50 организациями-потребителями НТПр, причем на долю двух из них приходилось 36 % спроса. Это ЦНИГРИ (22 % всего спроса) и Аэрогеология (14 %).

Из выявленных 11 направлений исследований по алмазам, НТПр по которым пользовалась спросом, выделяются четыре со значительным уровнем спроса (на них приходилось более 70 % спроса): исследование перспектив алмазоносности регионов и структур (23 %); геологическое картирование (24 %); поисковые работы на алмазы (18 %); геофизические методы поисков месторождений алмазов (13 %). Минимальный спрос (от 1,5 до 3 %) отмечался для направлений «Технология добычи и обогащения руд» и «Математические методы, используемые при поиске, разведке и подсчете запасов месторождений алмазов».

Из 63 организаций-производителей НТПр по благородным металлам выделяются шесть, на долю которых приходится 60 % спроса. Лидеры среди них — Севвостгеология (16 % всего спроса) и Дальгеология (12 %). В числе их единственный НИИ — ЦНИГРИ (9 %), а также Якутскгеология, Уралгеология и Красноярскгеология.

Научно-техническая продукция по благородным металлам запрашивалась 77 организациями, причем на четыре из них приходилось 62 % спроса. Это ЦНИГРИ (26 % всего спроса), ВИМС (14 %), Аэрогеология (12 %) и МГГА (10 %).

Среди выявленных 14 направлений исследований по благородным металлам, НТПр по которым пользовалась спросом, выделяются четыре со значительным уровнем спроса (на них приходилось 70 % спроса): поисковые работы на россыпи золота (26 % всего спроса); поисковые работы на коренные месторождения золота (17 %); картирование золотоносных районов и составление прогнозных карт (12 %); геолого-структурные условия локализации золоторудных месторождений (15 %). Минимальный спрос (от 1,5

до 2 %) отмечался для направлений «Поиски коренных месторождений платины» и «Математические методы, используемые при поисковых работах и оценке месторождений благородных металлов».

Таким образом, проведенный анализ спроса в 1990—1995 гг. на результаты исследований геологических организаций МПР России минерально-сырьевой базы алмазов и благородных металлов Российской Федерации позволил сделать следующие выводы.

1. Наибольший спрос на НТПр отмечался в 1990 г.; в 1992 г. его уровень упал в четыре раза по сравнению с 1990 г., и после его роста в 1993 г. он в 1995 г. вновь упал до уровня 1992 г.

2. Выявлен ряд направлений исследований, спрос на НТПр по которым был максимальным и минимальным за указанный период.

3. На результаты исследований по алмазам и благородным металлам трех-шести организаций МПР России приходилось от 60 % (по алмазам) до 66 % (по благородным металлам) всего спроса.

4. Среди потребителей результатов исследований по алмазам выделяются две организации (36 % всего спроса), по благородным металлам — четыре (более 60 % спроса).

Таким образом, функционирующая система дает возможность МПР России и организациям на основе оценки спроса на итоги научно-технических разработок и активности использования их другими организациями планировать проведение научно-технических разработок по актуальным направлениям исследований. Кроме того, она позволяет осуществлять мониторинг спроса на результаты исследований по 10 и более параметрам НТПр. Одновременно определяются организации-исполнители исследований, чья НТПр имеет различный уровень спроса — от максимального до минимального, и организации, активно потребляющие итоги исследований и являющиеся таким образом потенциальными заказчиками организаций-исполнителей соответствующих научно-технических разработок.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТРУДНООБОГАТИМОГО РУДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Р.Я. Аслануков, Г.В. Седельникова, Е.Е. Савари (ЦНИГРИ МПР России)

Биогидрометаллургическая технология переработки упорного золотосодержащего сырья в последнее десятилетие все шире применяется в мировой практике. В ЦНИГРИ разработана биогидрометаллургическая технология переработки упорных золотомышьяковых концентратов месторождений сульфидно-прожилково-вкрапленного типа в терригенных толщах, и впервые в России биотехнология внедряется на одной из золотоизвлекательных фабрик. Преимуществами новой технологии являются высокая рентабельность и экологическая безопасность по сравнению с другими способами извлечения золота (окислительный обжиг, автоклавное выщелачивание). Бактериальное окисление золотосодержащих сульфидов и вскрытие тонковкрапленного золота осуществляются в режиме чанового выщелачивания.

В целях рентабельной отработки бедных сульфидных руд и техногенного сырья нами проведены исследования по созданию биогидрометаллургического способа извлечения благородных и цветных металлов методом кучного выщелачивания. Объекты исследования — сульфидная руда Кузнецовского участка Сахсарской золоторудной зоны и золото-пиритсодержащие хвосты Урупского ГОКа. Сульфидная руда, представленная дробленным до крупности –10 мм материалом, является частично упорной: 48 % золота извлекается прямым цианированием, а около 30 % находится в тесной ассоциации с пиритом и оксидами железа. Пиритные хвосты как мелкозернистый материал (класс –0,4 мм — 80,7 %) относятся к низкосортному сырью (содержание золота 1 г/т, меди 0,2 %).

Основная масса золота (80 %) сосредоточена в пирите, и прямым цианированием извлекается до 10 %.

Испытаны две схемы бактериального окисления сульфидных минералов в режиме перколяционной обработки: 1) капельным орошением (модель кучного выщелачивания); 2) периодическим затоплением материала с подачей растворов снизу вверх (модель кюветного выщелачивания). В исследованиях использованы культуры бактерий *Tiobacillus ferrooxidans*, а также смешанная культура бактерий *Tiobacillus ferrooxidans*, *Leptospirillus ferrooxidans* и *Tiobacillus thiooxidans*, полученные при испытании процессов чанового бактериального окисления упорных сульфидных концентратов. Анализ вариантов схем показал, что биоокисление сульфидной руды наиболее эффективно протекает в инфильтрационном режиме с подачей активных бактериальных растворов капельным методом. Бактериальное окисление (БО) руды протекает при pH 1,4—1,6, температуре 26—28° С. В течение 30 суток БО происходят окисление и деструкция пирита на 60 %. Последующим цианированием в агитационном режиме извлекается 71 % золота. Оптимальным вариантом БО мелкозернистого материала хвостов Урупского ГОКа является режим кюветного выщелачивания. При продолжительности БО 30 суток степень окисления сульфидов составляет 32 %. Дополнительная деструкция золотосодержащих сульфидных минералов обеспечивает вскрытие и последующее извлечение золота в процессе агитационного цианирования до 77,4 %.

Выполненные исследования показали принципиальную возможность бактериального окисления сульфидного рудного и техногенного сырья в режимах кучного или кюветного выщелачивания. Дальнейшие исследования будут направлены на оптимизацию биоокисления и изучение возможности осуществления последующего кучного или кюветного выщелачивания золота из продуктов БО.

СПЕЦИФИКА МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

В.И. Астанин, П.Э. Фельтгейм, В.А. Шелягин (ЦНИГРИ МПР России)

При геолого-разведочных работах на дневную поверхность выносятся газы, вода различного состава и минерализации, минералы, горные породы и каустобиолиты различного агрегатного состояния. Все они представляют собой концентраты разнообразных соединений химических элементов, многие из которых, попадая в воздух, почву, грунтовые и открытые водоемы, создают опасность для органической жизни на значительных территориях.

К сожалению, идентификация ряда экотоксичных и гигиенически опасных соединений химических веществ происходит постфактум — после общественно значимых чрезвычайных происшествий, поскольку контролирующие лаборатории не проводят анализ на наличие вредных веществ, специфических для каждого вида геолого-разведочных работ на поиск определенных ископаемых.

С практической и научно-методической точек зрения принципиальным является изучение характера воздействия ГРР на окружающую среду на самых первых этапах открытия и освоения месторождений полезных ископаемых.

В рамках контракта ЦНИГРИ с ГИПЭ Госкомэкологии России перед авторами была поставлена задача — определить перечень вредных соединений, с высокой степенью вероятности сопутствующих геолого-разведочным работам на определенные виды полезных ископаемых. Геохимические данные последнего десятилетия о веществах-спутниках «главных» разведываемых полезных ископаемых, работы Д.И. Горжевского, С.В. Григоряна, В.Р. Клера и др. позволяют конкретизировать перечень наиболее вероятных вредных химических соединений, относящихся к первой—второй категориям опасности.

Составленный авторами перечень (таблица) вредных веществ-спутников, попадающих в окружающую среду при геолого-разведочных работах на определенные виды

полезных ископаемых, дает возможность своевременно оснастить лаборатории оборудованием и методиками определения загрязнения среды ожидаемыми вредными химическими соединениями, что позволит повысить качество экологического контроля на территориях проведения геолого-разведочных работ.

Перечень химических элементов, образующих экотоксичные и гигиенически опасные химические соединения, сопутствующие геолого-разведочным работам на определенные типы разведываемых полезных ископаемых

Типы месторождений	Химические элементы
Апатитовые	Ba, V, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, P, Cr, Zn
Висмутовые в скарнах	Bi, Co, Cu, As, Ni, Pb, Ag, Zn
Вольфрамо-молибденовые в скарнах	Ba, Be, V, Co, Cu, Ni, Pb, Zn
Газовые и газоконденсатные	V, Co, Mn, Hg, S, Sr, Sb, Cr
Горючих сланцев	Ba, V, Cr, Co, Mn, Cu, As, Ni, Hg, Zn
Железорудные в скарнах	V, Co, Mn, Cu, Ni, Pb, Sr, Ti, Zn
Медные, медноколчеданные	Ba, Bi, Cd, Co, Cu, As, Ni, Hg, Ag, Sr, Zn
Золоторудные	Ba, Be, Bi, Co, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Ag, Sb, Zn
Медно-никелевые, медно-молибденовые	Ba, Be, Bi, Co, Cu, As, Ni, Pb, Ag, Zn
Медистых песчаников	Ba, Bi, Cu, Ni, Pb, Ag, Zn, Cr
Медно-порфировые	Ba, Be, Bi, Co, Cu, As, Pb, Ag, Sb, Zn
Нефтяные	Ba, V, S, Cd, Co, As, Ni, Hg, Pb, Sr, Zn
Оловорудные	Bi, Co, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Ag, Zn
Полиметаллические	Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Sb, Zn
Редкоземельные	Be, Ag, Pb, F
Ртутные	Ba, Co, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Ag, Sb, Zn
Свинцово-цинковые	Ba, Be, Co, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Zn
Сурьмяно-ртутные	Ba, Be, Co, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Sb, Zn
Угольные	Ba, Be, V, Co, Mn, As, Ni, Pb, Sr, Cr, U, Zn
Кимберлитовые	Co, Cu, Ni, Pb, Ag, U, Zn
Урановые	V, Co, Cu, As, Ni, Pb, U

ЗОЛОТОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ЗОН МЕЗОЗОЙСКОЙ ТЕКТОНОМАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ НА УРАЛЕ

А.Г. Баранников, А.Н. Угрюмов (УГГА)

Начиная с позднего палеозоя — раннего мезозоя Уральский складчатый пояс уже в ранге молодой эпигерцинской платформы развивался в условиях геодинамического режима, отвечающего, по нашему мнению, тектономагматической активизации или вторичной рифтогенной активизации (по В.Н. Сазонову). Существующие представления об ослаблении или полном прекращении на этом отрезке времени эндогенных рудообразующих процессов не подтверждаются материалами последних лет.

Минералогия золота, сформированного в режиме мезозойской тектономагматической активизации (MZ TMA), раскрыта пока лишь в общих чертах. Роль отмеченных процессов в образовании промышленных скоплений золота нередко сложно оценить, поскольку их продукты частично, а иногда и полностью перекрывают площади распространения минеральных ассоциаций этапов палеозойского рудогенеза. На сегодняшний день определены ведущие зоны и районы проявления MZ TMA (Шуб. и др., 1991). Выполненное нами обобщение по более чем 25 объектам с признаками «молодых» золотообразующих процессов позволяет говорить о наличии здесь двух типов.

Оруденение первого типа пространственно и пространственно-генетически связано с магматическими комплексами позднепалеозойско-ранне-отчасти среднемезозойского

возраста, включающими: а) гранит-лейкогранитовые и гранит-пегматитовые комплексы, тяготеющие к блокам с развитым гранитогнейсовым слоем; б) щелочные гранитно-порфировые комплексы, развитые в синклиорных зонах с сиало-фемическим или фемически-сиалическим типом коры. Оруденение сопровождается полями метасоматитов (серицитизация, аргиллизация, джаспериодизация, карбонатизация и др.). На формирование оруденения второго типа оказывали совокупное влияние как эндогенные, так и экзогенные факторы. Процессы рудогенеза протекали в конкретных структурных зонах в условиях относительной тектонической стабилизации и формирующегося пенеплена. Важно подчеркнуть, что рудоотложение проходило со значительным временным отставанием от пика тектонической и магматической активности. Это позволяет параллелизовать продукты рудогенеза, возникшие в подобных условиях, с гипогенно-гипергенными. Возраст их — средний и, возможно, поздний мезозой.

Объекты гипогенно-гипергенного типа в настоящее время практически не изучены и во многих случаях не опознаны. Можно говорить лишь об их приуроченности к мезозойским эрозионно-структурным депрессиям. Эти морфоструктуры, являющиеся концентраторами основной массы экзогенных полезных ископаемых (россышей золота и платины, силикатного никеля, бокситов и др.), приурочены к погребенным днищам депрессий, которые служат зонами разгрузки как глубинных, так и вадозных вод. В бортовых частях здесь обычно развиты «сверхмощные» химические коры выветривания (часть которых может соответствовать зонам аргиллизитов), а также «сверхглубокий» карст. Вполне вероятно термокарстовая природа последнего.

Определены возможные типовые структурно-геоморфологические обстановки, благоприятные для формирования золотого оруденения эпохи МЗ ТМА. Среди них: площади с полихронным магматизмом и метасоматизмом в пределах сохранившихся мезозойских поверхностей выравнивания; линейные зоны глубинных разломов и зон смятия, где сопряженно проявились рудно-метасоматические процессы и гипергенное корообразование; бортовые и коренные части глубинного карста в пределах мезозойских эрозионно-структурных депрессий, заполненные продуктами разрушения «рудно-метасоматических колонн», нередко испытавших аллювиальный перемыв.

Определены поисковые признаки оруденения гипогенно-гипергенного типа. В их числе: некоторые типоморфные особенности самородного золота; присутствие метасоматитов определенного ряда; характерный геохимический спектр элементов (сурьма, мышьяк, ртуть, свинец, цинк, барий и др.); шлиховые ореолы киновари; участки с аномально высокой россышной продуктивностью.

Поиски гипогенно-гипергенного оруденения могут привести к обнаружению новых крупнообъемных объектов нетрадиционного типа.

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ И ДОБЫЧИ ЗОЛОТА В РОССИИ В XXI ВЕКЕ

Б.И. Беневольский (ЦНИГРИ МПР России)

В разработках ООН модели устойчивого сбалансированного развития цивилизации в XXI в. ведущая роль отводится МСБ как фактору национального богатства и государственной независимости. Среди стратегических полезных ископаемых золото является высоколиквидным минеральным сырьем — «лидером», наряду с энергетическими полезными ископаемыми, другими драгоценными металлами и алмазами. Не случайно поэтому конец XX в. характеризуется высокими темпами добычи, потребления золота и глобализации проведения геолого-разведочных работ во всем мире.

Российская МСБ и добыча золота в течение XX в. развивались эффективно, сохраняя при этом сложившуюся специфику с преобладанием добычи в россыпях, а запасов — в рудных месторождениях. В конце XX в. россыпи в связи с исчерпанием МСБ и

ухудшающимися геолого-экономическими показателями из-за длительной интенсивной разработки уже не обеспечивают стабильной добычи. Минерально-сырьевая база большинства старых рудников также в значительной степени истощена, отработка запасов с каждым годом усложняется и удорожается. Многие предприятия обанкротились или находятся на грани закрытия. Сырьевая база рудного золота резервных объектов осваивается неудовлетворительно.

Начиная с 1992 г. систематически падает добыча золота. Причинами этого, наряду с истощением сырьевой базы действующих предприятий, сокращением МСБ вследствие переоценки для рыночных условий, являются стратегические ошибки в экономической политике реформирования отрасли. Основные из них — неразвитость рынка золота, т.е. свободного обращения товарного продукта при остром дефиците бюджетного финансирования отрасли, и поспешная реструктуризация региональных объединений с распадом на сотни мелких производителей-недропользователей. В дореформенный период при всеобъемлющей государственной монополии на золото потребности в рынке не было, так как решения по ценообразованию, скупке и продаже золота принимались директивно. Этим объясняется своеобразный правовой и психологический парадокс в задержке решений по переходу золотодобычи полностью на рыночные формы отношений, как принято в мире.

Фундаментальную основу эффективного функционирования рынка золота составляют системные блоки, взаимодействующие по закону обратной связи: минерально-сырьевой базы — добычи — свободного обращения золотосодержащего товарного продукта и слитков. Опорные элементы системных блоков — геолого-экономические и правовые механизмы недропользования. В законе «О драгоценных металлах...» прописан ряд важных статей по рынку и отказу от госмонополии на скупку и продажу золота. Дальнейшая разработка этих правовых норм должна дать импульс к устойчивому развитию МСБ через активизацию инвестиций в освоение резервных месторождений, уменьшение экономических рисков предпринимателей и увеличение производства золота. Запуск механизма рынка золота позволит быстро реализовать ресурсный потенциал МСБ рудных месторождений и довести добычу в начале XXI в. до 200—250 т в год с последующим ростом за счет выявления новых месторождений при усилении геолого-разведочных работ в перспективных регионах.

ПРИНЦИПЫ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО ПОДНЯТИЯ

Т.А. Блинова, Т.Е. Анненкова (ЦНИГРИ МПР России)

В последние годы работами ЦНИИГеолнеруд, ЦНИГРИ, КазГУ и др. в пределах восточной части Русской платформы обнаружены проявления благородных металлов нетрадиционных типов в формациях позднепалеозойского и мезозойского возраста. Это обусловило необходимость последовательного системного изучения и формационной типизации проявлений благороднометального оруденения и оценки его возможного экономического потенциала. Такое изучение предполагает реконструкцию обстановок развития рудоносных бассейнов с присущими им рудными и нерудными минеральными комплексами, геологическими формациями и условиями их минерализации. Подобного рода реконструкции с последующим выделением металлогенических или минерагенических таксонов — основа минерагенического картирования.

Волго-Уральское поднятие имеет сложную гетерогенную структуру, в которой преобладают своды и валы, сложенные разновозрастными осадочными комплексами палеозоя, и наложенные впадины, заполненные мезозойско-кайнозойскими отложениями. Формирование палеоструктур Волго-Уральского поднятия в палеозое происходило при непрерывном взаимодействии и активной связи структур Урала, в мезозое — при

ослабевающим влиянии Урала и взаимодействии с Кавказской подвижной областью и Прикаспийской впадиной, что отразилось в мощностях и составе формаций, а также в особенностях обстановок осадконакопления и формирования благороднометалльного оруденения.

В Волго-Уральской провинции выделяются две субпровинции — собственно Волго-Уральская, объединяющая рудоносные комплексы позднепалеозойского времени, связанные с развитием коллизионного осадочного бассейна, и Вятско-Ульяновская с рудно-формационными комплексами внутриплитных осадочных бассейнов мезозоя.

В пределах Волго-Уральской субпровинции преобладают проявления благороднометалльного оруденения в формациях медистых песчаников в уфимском, казанском и татарском ярусах. Золото и благородные металлы установлены в битуминозных карбонатно-терригенных формациях перми. Цветные, редкие и благородные металлы обнаружены в нефтях и доманиковых формациях девонского возраста. Позиция основных меденосных проявлений в карбонатно-терригенном комплексе уфимского, казанского и татарского ярусов определяется приуроченностью рудовмещающих пород к переходной зоне прибрежно-морских фаций, с которой сопряжен пролив, соединяющий северные и южные морские бассейны. Эта структура осложнена локальными инверсионными поднятиями и валами, образовавшимися под влиянием восходящих движений на Урале. Горизонтальные движения на Урале обусловили миграцию береговой линии казанского времени на платформе с востока на запад, формационно-фациальную и геохимическую зональность рудоносного комплекса пород. Упомянутая прибрежно-морская зона рассматривается в качестве металлогенической и характеризуется наиболее богатым комплексом цветных и благородных металлов, а также редких и редкоземельных элементов. Установлены высокие положительные корреляционные связи меди, серебра, свинца, цинка. Значительная концентрация медно-благороднометалльного оруденения, соответствующая подзонам и рудным районам, приурочена к участкам осложнения зоны пролива локальными валами и разрывами. Выявлены обстановки формирования благороднометалльного оруденения в битуминозных сульфатно-карбонатных формациях казанского века и потенциально рудоносных битуминозно-карбонатно-терригенных в доманиковых формациях девона. Бассейны девонского времени обусловлены резонансно-тектоническими движениями на Урале и на востоке платформы.

Вятско-Ульяновская металлогеническая субпровинция характеризуется проявлением благороднометалльного оруденения в фосфоритсодержащих глауконит-глинисто-песчаных и битуминозно-глинистых формациях мезозойского возраста. Золото обнаружено в прибрежно-морских титан-циркониевых россыпях. Формирование мезозойских рудоносных комплексов происходило под влиянием движений в прилегающих областях Прикаспийской впадины, Кавказского мобильного пояса, Притиманья, которые обусловили частую смену трансгрессивно-регрессивных циклов и ритмичность распределения фосфоритов, являющихся концентраторами золота и других металлов. В качестве металлогенических зон рассматриваются Вятско-Камский и Ульяновско-Саратовский прогибы. Прогнозируемые участки концентрации оруденения в мезозойских прогибах характеризуются максимальными мощностями разрезов юры и мела и неоднократной сменой фосфоритсодержащих горизонтов черными глинами с сидеритом и пиритом или горючими сланцами, глауконитовыми и битуминозными глинами. По геохимическим данным прогнозируется оруденение Mo-Ni-Au-Pt (южнокитайского) типа.

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗОЛОТА МИРА, ЕГО СТРУКТУРА, РЕАЛИЗАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А.А. Буйнов (ЦНИГРИ МПР России)

Для оценки состояния металлогенического потенциала золота мира и анализа его структуры автором разработаны две количественные геолого-статистико-математические модели систем золоторудных месторождений, дающие представление о распределении ресурсов и формирующих их объектов (рудных полей и месторождений) по классам крупности последних, для его современного состояния и на перспективу — примерно до 2050 г.

Согласно первой модели (с основным периодом реализации ресурсов — 70-е годы этого столетия — примерно 2010 г.) общий мировой потенциал ресурсов рудного и россыпного золота для объектов с ресурсами более 25 кг (без учета погашения в недрах) может быть оценен примерно в 360 тыс. т. Распределение количества рудных объектов с ресурсами золота более 1 т представляется следующим: более 1 т — 26 000, более 10 т — 2600, более 100 т — 260, более 1000 т — 26, более 10 000 т — 2. Указанное распределение числа объектов по их крупности весьма близко к таковому по данным Д. Зингера. Так, по предлагаемой модели количество объектов с ресурсами более 100 т составляет 260, более 1000 т — 26, а по Д. Зингеру — 211 и 21 соответственно. Приведенная разница, по-видимому, характеризует количество еще не выявленных объектов с указанными ресурсами.

Распределение ресурсов золота по указанным классам крупности объектов составляет, тыс. т: более 1 т — 270, более 10 т — 210, более 100 т — 150, более 1000 т — 90, более 10 000 т — 30. Сто наиболее крупных рудных полей мира имеют ресурсы более 280 т каждое, а десять из них — более 2800 т.

Согласно этой модели, на данный период времени при погашении в недрах 160 тыс. т золота (133 тыс. т — добыча и примерно 27 тыс. т — потери в недрах и др.) промышленная реализация общего металлогенического потенциала золота мира составляет 44,4 %, а с учетом подтвержденных ресурсов (51 тыс. т) — 58,6 %. Для объектов же более 1 т (при погашении в недрах примерно 140 тыс. т) реализация соответственно 51,8 и 70,7 %. В результате не выявленные и прогнозные ресурсы золота по данной модели для объектов крупностью более 1 т составляют в настоящее время примерно 79 тыс. т. В то же время, по данным зарубежных источников последних лет, прогнозные ресурсы золота мира уже превысили эту величину и, по данным сборника «Минеральные ресурсы мира» («Золото», по состоянию на 01.01.1997 г.), колеблются в пределах 105—180 тыс. т.

Приведенные выше сведения, а также превышение количества фактически выявленных объектов определенных классов крупности по сравнению с данными модели, значительное превышение ведущим объектом-суперлидером (рудное поле Витватерсранд) своей «модельной» величины (18 тыс. т) и другие факты свидетельствуют о существенном исчерпании ресурсов золота, определяемых данной моделью, и о необходимости перехода на другую — с более высокими количественными показателями ресурсов и более низким качеством сырья.

Согласно второй модели (ресурсы которой будут в основном реализованы примерно к 2050 г.), общий мировой потенциал ресурсов рудного и россыпного золота практически удвоится и составит примерно 760 тыс. т. Изменится и распределение количества рудных объектов. Так, объектов с ресурсами золота более 1 т станет 52 000, более 10 т — 5200, более 100 т — 520, более 1000 т — 53, более 10 000 т — 5. Распределение ресурсов золота по указанным классам составит, тыс. т: более 1 т — 570, более 10 т — 450, более 100 т — 330, более 1000 т — 210, более 10 000 т — 90. Сто наиболее крупных рудных полей мира будут иметь ресурсы более 580 т каждое, а десять из них — более 5 800 т.

По данным этой модели, при том же погашении золота в недрах (160 тыс. т) промыш-

ленная реализация металлогенического потенциала золота мира уже составляет 21 %, а с учетом подтвержденных ресурсов — 25,1 %. Для объектов более 1 т она соответственно равна 24,6 и 33,5 %. Существенно вырастут и прогнозные ресурсы — с 79 до 379 тыс. т. По данным Аэрогеологии, прогнозные ресурсы золота (105—180 тыс. т) превышают таковые по первой модели (79 тыс. т) в 1,3—2,3 раза и составляют лишь 28—47 % от их значений по второй (379 тыс. т), что в общем показывает хорошую согласованность приводимых данных.

Переход отдельных золоторудных провинций к ресурсам, соответствующим второй модели, идет неравномерно: одни уже приближаются к ее показателям (Витватерсранд, Западная Австралия), другие еще не исчерпали ресурсов предыдущей.

В ближайшие десятилетия можно ожидать новый цикл открытий золоторудных объектов различного ранга, в том числе крупных и уникальных рудных полей с ресурсами от 100 до 18 000 т за счет интенсификации поисков как в новых регионах — Латинская Америка (Бразилия, Эквадор, Чили), Африка (Зимбабве), Азия (Китай), так и в пределах хорошо изученных территорий преимущественно на больших глубинах — США (Карлинский тренд), Канада (провинция Кивантин), Россия (Южный Урал) и т. д.

Существенный прирост запасов будет получен и за счет доразведки известных рудных полей, а также глубоких горизонтов и флангов эксплуатируемых и разведываемых месторождений различного масштаба с возможным удвоением их ресурсов и переходом в следующий более высокий класс крупности.

Таким образом, несмотря на ожидаемые в 1995—2025 гг. темпы роста добычи золота, в конце этого и начале следующего столетия никакого истощения или сокращения общих ресурсов золота не произойдет, особенно если будет открыт путь новым идеям в области металлогении золота, в том числе установлению типовых пространственных закономерностей размещения рудных объектов различного ранга, а также основанным на них новым технологиям поисков месторождений, в том числе с использованием количественных пространственных и информационных моделей систем рудных месторождений.

Естественно, что качество разведываемых запасов будет постепенно снижаться, а усложнение условий их поисков приведет к существенному удорожанию работ. Последнее может быть частично устранено за счет поиска и разведки в основном наиболее богатых участков рудных провинций типа «трендов» или «семейств объектов-лидеров» (содержащих при ограниченных площадях примерно 76 % их ресурсов золота), а также крупных рудных узлов.

В связи с вышесказанным целесообразны систематические исследования металлогенического потенциала и структуры ресурсов золота не только по миру в целом, но и отдельным регионам и провинциям, в том числе и России. Материалы этих исследований, реализованные в компьютерные базы данных, должны стать основой для экономической оценки ресурсов золота рудных провинций и выбора направлений геолого-разведочных работ.

ГЛУБОКОВОДНЫЕ ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МИРОВОГО ОКЕАНА: ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ И ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ В МЕТАЛЛООБЕСПЕЧЕНИИ МИРА В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XXI ВЕКА

Е.Н. Былинский, Б.Д. Углов (ЦНИГРИ МПР России)

Среди твердых полезных ископаемых (ТПИ) глубоководных частей Мирового океана наиболее важны кобальтомарганцевые корки (КМК), железомарганцевые конкреции (ЖМК), глубоководные колчеданные руды (ГКР), которые известны также, как глубоководные полиметаллические сульфиды, и фосфориты. Каждый из этих видов ТПИ существенно отличается от аналогов, добываемых на суше, залегает в специфических условиях океанского дна и поэтому, несомненно, является новым нетрадиционным типом минерального сырья.

Проведенный в ЦНИГРИ анализ показал, что наибольшими ресурсами этих видов

ТПИ в зонах особых экономических интересов некоторых основных стран (США, Франция, Россия, Япония, КНР и Индия) и в интенсивно исследуемых участках Международного района морского дна обладают США (50 % от общей стоимости ресурсов основных стран) и Франция (около 21 %). Меньшим объемом ресурсов располагают Россия и Япония (12 и 10 % от стоимости ресурсов); в КНР и Индии примерно по 3 % от общей стоимости природных ресурсов морского дна упомянутых шести основных стран. Кроме названных стран, значительные по объему исследования ТПИ провел и ряд других государств — Южная Корея, Германия, Великобритания и Канада.

В последнее время почти все эти страны усиленно готовятся к началу добычи морских ТПИ. Так, Южная Корея приняла к исполнению большую комплексную программу на 15 лет (с 1995 по 2010 гг.), в результате осуществления которой она в тесном взаимодействии с США рассчитывает начать добычу ЖМК в районе островов Кука (Тихий океан, экономическая зона Новой Зеландии). Энергичные меры по аналогичной подготовке принимают Япония, Франция и другие страны. Все это позволяет спрогнозировать возможный ход добычи КМК, ЖМК, ГКР и фосфоритов до 2050 г. При этом в связи с существенным сокращением Россией поисково-разведочных работ в Мировом океане в последние годы и реальной возможностью сохранения этой тенденции в дальнейшем для России приходится рассматривать два сценария: оптимистический и пессимистический. В случае восстановления интенсивности исследований ТПИ Мирового океана, которой они отличались в 70-е и 80-е годы, Россия сможет добывать ТПИ примерно в 2020 г., следуя за США, Южной Кореей и Францией, но опережая ряд других стран. Если же тенденция к сокращению работ в Мировом океане сохранится, то к этому сроку можно ожидать потерю нами прав на получение участка для добычи КМК и фосфоритов в Западном секторе Северной приэкваториальной зоны Тихого океана, к 2030 г. — потерю прав на участок ЖМК в зоне Кларифон-Клиппертон, а к 2040 г. — потерю прав на получение участка для добычи ГКР в Северной Атлантике. При этом следует учесть, что в своей экономической зоне Россия сколько-нибудь значительных скоплений океанских ТПИ не имеет.

Прогноз добычи металлов, содержащихся в океанских ТПИ, в соотношении с ростом общей добычи металлов в мире основывается на работах исследователей ГНПП «Аэрогеология» «Минеральные ресурсы на начало 1996 года» (1997) и А.И. Кривцова «Зарубежная минерально-сырьевая база на рубеже веков» (1998). В последней сделан важный вывод о том, что добычу большинства ТПИ в будущем будут определять рост населения и увеличение его потребности в топливно-энергетическом сырье. Используя прогноз роста добычи ТПИ от 1995 г. к 2025 г., данный А.И. Кривцовым для развитых и развивающихся стран, можно спрогнозировать объемы добычи металлов, а также фосфоритов в океанах на 2010, 2020, 2030, 2040 и 2050 гг. Особенно значительным ожидается объем добычи кобальта, который уже на рубеже 2010—2020 гг. может достигнуть мировой потребности в этом металле. К 2030 г. можно ожидать, что океанская добыча никеля составит 21 % от его общей потребности, а добыча марганцевых руд 38 % от мировой потребности. Доля добычи других металлов из океанских ТПИ (медь, цинк, свинец, платина), а также фосфоритов составит, по-видимому, первые проценты от их мировой потребности.

Данный прогноз указывает на исключительную важность для России интенсивной подготовки к освоению минеральных ресурсов Мирового океана в целях укрепления своей минерально-сырьевой независимости.

АЛМАЗО-БРИЛЛИАНТОВЫЙ КОМПЛЕКС РОССИИ И МИРА — СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

В.И. Ваганов, Ю.К. Голубев (ЦНИГРИ МПР России), И.Я. Богатых (МПР России)

Среднегодовые темпы наращивания добычи алмазов в мире за 1985—1997 гг. составили 4,2 %, прироста их запасов — 4,5—5 %, показатель воспроизводства погашенных запасов их приростом равен 1,1—1,2. Общие запасы алмазов за рубежом (25 стран) оцениваются более чем в 1,6 млрд. карат; наибольшими запасами обладают Ботсвана, Австралия, Гвинея, Ангола, ЮАР, Заир и Канада (более 95 % суммарных запасов без России). В 16-ти крупнейших месторождениях и алмазоносных районах сосредоточено 57 % запасов. Эти запасы обеспечивают достигнутый уровень добычи примерно на 20 лет при весьма значительных колебаниях по странам. Данные ретроспективного анализа, высокий уровень прогнозных ресурсов, недавние открытия в Канаде и некоторых других странах позволяют считать МСБ алмазов мира устойчивой и надежной.

Монопольное положение в торговле сырыми алмазами занимает ЦСО, контролирующая около 80 % общего объема реализации алмазов на мировом рынке. Эта монополия стабилизирует и стимулирует рынок алмазов, за последние 60 лет цены на них достаточно постоянно росли.

Крупнейшими центрами производства бриллиантов являются Бомбей, Тель-Авив, Нью-Йорк, Москва, Смоленск, Антверпен; второстепенные центры огранки возникли в Таиланде, Китае, Малайзии, Вьетнаме. Всего производится бриллиантов на 10—12 млрд. дол. США в год. Мировое потребление ювелирных изделий с бриллиантами за последние 25 лет выросло с 5 до 50 млрд. дол. США в год; среди потребителей лидируют Япония и США.

В целом мировой алмазо-бриллиантовый комплекс (АБК) описывается формулой «8-12-50». Она отражает оборот в главных секторах алмазного рынка в млрд. дол. США в год: «8» — сырые природные алмазы, «12» — оптовая торговля неоправленными бриллиантами, «50» — оборот ювелирных изделий с бриллиантами.

В РФ все месторождения с учтенными запасами алмазов (49) сосредоточены в трех алмазоносных провинциях: Республике Саха (Якутии), Пермской и Архангельской областях. Почти все балансовые запасы (81,6 % категорий А+В+С₁) и добыча алмазов (99,8 %) сконцентрированы в Якутии. Месторождения с учтенными запасами характеризуются высокой степенью разведанности и промышленного освоения.

Сумма прогнозных ресурсов категорий Р₁+Р₂ примерно эквивалентна запасам одного крупного коренного месторождения; ресурсы категории Р₃ сопоставимы с таковыми во всем остальном мире и свидетельствуют о высокой перспективности многих регионов РФ на обнаружение новых месторождений.

Добыча алмазов в РФ составляет примерно 21 % от мировой. Темпы прироста запасов составили около 4,2 % при показателе компенсации добычи общими запасами 1,1 (0,8 по активным запасам). С 1992 г. ситуация принципиально изменилась — добыча уже не компенсируется суммарными приростами запасов.

Алмазо-бриллиантовый комплекс РФ имеет четко выраженную экспортную направленность — большинство добываемых алмазов реализуется через канал ЦСО в рамках соглашений (долгосрочных или в последнее время кратковременных) с компанией Де Бирс. В 1995 г. объем продаж через ЦСО составил около 11 млн. карат (1200 млн. дол. США). Стоимость произведенных в этом же году в России бриллиантов составила 1 млрд. дол. США; по оценкам экспертов российская гранильная промышленность способна переработать около 6—8 млн. карат алмазов в год общей стоимостью до 2,5 млрд. дол. США. Внутренний рынок потребления бриллиантов и ювелирных изделий с ними предельно мал и составляет всего 0,22 % от мирового. В отличие от мирового АБК ситуация в отечественном описывается формулой «1,4-0,7-0,1».

До 2010 г. мировой алмазный рынок будет развиваться под воздействием двух основных тенденций: возникновения дефицита предложения технических алмазов около 25—30 млн. карат в год; баланса спроса и предложения ювелирных алмазов или же превышения предложения над спросом порядка 3—5 млн. карат в год, причем это превышение будет обусловлено Россией, способной увеличить добычу алмазов минимум на 30 %. Обе тенденции базируются на уже известных в настоящее время запасах алмазов, и их реализация не требует открытия новых крупных месторождений.

Стратегическая задача АБК России — ограничение экспорта алмазного сырья и максимальное увеличение мощности гранильной промышленности с прямой реализацией бриллиантов и ювелирных изделий из них на внешнем и внутреннем рынках.

Ни Россия, ни Де Бирс не имеют возможности резко увеличить суммарное предложение алмазов на мировом рынке. Предложение и спрос останутся в целом сбалансированными, следовательно, достаточно стабильными будут цены и суммарная прибыль. Речь идет о перераспределении прибыли между странами-участницами в результате структурной перестройки мирового рынка, прежде всего в сфере торгово-закупочной и торгово-посреднической деятельности, и здесь наличие мощной МСБ является важнейшим фактором, позволяющим обеспечить необходимые структурные изменения мирового алмазного рынка в пользу владельца этой МСБ (даже если часть месторождений не отрабатывается, а используется в качестве «пугала»).

Ведущие алмазодобывающие компании мира постоянно увеличивают ассигнования на геолого-разведочные работы (5—8 % от стоимости добытых алмазов, Де Бирс — 7 %). До 1991 г. такая тенденция была присуща и алмазной отрасли России, затем произошло обвальное сокращение финансирования ГРР. В целом по РФ затраты на ГРР не превышают 1,5 % от стоимости добываемых алмазов.

При реализации уже известных запасов из-за их низкого качества алмазодобывающая отрасль РФ неизбежно существенно ухудшит свои экономические показатели даже при сохранении (или увеличении) достигнутого уровня алмазодобычи, поэтому первостепенное значение имеет открытие новых богатых месторождений с высококачественными алмазами в районах с развитой инфраструктурой и относительно дешевой рабочей силой (европейская часть РФ, Иркутская область и Красноярский край).

Усиление ГРР на алмазы — приоритетная задача федерального уровня, позволяющая обеспечить развитие МСБ алмазов России и ее АБК в целом.

КОНЪЮНКТУРА МИРОВОГО РЫНКА ТЕХНИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ — ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИИ

В.И. Ваганов (ЦНИГРИ МПР России), О.Н. Симонов (Таймыргеолком МПР России)

Технический уровень индустриально развитых стран, по крайней мере, на одну четверть определяется объемом и структурой потребления природных технических (кимберлитовых и лампроитовых) алмазов (КА) и синтетических алмазов (СА).

Минерально-сырьевая база алмазов мира в целом надежна и устойчива, однако в области производства технических алмазов в ближайшей перспективе ожидаются серьезные изменения. На руднике Аргайл (Австралия) производство к 2005 г. сократится на 25—30 млн. карат за счет технических алмазов, что будет лишь в незначительной степени компенсировано открытием новых месторождений в Канаде и Анголе.

С 1979 г. удельный вес СА в общем потреблении технических алмазов за рубежом стабилизировался на уровне около 80 % и составил в 1990 г. (без СССР) 215 млн. карат; ожидается, что к 2000 г. эта цифра возрастет до 320—390 млн. карат. Половина производимых за рубежом СА относится к высокопрочным и термостойким сортам, которые используются в инструментах при работе в условиях больших нагрузок и температур (камнеобработка, стройиндустрия, бурение).

На мировом рынке спрос на технические алмазы в ближайшее десятилетие останется стабильным и будет возрастать в среднем на 5—6 % в год, стабильным останется и соотношение потребляемых КА и СА (20—80 %), что в сочетании с сокращением добычи природных технических алмазов приведет в 2005 г. к их дефициту около 25 млн. карат.

В СССР в 1990 г. производство СА превысило общемировой уровень, но вследствие принятой технологии синтеза только 5—7 % алмазов относились к числу высококачественных. Расположенные в РФ предприятия выпускали лишь 2,5 % суммарного производства, причем алмазные порошки только низкой прочности и поликристаллы. В последние годы производство СА в России несколько возросло, однако доля высококачественных марок не превышает 15 %.

Россия как развитая страна должна производить и потреблять около 20 млн. карат КА и 80 млн. карат СА в год, причем половина последних должна относиться к высококачественным сортам. Для КА такая величина обеспечивается текущим уровнем добычи, однако существующая технология синтеза не может дать существенного прироста высококачественных СА.

Таким образом, на внешнем и внутреннем рынках технических алмазов в ближайшие 5—7 лет возникнет незаполненная ниша объемом 60—70 млн. карат в год. Проблема заключается в том, может ли Россия заполнить эту нишу?

Россия имеет на северо-востоке Анабарского массива уникальное месторождение чисто технических алмазов — Попигайскую структуру диаметром около 80 км, образование которой связано с воздействием сверхмощных ударных волн (импактогенезом). Все породы алмазоносны, участками содержания алмазов намного превышают таковые для кимберлитов, запасы практически не ограничены. Импактные алмазы (ИА) резко отличаются по многим свойствам от кимберлитовых; основная размерность извлекаемых из коренных пород ИА 63—250 мкм. Результаты предварительных испытаний показали, что инструменты на основе ИА и порошки из них по работоспособности находятся на уровне (а в ряде случаев эффективнее в 1,5—2 раза) аналогичных изделий из КА и СА. В последнее время в пределах Попигайской структуры обнаружены россыпи аллювиального и делювиально-пролювиального типов, причем в последних содержание алмазов иногда выше, чем в коренных породах. Средний размер алмазов существенно больше, что заметно расширяет диапазон возможного использования россыпных ИА в промышленности.

В целом в настоящее время создается уникальная ситуация (которая может и не повториться), когда в результате изменения конъюнктуры внешнего и внутреннего рынков технических алмазов Россия может занять в этой области лидирующее положение, прежде всего за счет уникального Попигайского месторождения.

СОСТОЯНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН И ВОЗМОЖНЫЕ СЦЕНАРИИ ЕЕ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДО 2025 ГОДА

С.С. Вартанян, Л.Ф. Мызенкова, И.А. Августинчик (ЦНИГРИ МПР России)

Концепция интенсивного и сбалансированного развития МСБ России, базирующаяся на созданном высоком минерально-сырьевом потенциале, должна учитывать состояние МСБ зарубежных стран и оценку возможного ее развития в начале следующего столетия.

На основе ретроспективного анализа за двадцатилетний период дано заключение о состоянии и тенденциях развития МСБ благородных (золото, серебро) и цветных (медь, свинец, цинк, никель) металлов зарубежных стран по основным показателям МСБ: запасы, производство, потребление, цена, добыча и прирост запасов, обеспеченность добычи запасами и др. Исходя из этого, а также из существующей и прогнозируемой

конъюнктуры мирового рынка благородных и цветных металлов, рассчитаны ожидаемые среднегодовые темпы роста их производства в мире на перспективу до 2025 г. в %: Au 1,6, Ag 2,2, Cu 2,3, Ni 1,5, Pb 0,5, Zn 2,5.

При прогнозе возможных сценариев использования и развития МСБ цветных и благородных металлов мира до 2025 г. учитывались следующие факторы:

дополнительный объем производства металла, планируемый к 2025 г. при реализации горно-рудных проектов в течение 1995—2025 гг. Ожидаемый рост производства благородных и цветных металлов получен прямым расчетом через планируемую годовую производительность строящихся или расширяющихся рудников (без учета выбывающих действующих мощностей). Таким образом были получены среднегодовые темпы роста производства на перспективу в %: Au 5,1, Ag 3,3, Cu 5,9, Ni 3, Pb 3, Zn 3;

металлоемкость (М) добычи топливно-энергетического сырья (ТЭС) (идея и методика предложены А.И. Кривцовым) (таблица).

Прогнозируемые среднегодовые темпы роста производства металлов, %

По темпам роста М за годы	Au	Ag	Cu	Ni	Pb	Zn
При 2 % росте добычи ТЭС						
1990—1995	1,0	2,1	0,9	1,9	2,6	2,2
1970—1995	1,0	2,5	0,7	2,3	4,6	2,7
При 3 % росте добычи ТЭС						
1990—1995	1,8	3,2	1,7	2,9	3,7	3,3
1970—1995	1,8	3,5	1,4	3,4	6,1	3,8

В результате получены различные прогнозные оценки перспектив развития производства золота, серебра, меди, свинца, цинка и никеля к 2000 и 2025 гг. После сопоставления сценариев и соответствующих их показателей, с учетом существующей конъюнктуры мирового рынка, была дана авторская экспертная оценка возможного сценария использования и развития МСБ благородных и цветных металлов.

Кроме того, на основе показателей зарубежных горно-рудных проектов, реализуемых в период с 1995 по 2025 гг., сделан ряд дополнительных заключений по некоторым аспектам развития и освоения МСБ цветных и благородных металлов: направления (страны) инвестирования (например, страны Латинской Америки, Юго-Восточной Азии и Океании) и объемы их ассигнований, позволяющие через приведенные показатели (капиталовложения на 1 т руды и металла и др.) оценить возможности освоения других объектов и их ликвидность в иных странах, в том числе и в Российской Федерации. Это особенно важно, поскольку обеспеченность производства подтвержденными запасами (по состоянию на 01.01.1997 г.) цветных и благородных металлов в развитых капиталистических и развивающихся странах мира разная. И если для меди, никеля, свинца, цинка и серебра проблем с обеспечением разведанными запасами, с существующей и прогнозируемой добычей до 2025 г., по-видимому, не возникнет, то исходные подтвержденные запасы золота (без учета ЮАР) будут погашены до 2010 г. Это обстоятельство вынудит ведущие горно-рудные компании мира продолжать направлять свои инвестиции для получения приростов в третьих странах, в том числе в Российской Федерации. Поэтому инвестиционная привлекательность МСБ золота России должна сочетаться еще и с инвестиционной привлекательностью политики правительства по привлечению иностранных компаний в свою горно-добывающую промышленность (снижение налогов, таможенных сборов и др.).

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

**Ю.В. Васюта, Н.М. Заири (ЦНИГРИ МПР России), Л.Л. Ляшенко
(КУБАНЬГЕОЛОГИЯ)**

Проведен цикл экспериментальных исследований по выявлению сорбционной активности Mn-содержащих руд в целях определения возможности их использования для нейтрализации металлов I, II и III групп токсичности в сточных водах. Для решения поставленной задачи созданы искусственные смеси, химический состав которых максимально приближен к техногенным водным смесям. Сорбционная активность изучалась на двух типах растворов: моно- и поликомпонентные системы. Результаты экспериментов показали, что сорбция таких элементов, как Ni, Cr, Co, Cu, Zn, Pb, Cd, Sr и Ba, достаточно высока и варьирует от 76,2 до 99,7 %.

Экспериментальным путем также определено время полного насыщения сорбента. Установлено, что без предварительной обработки 1 т Mn-содержащей некондиционной руды может очистить 10^6 т загрязненной воды, содержащей токсичные элементы с превышениями ПДК до 4 порядков.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЗОЛОТА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СТА КРУПНЕЙШИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МИРА

Б.Я. Вихтер (ЦНИГРИ МПР России)

По оценкам различных исследователей в мире известно от 1500 до 2500 коренных месторождений золота с запасами от 1 т и более каждое. Помимо уникального золотоносного бассейна Витватерсранд в ЮАР, запасы и добытое золото которого в сумме составляют примерно 70 тыс. т, все остальные выявленные коренные месторождения содержат около 100 тыс. т Au. Из них 100 крупнейших месторождений, по нашей оценке, заключают 45—47 тыс. т Au. Приведенные ниже результаты их анализа, по-видимому, могут быть распространены на всю современную МСБ рудного золота мира.

Сто крупнейших золотых месторождений мира имеют запасы от 150 т и более каждое. Из них не менее 10 содержат (или содержали) 1000 т и более, примерно 22 месторождения — от 1000 до 500 т, около 40 — от 500 до 200 т.

В число крупнейших по запасам золота входят как собственно золоторудные, так и комплексные золотосодержащие месторождения. Среди первых можно выделить две промышленно-генетические группы — близповерхностные (или эпитермальные) и глубинные (или мезогипотермальные). Каждая из групп включает месторождения существенно жильных, жильно-прожилковых и вкрапленных руд. Нередко вкрапленные и жильно-прожилковые руды совмещены в пределах одного месторождения, но чаще один из типов руд преобладает. В числе 100 крупнейших месторождений насчитывается 31 комплексное золотосодержащее с суммарными запасами 11—12 тыс. т Au, т.е. примерно 25 % от суммы всех запасов крупнейших месторождений. Среди комплексных месторождений доминируют представители трех промышленно-генетических групп: медно-(молибден)-порфировые, колчеданные и расслоенных мафит-ультрамафитовых комплексов. Наблюдается тенденция увеличения роли комплексных месторождений и доли запасов золота в них в общей сумме мировых запасов золота. Так, за последние 40 лет открыто 19 комплексных золотосодержащих месторождений из 31 (60 %), тогда как из 69 собственно золоторудных за этот же срок открыто 27 (40 %). Среди последних — 12 эпитермальных и 15 мезогипотермальных, 17 месторождений с существенно прожилково-вкрапленными рудами и 10 существенно жильных.

Запасы золота 100 крупнейших месторождений по возрасту распределяются следующим образом, тыс. т: архей — 10,5—11,5; протерозой — 8—9; палеозой — 9,5—10; мезозой — 6,5—7; кайнозой — 9—10,5. Учитывая уменьшающуюся продолжительность в абсолютном летоисчислении каждой более молодой эры относительно предшествующей, можно уверенно констатировать возрастающую интенсивность рудообразующих процессов для золотых руд в истории Земли.

Представляется, что в ближайшие десятилетия МСБ золота будет в большей мере, чем ранее, пополняться за счет открытия: 1) новых и изучения ранее выявленных комплексных месторождений; 2) как собственно золотых, так и комплексных золотосодержащих месторождений в молодых геоструктурах Земли и областях тектономагматической активизации древних геоструктур; 3) месторождений новых типов руд, в том числе с тонким и рассеянным золотом.

С учетом выявленных тенденций в ряде случаев требуется переоценка золотого потенциала некоторых провинций, в частности включающих эвгеосинклинальные зоны. Например, Уральская провинция обычно не упоминается в качестве крупной золотоносной. За все время здесь добыто около 800 т россыпного и 480 т рудного золота; разведанные и подтвержденные запасы рудного и россыпного золота составляют около 400 т. Однако добытые, разведанные и подтвержденные запасы золота только в колчеданных месторождениях составляют не менее 1000 т. Огромные массы расслоенных мафит-ультрамафитов Уральского платиноносного пояса на золото изучены слабо, хотя только в Свердловской области известно несколько десятков золото-платиновых проявлений с содержанием до 5—7 г/т золота. Появились данные о содержании до 5 г/т золота в углеродистых терригенных комплексах, обрамляющих ультрабазитовые массивы. Все это позволяет оценивать потенциал Урала на золото как близкий к потенциалу ведущих золотоносных провинций мира (примерно 3,5 тыс. т на Урале, 5 тыс. т в провинции Сьюперииор в Канаде, 4 тыс. т в провинции Западно-Австралийского щита и т. п.).

ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТО-ОЛОВЯННЫХ И ЗОЛОТО-ВОЛЬФРАМОВЫХ РУДНЫХ УЗЛОВ ЧУКОТКИ

А.В. Волков, А.А. Сидоров (ИГЕМ РАН)

Металлогеническую специфику Чукотки определяют рудные узлы, в пределах которых нетрадиционно совмещены рудные поля, месторождения и рудопроявления золота, олова, серебра, вольфрама, сурьмы, ртути, свинца, цинка, относящиеся к различным рудным формациям. В этих рудных узлах выявлены также месторождения с комплексной золото-олово-серебряной, олово-серебро-полиметаллической, золото-сурьмяной и золото-вольфрам-сурьмяной минерализацией, принадлежащие к жильному, вкрапленному и штокверковому морфологическим типам оруденения. Особый интерес представляют полихронные месторождения, минеральные ассоциации которых отражают состав рудно-формационного ряда, рудного комплекса данного узла (Майского, Экутского и др.). Очевидно, что рудные узлы Чукотки сформировались в результате пространственного совмещения разновозрастных, многоэтапных и одноэтапных месторождений, образовавшихся в различных глубинных условиях и в единых рудоносных структурах.

Основная часть нового фактического материала, позволяющего существенно расширить представления об условиях формирования рудных узлов Чукотки, получена нами сравнительно недавно при изучении зон тектономагматической активизации (ТМА). В мезозойских складчатых структурах Чукотки ТМА проявляется в формировании поясов даек, малых гипабиссальных интрузий, вулканических покровов, субвулканических тел, рудоносных интрузивно-купольных структур, в интенсивном разломообразовании и изменении плана складчатых деформаций. Эти преобразования происходят в зонах глубинных разломов, занимающих согласное или поперечное положение по отношению к мезозойской складчатости и орогенным структурам, т.е. в зонах ТМА. Данные зоны

являются структурами особого типа, развивающимися в мезозоидах в тесной связи с аккреционными процессами и становлением окраинно-континентальных постааккреционных вулканогенных поясов.

В результате проведенных исследований установлено, что узловая металлогения Чукотки связана с развитием в мезозоидах рудоносных интрузивно-купольных структур (ИКС). Становление ИКС связано с вертикальными движениями, возникающими при внедрении интрузивного массива в пологозалегающие черносланцевые толщи. Таким образом, линейные зоны ТМА с ИКС формируются в районах развития пологих складчатых дислокаций (Паляваамской и Раучаунской зонах Чукотской складчатой системы), несогласно перекрывающихся вулканогенными отложениями. В региональном плане ИКС перивулканической зоны располагаются в пределах полосы шириной 100 км, обрамляющей вулканогенные отложения Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП), где наиболее интенсивно проявились процессы ТМА.

Рудоносные ИКС Чукотского складчатого пояса по строению и металлогении сходны с аналогичными структурами провинции Бассейнов и Хребтов США (Уиссер, 1964), Хабаровского края и Приморья (И.Н. Томсон, 1988), Южной Якутии (Е.М. Некрасов, 1990). По геофизическим данным, зона развития ИКС располагается над поднятиями гранитизированного фундамента мезозойского. Интрузивно-купольные структуры формируются в узлах пересечения региональных северо-западных и северо-восточных синвулканических разломов и дискордантны по отношению к мезозойской складчатости. Они характеризуются развитием зон динамометаморфизма с высокотемпературной проработкой пород и повышенным фоном радиоактивных элементов. В их пределах либо вскрыты, либо устанавливаются на глубине, по геофизическим данным и находкам ксенолитов в дайках, гранитоидные массивы. Интрузивно-купольные структуры зон ТМА связаны с небольшими гранитоидными массивами гранодиорит-гранитной формации ранне-позднемиоценового комплекса (абсолютный возраст 100—90 млн. лет, по Загужиной, 1977). Исследованиями М.Л. Гельмана и др. (1971) доказана тесная парагенетическая связь этих интрузий с вулканическими процессами ОЧВП. Обязательный элемент подобных узлов — обильное проявление даек кислого, основного и среднего составов. По геологическим особенностям выделяются три различных типа ИКС: приразломный, инверсионный и сателлитный. В зонах пологих складчатых деформаций диагональное положение по отношению к основным складчатым структурам и северо-западным складчатым разломам занимают синвулканические магмоподводящие глубинные разломы северо-восточного и субмеридионального простирания (дискордантные зоны ТМА), контролирующее размещение рудоносных ИКС. Среди северо-восточных зон ТМА выявлено 16 ИКС. Преимущественно распространены ИКС приразломного типа. Установлены две сателлитные ИКС (Экугская и Кукенейская) и одна инверсионная (Паляваамская).

Приразломные ИКС формируются при внедрении интрузивного массива в центральные части брахисинклинальных складок по зонам синвулканических глубинных разломов. Для них характерны почти правильная округлая или овальная форма выхода на поверхность, незначительное развитие дайковых полей, отсутствие дочерних куполов. К приразломным ИКС обычно приурочены одиночные рудные поля и месторождения. Карпунгская и Матенвунайская зоны ТМА Паляваамской складчатой зоны трассируются цепочками приразломных ИКС.

Инверсионные ИКС имеют глубинное блоковое строение. На современном уровне эрозионного среза они представляют собой своеобразные вулканокупольные структуры, в центре которых располагаются интрузивные массивы, окруженные останцами вулканических покровов, выполняющих реликты кальдер и просядок, неками и экструзивными телами, полями даек. Центральные массивы имеют округлую или удлиненную подошвообразную форму и вытянуты вдоль синвулканических разломов зоны ТМА, наследующих глубинные разломы фундамента мезозойского. Последние проявляются в ступенчатых изменениях гравитационного поля и вмещают ртутное и сурьмяно-ртутное

оруденение. Массивам гранитоидов свойственно сложное многофазное строение. Они часто состоят из ряда слившихся друг с другом на поверхности штоков, имеющих изолированные корни, фиксирующие основной магмоподводящий разлом. Инверсионным ИКС обычно соответствуют рудные узлы, состоящие из нескольких рудных полей с различными формационными типами оруденения. Основную роль в локализации оруденения играют синвулканические разломы зоны ТМА.

Наиболее продуктивны сателлитные ИКС, с которыми связаны крупные комплексные месторождения. Анализ закономерностей регионального размещения месторождений и рудопроявлений в тектонических, геофизических и геохимических полях на примере Майской, Эльвенойской, Экутской сателлитных ИКС показал, что они структурно связаны между собой в пределах своеобразной релаксационной зоны повышенной тектонической активности, сопровождающей становление интрузивных массивов. Зона релаксации отчетливо дешифрируется на аэрофотоснимках, фиксируется гравитационной аномалией и геохимическим полем мышьяка и золота. В этой зоне практически все разрывные нарушения содержат арсенопирит-пиритовую сульфидную вкрапленную минерализацию, в которой отмечается 0,5—5 г/т золота. Для релаксационной зоны характерно развитие локальных рудовмещающих куполов, приуроченных к узлам пересечения крупных разломов. В этих дочерних (сателлитных) купольных структурах локализуются многочисленные месторождения и рудопроявления золото-сульфидной вкрапленной, золото-серебряной, золото-кварцевой, золото-сурьмяной, золото-редкометальной, касситерит-сульфидной, касситерит-кварцевой, олово-полиметаллической вкрапленной, вольфрамит-кварцевой формаций. Сравнительное изучение проявлений различных рудных формаций в сателлитных ИКС показывает, что им свойственно развитие сходных минералого-геохимических ассоциаций. В сателлитных ИКС выявлена своеобразная рудная зональность: по мере приближения к интрузиву эпitherмальное золото-серебряное оруденение сменяется мезотермальным золото-сульфидным вкрапленным и серебро-полиметаллическим, а в непосредственной близости к массиву располагаются более глубокие касситерит-сульфидные, касситерит-кварцевые и вольфрамит-кварцевые рудные тела.

Совмещение разных типов оруденения широко проявлено в рудоносных ИКС Чукотки и играет ведущую роль в формировании крупных и уникальных полихронных, комплексных месторождений. Совмещение разных типов оруденения происходит главным образом в результате наложения и регенерационного замещения разновозрастных минеральных комплексов, относящихся к различным этапам процесса рудообразования. На ранних этапах процесса активизации рудовмещающие структуры развивались в условиях преимущественного сжатия верхних горизонтов земной коры, благоприятных для образования вкрапленного оруденения, а на поздних — в условиях преимущественного растяжения, благоприятных для локализации жильного оруденения. Тесная связь комплексного оруденения рассматриваемых рудоносных ИКС как с ранним, так и с заключительным этапом тектономагматической эволюции мезозойских складчатых структур свидетельствует о полихронности и последовательности развития источников рудного вещества.

На основании полученных результатов разработана прогнозно-поисковая модель крупных и уникальных комплексных месторождений золота, олова и вольфрама в рудоносных ИКС, представляющая собой систему региональных мелкомасштабных, среднемасштабных и локальных критериев прогнозирования рудных узлов, полей и месторождений.

NiCoTin — ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НИКЕЛЯ, МЕДИ И ОЛОВА (МЕЛКИХ И СРЕДНИХ ПО ЗАПАСАМ)

К.И. Володин, Р.Н. Максакова (ВИЭМС МПР России)

Двуязычная система (русский, английский) представляет собой информационный продукт типа географической информационной системы, реализованный на IBM PC AT (Windows). Содержит ряд слоев информации: административные единицы Российской Федерации и сопредельных государств, гидросеть, железные и основные шоссейные дороги, месторождения полезных ископаемых. Слои могут быть наложены друг на друга в порядке, выбранном пользователем. Система позволяет вести поиск месторождений по легенде, координатам и другим реквизитам. Осуществляются изменение масштаба изображения (карты), получение твердых копий карт, текстовой и фактографической информации об объектах карты на различных принтерах. Сервисные функции: информация о масштабах исходной карты и результатах увеличения масштабов отдельных участков, предоставление пользователю координат любых точек карты, вызов названий месторождений, населенных пунктов и рек, определение расстояний между любыми заданными точками на карте, изменение цвета изображений объектов карты (границ, точек, наименований).

Геологическая информация в настоящее время включает данные по 38 месторождениям никеля, 53 — меди и 46 — олова. Месторождения никеля представлены двумя генетическими типами: сульфидным медно-никелевым — 8 объектов и силикатных кор выветривания — 30 объектов. Среди месторождений меди 37 медноколчеданные, 8 медно-порфировые, 6 медистых песчаников и 2 жильные кварц-сульфидные. Месторождения олова относятся к следующим генетическим типам: апоскарновый — 3, грейзеновый — 6, кварцевый (с касситеритом и вольфрамитом, с сульфидами и т. д.) — 7, кварцевый и силикатный — 2, силикатный (турмалиновый) — 13, силикатный (хлоритовый) с сульфидами — 6, сульфидный — 6.

Каждое из месторождений охарактеризовано по 15 признакам: название месторождения, местоположение, географические координаты, основной и сопутствующие рудные компоненты, генетический тип, геологическое строение, степень изученности, типы руд, запасы по категориям разведанности, содержание полезных компонентов, глубина залегания рудных тел, возможные способы извлечения и обогащения с указанием годовой производительности рудника или карьера.

ДОБЫЧА ЗОЛОТА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ГЕОТЕХНОЛОГИИ

А.Е. Воробьев (МГГУ), Т.В. Чекушина (ИПКОН РАН)

Золото из руд может быть получено с применением методов физико-химической геотехнологии (кучного, шахтного или скважинного подземного выщелачивания). На практике опробовано пока только кучное выщелачивание этого металла, что объясняется высокой токсичностью и экологической вредностью используемой реагентной базы (преимущественно цианидной). Для получения золота методами шахтного и скважинного подземного выщелачивания целесообразны поиск и применение менее токсичных реагентов, обладающих экологически щадящим воздействием на окружающую среду.

Значительные перспективы имеются у композитов оксихлоридного класса. Во-первых, они функционируют как в кислой, так и в щелочной обстановках. Во-вторых, характеризуются (относительно цианидов) невысокой стоимостью и легкостью приготовления (например, в специальных электролизерах или химическим способом). В-третьих,

что наиболее важно, отличаются ярко выраженным экологически щадящим воздействием на окружающую среду, т. е. с течением времени при миграции за пределы обрабатываемого блока распадаются на соединения, содержащие NaCl.

Оксихлориды обладают селективным воздействием по отношению к золоту при сопоставимой с цианидами активности (80—85 % от цианидов). Для получения золота с использованием оксихлоридов требуется меньше специальных операций. Отходы (кеки и оборотные воды), образующиеся при указанной технологии, менее токсичны, чем цианидные, и легче подвергаются дальнейшей обработке.

В технологиях выщелачивания золота важным аспектом является обеспечение должной проницаемости перерабатываемого горного массива (его фильтрационные свойства), так как эффективность извлечения металлов различными растворителями связана с проницаемостью руд, а также с их способностью к смачиванию. Поэтому в методах физико-химической геотехнологии существенное значение имеют как достижение определенной проницаемости руд (взрыванием, дроблением, разрушением, гидро- или пневморасчленением и другими способами), так и проведение дешламации разрушенных руд (путем их отмывки, промывки или предварительным грохочением).

Для повышения эффективности процессов физико-химических геотехнологий золота необходимо осуществлять предварительное закисление минерального золотосодержащего сырья (руд, отходов, горной массы и т. д.), которое в зависимости от его вида (комплексные или упорные руды, содержащие технологически вредные примеси — As, Fe, Cu, Sn и др.) обеспечивается кислотной или щелочной обработкой. В результате происходит вывод технологически вредных примесей с закисляющими растворами или их предварительное окисление (преимущественно органического вещества).

ПРОГНОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЦВЕТНОЙ (МЕДЬ, ОЛОВО, СВИНЕЦ, ЦИНК) МЕТАЛЛУРГИИ РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.И. Воробьев (МПР России)

В общей оценке товарной стоимости недр России (запасы+ресурсы — 11,8 трлн. дол. США) руды цветных металлов составляют около 5 %, что близко к оцениваемой стоимости углеводородного сырья (газ — 8 %, нефть — 5 %).

В условиях равноправного вхождения России в мировую экономическую систему и глобализации минерально-сырьевых ресурсов состояние и перспективы использования МСБ производства меди, олова, свинца, цинка Российской Федерации являются предметом не только экономических, но и политических интересов. Мировая потребность (прогнозируемый спрос) на указанные металлы характеризуется стабильным повышением за пределами XX в.; они служат не только «хлебом» различных отраслей промышленности, но и представляют собой источник получения валютных доходов от экспортных поставок.

Официальная оценка состояния сырьевой базы цветной металлургии определяется как относительно благополучная (за исключением олова). Обеспеченность разведанными запасами горно-добывающих предприятий на 2006 г. составляет по медным рудам около 40 лет, полиметаллическим (свинцово-цинковым) — более 30 лет и лишь по оловянным — 11 лет. Россия занимает ведущее положение в мире по разведанным запасам медных, свинцовых и цинковых руд, однако доля резервных запасов в общих разведанных составляет по меди 60 %, по олову 70 %, по свинцу и цинку 75 %.

Вместе с тем, реальная обстановка с обеспеченностью запасами действующих и предполагаемых к строительству медных, оловянных и полиметаллических рудников весьма напряженная.

Активных запасов на разрабатываемых месторождениях олова практически не остается, сходная ситуация с рудами свинца. Резервные крупные месторождения медных,

оловянных и полиметаллических руд, за счет которых общие запасы в недрах страны меди, олова, свинца и цинка выглядят значительными, труднодоступны по физико-географическим и экономическим условиям и сложны для отработки по вещественному составу и технологическим свойствам руд. Это обуславливает проблематичность вовлечения их в разработку в ближайшие десятилетия.

Таким образом, общее состояние МСБ медно-, оловодобывающей и полиметаллической отраслей цветной металлургии России следует считать неудовлетворительным, перспективы ее освоения в начале XXI в. — неблагоприятными, возможности вхождения Российской Федерации в глобальную систему минерально-сырьевых ресурсов (по рассматриваемым металлам) — ограниченными.

Для улучшения складывающейся ситуации требуется принятие неординарных мер по укреплению МСБ производства меди, олова, свинца, цинка в России, политических и экономических решений на высоком уровне управления и руководства.

ДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СООТНОШЕНИЙ РОССЫПЕЙ, ИХ ИСТОЧНИКОВ И ШЛИХОВЫХ ОРЕОЛОВ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Ю.И. Гольдфарб (ГУП «ЯПСЭ» МПР России)

Связь россыпей с коренными источниками исследуется чаще всего для аллювиальных россыпей золота. Они же — основные объекты применения шлихового метода поисков. Две эти проблемы решаются различно: первая — теоретически, вторая — практически; обе без подразделения россыпей по генезису и возрасту. Дифференциация россыпей по динамическим признакам позволяет уточнить их возраст и решать обе проблемы по-новому — во взаимосвязи и с большей детальностью. Традиционные пластовые россыпи делятся на три динамических вида: эрозионные, перлювиальные, шлейфовые. Все они связаны с современными шлиховыми ореолами только через общие источники, продолжающие поставлять золото в ореолы. Сами пластовые россыпи, как правило, захоронены и золото в них иное, чем в ореолах. Связь с ореолами погребенных россыпей обусловлена не «просвечиванием» их сквозь толщу наносов, как часто считается, а тем, что обнажены их общие источники. Если источники иссякли или также погребены, ореолы будут располагаться тем дальше от пластовых россыпей, чем древнее россыпи и чем больше различия в динамике формирования их и ореолов. Эти различия максимальны для статичных перлювиальных россыпей и минимальны для шлейфовых. Полидинамичные аккумулятивные россыпи, отчасти сходные с пластовыми, нередко обнажены и пространственно тесно связаны с ореолами. Косовые и равновесные россыпи представляют собой обогащенные части ореолов. Гравитационные россыпи тонкодисперсного золота могут находиться от общих источников дальше, чем шлиховые ореолы, концентрируясь в промежуточных и конечных водоемах. На связь россыпей с ореолами и источниками влияют также масштабы и динамика плейстоценовых оледенений.

Источниками золота для россыпей и ореолов служат разнообразные рудные месторождения и проявления, зоны рассредоточенной минерализации, коры выветривания, промежуточные коллекторы. Их россыпе- и ореолообразующая роли зависят, кроме их свойств, от динамических видов россыпей, других факторов и лишь иногда сопоставимы. Самые универсальные источники — это рудные тела золото-кварцевых формаций и коры выветривания. При размыве пластовых россыпей обычно образуются также россыпи; из других промежуточных коллекторов, особенно из морен, — чаще всего только ореолы. Наименее зависимы от источников эрозионные и аккумулятивные россыпи, включающие золото широких диапазонов крупности. Для первых, образующихся при глубинной эрозии, в качестве источников приоритетны крутопадающие богатые золоторудные тела, с остатками которых на склонах и дне долин они часто ассоциируются, но от которых обычно удалены на расстояние 1—7 км. Для вторых — коры выветривания

и иные источники, с которыми они более сближены и сопоставимы по масштабам; в древних россыпях этого вида вероятно перераспределение золота при вторичных химических процессах. Для образующихся в процессе латеральной (боковой) эрозии перлювиальных, шлейфовых, косовых россыпей предпочтительны пологие рудные залежи, коры выветривания, промежуточные коллекторы. Все они могут быть полностью разрушены при россыпеобразовании. Шлейфовые россыпи, достигающие наибольших размеров, должны иметь большие (не обязательно богатые) источники, которые, однако, нигде не обнаружены. Порой эти россыпи удалены от любых потенциальных источников на 10—20 км. Перлювиальные россыпи иногда залегают прямо на остатках своих рудных источников. Чаще же они образованы из эрозионных и иных россыпей, и связь с первоисточниками теряется. Косовые россыпи включают два вида мелкого золота: сложной рудной формы из ближних источников и окатанное чешуйчатое из удаленных на многие десятки километров. В равновесных россыпях присутствует только дальнеприносное золото. Гравитационное россыпеобразование возможно, помимо прочего, за счет продуктов истирания золота и биогенного осаждения его из растворов. В золотоносных провинциях Северо-Востока России, различающихся наборами типов и видов оруденения, характером морфоструктур, историей развития рельефа и россыпеобразования, масштабами оледенений, соотношения россыпей с источниками и ореолами существенно различны.

Яно-Чукотская субширотная приледовитоморская провинция — самая обширная, наименее изученная и наиболее перспективная. Здесь сочетаются многие формационные типы, минеральные и морфологические виды рудных тел, включая золото-сульфидные пологие залежи. Широко развиты палеогеновые коры выветривания, современные, плейстоценовые и неогеновые морские и речные деструктивные и аккумулятивные равнины и палеоравнины — поднятые и погребенные. В низкорослых районах этой территории речные долины аномально широки, с локальными преимущественно низкими террасами и латеральной стратификацией аллювия. Плейстоценовые горно-долинные оледенения проявились в немногих частях провинции; местами ледники были пассивными, бескаровыми и не затронули рудные тела и россыпи. Довольно много четвертичных эрозионных россыпей малых размеров. Большие россыпи в основном неогенового и отчасти более древнего возраста — эрозионные, шлейфовые, перлювиальные. Последние по палеогеографическим реконструкциям должны здесь преобладать. Но как погребенные, так и экспонированные, они в большинстве не найдены из-за своей сложности и разобщенности с неразвитыми ореолами и разрушенными источниками.

Для Колымо-Индигоирской провинции (юго-восточная и центральная части Яно-Колымской) характерно золото-кварцевое и (на северо-западе) золото-сурьмяное оруденение; преобладают крутопадающие секущие рудные тела разной морфологии, встречаются и пологие, видимо, в большинстве размытые. Коры выветривания мало развиты. «Линейными корадами выветривания» часто называются многочисленные здесь зоны гипергенной дезинтеграции, совпадающие с некоторыми золотоносными зонами. В рельефе контрастно чередуются высокогорья, глубоко расчлененные широкими ледниковыми долинами и обширными карами, низкорослые с широкими асимметричными речными долинами и сериями террас высотой до 400 м, межгорные впадины с кайнозойскими отложениями мощностью до 600 м. Следы оледенений распространены по всей провинции, но локальны; центрами их служили незолотоносные гранитоидные массивы, и разнос золота при ледниковых процессах проявлен лишь в местах экзарации аллювиальных россыпей. Россыпи преимущественно поздние- и среднелейстоценовые, в основном эрозионные. В большинстве они тесно связаны со шлиховыми ореолами и реликтами золоторудных тел. Перлювиальных и особенно шлейфовых россыпей меньше. Они сосредоточены в больших и средних долинах низкорослых. Размеры россыпей увеличиваются от перлювиальных к шлейфовым. Они также находятся в пределах ореолов, но связь с рудными источниками часто не устанавливается.

В Алдано-Становой провинции при большом разнообразии источников золота домини-

нируют существенно сульфидные субгоризонтальные залежи, местами многоярусные, и разновозрастные коры выветривания. На крайнем юге провинции много разрозненных жил малосульфидной золото-кварцевой формации. В рельефе на фоне обширных поднятых деструктивных палеоравнин с реликтами палеодолин и глубокими узкими современными долинами выделяются высокие купольные поднятия, связанные с золотоносными интрузивами разного состава. Они служили центрами оледенений. Немало локальных впадин разного возраста, строения и размеров, включая внутривпадинные. Весьма широко распространены шлиховые ореолы золота, гораздо менее — россыпи. Рудные источники золота часто отсутствуют. Россыпи относятся к двум возрастным группам: палеогеновой и позднелайстоцен-голоценовой. Выделено четыре их динамических вида: эрозионные, шлейфовые, аккумулятивные, косовые. Видимо, из-за отсутствия четких связей с обширными ореолами и разрушенными источниками остались не выявленными многие виды неоген-среднелайстоценовых россыпей и разновозрастные перлювиальные.

В Верхоянской провинции преобладают кругопадающие (в т.ч. согласные) золото-кварцевые жилы. Коры выветривания и вскрытые интрузивы отсутствуют. В рельефе территория представляет собой почти монолитное молодое горст-антиклинорное поднятие большой амплитуды. Большинство долин на всей площади провинции обработаны активными ледниками, выходящими далеко за ее пределы, куда благодаря этому распространились ореолы золота. Известные россыпи локальны, по возрасту не древнее позднего ллайстоцена. Многочисленные небольшие эрозионные и единичные (в долине р. Аллах-Юнь) большие перлювиальные и шлейфовые россыпи отчетливо связаны с рудными телами. Некоторые рудные тела слабо вскрыты и не сопровождаются россыпями.

В Корякско-Камчатской провинции полихронное золотое и комплексное оруденение дало начало разнообразным разновозрастным россыпям разных генетических типов и динамических видов, еще недостаточно изученным. Повсеместно развитые мощные, очень активные оледенения весьма осложнили соотношения россыпей с источниками и ореолами. За счет размыва морен здесь образованы не только обширные ореолы, но и богатые небольшие пластовые россыпи. Однако в этой провинции преобладают, по-видимому, гравитационные россыпи, для поисков которых необходимы геохимические методы.

Приведенные результаты теоретических и региональных исследований могут быть полезны при переоценке перспектив экзогенной и рудной металлоносности на разных стадиях геолого-разведочных работ.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ВИДЫ РОССЫПЕЙ МЕЛКОГО И ТОНКОГО ЗОЛОТА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ОСВОЕНИЯ

Ю.И. Гольдфарб (ГУП «ЯПСЭ» МПР России), В.Р. Ларионов, А.И. Матвеев (Институт горного дела Севера СО РАН), Ф.М. Федоров (НИИ прикладной математики и информации при ЯГУ)

Россыпи, содержащие мелкое и тонкое золото, обычно обозначаемые аббревиатурой МТЗ, представляют собой разные геологические образования. Кроме кор выветривания и «линейных кор выветривания», чаще всего это аллювиальные россыпи разных генетических типов и видов. Мелкое и тонкое золото вместе с крупным и самородками присутствует в многочисленных эрозионных россыпях, составляя порой значительную, часто не учтенную часть их запасов, главным образом за бортом этих россыпей. В аккумулятивных россыпях, представленных на юге Якутии большими давно разведанными, но не интенсивно осваиваемыми месторождениями Большой Кураны, Якотит, Селигдар, Томмот и др., наряду с умеренно крупным, мелким и очень мелким золотом, много (по некоторым данным до 70 %) тонкодисперсного «невидимого» золота размером менее 5 мкм. Такое золото составляет все 100 % в предполагаемых гравитационных россыпях морского, лагунного, аллювиального (старичного и фации высокой поймы) происхождения.

В классе менее 2—3 мм гидродинамическая крупность золота более информативна, чем гранулометрическая. С учетом этого золото таких размеров может образовывать косовые и равновесные аллювиальные, а также пляжевые морские россыпи. Кроме генетических различий россыпей, следует учитывать их возраст, который варьирует от эоцена до позднего голоцена.

Основная проблема широкого промышленного освоения всех россыпей МТЗ связана с отсутствием эффективных гибких схем обогащения. Сложность обогащения россыпей МТЗ обусловлена особенностями каждого их вида. Для эрозионных и аккумулятивных россыпей характерна крайне высокая разноразмерность золотин, находящаяся в обратной зависимости от глинистости россыпей. В косовых и пляжевых россыпях очень высоко содержание минералов тяжелой фракции, имеющих равную с золотом или большую гидравлическую крупность. В тонкоалевритовых осадках гравитационных россыпей преобладают низкие (0,1—0,2 г/т, хотя есть до 10 г/т) содержания золота. Поэтому технологии переработки и обогащения таких россыпей в каждом случае должны быть разными.

Отечественные промприборы на основе шлюзов не обеспечивают улавливания мелкого, тонкого золота. Зарубежные компании при переработке россыпных месторождений эффективно применяют передвижные малогабаритные фабрики производительностью менее 100 т/ч типов «Аляска» и «Юкон». Принцип обогащения на этих фабриках основан на каскадном извлечении золота по классам крупности. Однако их эффективность резко снижается при преобладании классов менее 0,1 мм. Например, исследованиями ИГДС СО РАН на участке Северикан месторождения Иенгра на хвостах промприбора ПГШ-2000 на магнитных шлюзах с усовершенствованными дополнительными магнитными системами достигнуто обогащение золота класса –0,25 мм более 65 %, в том числе класса менее 0,1 мм — 21 %. С переходом на более мелкие классы (–0,1 мм) нужны комбинированные схемы обогащения, включая гидрометаллургические способы переработки.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ПОСТРОЕНИЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ КАРТ

А.Г. Горелов, С.Л. Елшина, А.В. Щербакова (ЦНИГРИ МПР России)

В настоящее время одни из наиболее распространенных программных средств при решении задач в сфере ГИС — продукты ESRI — ARCVIEW и ARCINFO. Однако при решении многих специализированных задач геологоразведки стандартных штатных средств этих продуктов не всегда достаточно. Это касается использования символов и типов линий, применяемых в геологии, которые не предусмотрены в стандартных средствах ARCVIEW. В то же время, системный подход и гибкость программного аппарата позволяют решать такие специфические задачи, как построение различных геологических карт с сохранением всех атрибутов ГИС-технологий.

Для решения таких задач на базе ARCVIEW с использованием средств встроенного интерпретатора Avenue созданы средства работы с нестандартными элементами легенды, а также средства фрагментирования, которые включают:

использование композиционных маркеров на основе создаваемых шрифтов;

использование нестандартных бергштрихов (на базе правильных форм — круги, окружности, прямоугольники, треугольники и др. — и произвольных многоугольников);

деление «вида» на произвольные фрагменты произвольной формы (удобно при создании макетов печати, вырезки и отсечений).

Данные средства разработаны на базе библиотек геометризации ARCVIEW-Avenue и оформлены в виде дополнительных меню. Они успешно применены при работе с геологическими материалами по Челябинской области и Красноярскому краю.

СРЕДСТВА ГЕОМЕТРИЗАЦИИ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ГИС

А.Г. Горелов (ЦНИГРИ МПР России)

При решении многих задач с использованием ГИС-технологий возникают проблемы, которые затрудняют, а в некоторых случаях делают невозможным решение поставленных задач стандартными средствами ГИС. Типичный пример — оконтуривание некоторого района путем набора полигонов, получаемых в виде пересечения поверхностей рельефа А и рельефа В. Использование средств ARCInfo или ARCView для решения такого рода задач весьма затруднительно. Это объясняется следующим:

двухмерной концепцией ГИС-технологий и в связи с этим отсутствием объектов типа «поверхность»;

отсутствием объектов типа «многогранник»;

отсутствием геометрических операций для работы с такого рода объектами.

В таких случаях для решения поставленных задач требуется применение технологий 3D-моделирования, средства которых позволяют отстраивать трехмерные объекты и выполнять с ними различные геометрические операции, в том числе и операции пересечения. Далее полученные результаты следует либо импортировать в ГИС-пакете и дальнейшую работу проводить в ГИС-среде, либо такого рода задачи полностью решать средствами 3D-технологий, адаптируя их для решения задач ГИС.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МНГОВАРИАНТНОГО ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ НА ГИБКИХ КОНДИЦИЯХ

А.А. Дерягин, А.В. Тимохин, Г.В. Демкина (ВНИИХТ)

Работы по созданию и развитию компьютерной технологии информационного обеспечения подсчета запасов, ведения геолого-разведочных и эксплуатационных работ на месторождениях твердых полезных ископаемых проводятся во ВНИИХТ с 1965 г.

Ядром компьютерной технологии является программно-технологический комплекс, в состав которого входят:

информационно-технический блок (работа с диском, директориями, файлами, экспорт-импорт данных и т. д.);

маркшейдерия (пространственная привязка скважин и горных выработок и их элементов);

геологические работы: ввод и редактирование первичной информации; интерактивное формирование целевых геологических выборок (профиль — блок — горизонт); расчет геометрии скважин и координат проб; формирование рудных (сортовых) интервалов и проекция их на вертикальную или горизонтальную плоскость;

построение карт различными методами; отрисовка сортовых планов (разрезов) в масштабе; интерактивное введение подсчетных контуров; раздельный (по признакам и блокам или подблокам) подсчет запасов и сравнение с интерполяционными вариантами и т. п.;

блок геофизических работ (электро- и магниторазведка, гамма- и другие виды каротажа).

К достоинствам программного обеспечения компьютерной технологии относятся:

создание удобной среды для работы (набор процедур, аналогичных функциям MS DOS);

обеспечение возможности экспорта-импорта данных в различные среды по желанию потребителя;

поддержка обширной системы справок (около 400 справочных файлов);

развитая система корректировки, подсказок, анализа и блокировки ошибочных действий пользователя;

модульность, возможность гибкого варианта подбора необходимых заказчику программ;

поддержка большого количества «тематических» баз данных, связанных между собой ключевой информацией (каталог скважин, данные инклинометрии и опробования скважин, литологии вскрытого разреза, маркшейдерии карьера, опробования горных выработок, подземной маркшейдерии, минералого-технологического опробования, топоповерхности, уровня грунтовых вод и т. д.);

увязка отдельных модулей в единые технологические цепочки (опробование — оперативный подсчет запасов; ввод литологических данных — построение геологических разрезов (планов) в м-бе 1:200—1:5000; оперативный подсчет запасов — учет и движение запасов; ввод данных маркшейдерии карьера — движение уступов и отрыв горной массы; геолого-экономическая оценка — оптимизация добычи и т. д.);

возможность оперативного контроля за вычислениями (перед началом работы можно просматривать содержимое файла);

поддержка каждого модуля мощным аппаратом визуализации данных;

использование нескольких (в том числе геостатистических) методов интерполяции;

интерактивное введение контуров и редактирование их на экране;

раздельный подсчет запасов и возможность сравнения традиционных методов (геологических блоков или разрезов) с интерполяционными, основанными на регулярной сети.

Практическая реализация разработанной компьютерной технологии позволяет осуществлять в режиме единой технологической цепочки:

организацию предмашинной подготовки первичной документации скважин и горных выработок для оперативного ввода данных в ЭВМ;

ведение баз данных по всем видам геолого-геофизических, геохимических, гидрогеологических работ, геолого-экономической, горно-технической и технологической информации;

прогнозирование и оперативную геолого-экономическую оценку рудных объектов на стадиях средне- и крупномасштабных поисково-оценочных работ, разведки и доразведки месторождений в условиях меняющейся конъюнктуры;

маркшейдерское обеспечение ведения горных (открытых и подземных) работ;

проектирование вскрытия и отработки рудного пространства;

разработку ТЭО кондиций путем моделирования на ЭВМ рудных контуров и оценки геометризованных запасов и их параметров;

многовариантный подсчет запасов на основе гибких кондиций с учетом попутных компонентов, типов и сортов руд по данным предварительной и детальной разведки;

оперативный подсчет запасов в эксплуатационных блоках;

учет и движение запасов с формированием оптимальных планов горной отработки очистного пространства;

нормирование и планирование полноты и качества выемки руд;

управление содержанием и технологическим качеством руд на основе минералого-технологического опробования и картирования, геометризации запасов промышленных типов и сортов руд, организации селективной выемки, сортировки, обогащения и шихтовки рудной массы;

сопоставление и оценку результатов детальной разведки и отработки рудного пространства;

мониторинг по отвалам горного и хвостам технологического производств и проектирование природоохранных мероприятий.

Компьютерная технология предназначена для персональных компьютеров.

Методика автоматизированного подсчета запасов демонстрируется на примере Итмановской залежи Лукояновского титан-циркониевого месторождения (Нижегородская область). Месторождение представлено серией крупных по площади распространения прибрежно-морских погребенных россыпей юрского возраста с высоким уровнем концентрации циркона, рутила, ильменита и хромита. Наиболее крупная и богатая Итмановская

россыпь сложена тонко-мелкозернистыми кварцевыми песками с прослоями глинистого состава. Ее протяженность 6,5 км при мощности рудного пласта 2,5—4 м. Продуктивные отложения по склонению в юго-восточном направлении прослежены на 1 км. Глубина залегания рудного пласта колеблется от 2,5 до 40 м и более. Минеральный состав россыпи, %: кварц — 67,8, полевой шпат — 6,5, ильменит — 3,5, лейкоксен — 0,2, рутил — 0,4, циркон — 1,4, хромит — 1,1. Основные рудные минералы — циркон, рутил, ильменит, лейкоксен и хромит — концентрируются в тяжелой фракции, составляя, как правило, 60 % и более. Кроме того, в тяжелой фракции накапливаются дистен, силлиманит, ставролит, монацит, эпидот, кианит, сфен. Легкая фракция представлена кварцем (до 88 %), полевым шпатом, глинистыми и рядом других минералов.

При подсчете запасов использовался метод геологических блоков в двух вариантах — по данным геологического опробования и результатам интерпретации гамма-каротажа разведочных скважин.

В пакет кондиционных показателей входили:

борт по циркону — 5 кг/м³;

максимальный безрудный интервал 2 м;

минимальная мощность одного пересечения 2 м;

условный циркон (в кг/м³) рассчитывался по формуле $Z_{гусл.} = 1,69 (\text{рутил} + \text{лейкоксен}) + 0,43 (\text{ильменит} + \text{хромит})$;

минимальная концентрация циркона по пересечениям на блок 50,65 кг;

минимальная концентрация циркона по рудному пересечению для оконтуривающих скважин $25,2 + 2,4 K$, где K — коэффициент вскрыши;

объем рудной массы на подсчетный блок 2—3 млн. м³.

ЗЕЛЕНОКАМЕННЫЕ ПОЯСА ДОКЕМБРИЙСКИХ ЩИТОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМ: ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ В СВЯЗИ С ОСОБЕННОСТЯМИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

А.М. Дружинин, Л.М. Ганжа (ЦНИГРИ МПР России)

Зеленокаменные пояса докембрийских щитов Восточно-Европейской и Сибирской платформ можно отнести к двум типам (по А. Гликсону): «первичным» и «вторичным». К первым относятся пояса Украинского щита (УЩ) (в объеме конкско-верховцевской серии) и Воронежского кристаллического массива (ВКМ), ко вторым — зеленокаменные пояса Алданского (АЩ) и Балтийского (БЩ) щитов. Разнотипность поясов обуславливает развитие в них различных геолого-промышленных типов золоторудных объектов.

«Первичные» зеленокаменные пояса Восточно-Европейской платформы сложены метавулканитами большой мощности, представляющими собой последовательно дифференцированную от коматитов-базальтов до дацитов серию, связанную с эволюцией очагов магм первично мантийного происхождения. Повторяющиеся в общих чертах разрезы соседних структур с относительной фациальной выдержанностью толщ свидетельствуют о том, что вулканиты перекрывали значительные площади УЩ и ВКМ и имели большую мощность в центрах палеовулканизма. Отмечается также отсутствие выраженной коры континентального типа, предшествующей палеовулканизму. «Первичные» зеленокаменные пояса в связи с последующей гранитизацией характеризуются зональным метаморфизмом, образуют межкупольные синкликорные структуры и в сочетании с гранитоидными куполами определяют нуклеарное строение гранит-зеленокаменных областей. Они могут рассматриваться в качестве рифтогенных структур, заложившихся на океанической коре.

«Вторичные» пояса АЩ и БЩ развивались в пределах микроконтинентов с корой континентального типа как континентальные рифты или палеоавлакогены. Они образуют узкие протяженные линейно вытянутые структуры, в строении которых определенную роль

начинают играть терригенные отложения. На БЩ в строении поясов (максимально) участвуют две относительно маломощные толщи метавулканитов мантийной природы — коматиитов, базальтов — в переслаивании с двумя толщами метавулканитов среднего—кислого состава, представляющих собой коровые выплавки. В последних иногда наблюдаются макротекстуры субаэральных и наземных излияний. Для вулканитов характерны резкая фациальная изменчивость толщ, наличие внутриформационных конгломератов. Разрез начинается и завершается метаморфизованными терригенными толщами.

В строении зеленокаменных поясов АЩ участвуют metabазальты (с коматиитами) и перекрывающие их метатерригенные толщи, составляющие иногда большую часть разреза. Алданские пояса относятся к менее развитым континентальным рифтам, чем пояса БЩ.

Основные вулканиты и их дифференциаты в зеленокаменных поясах обладают высокими фоновыми содержаниями золота и вмещают проявления золотой минерализации. Их можно рассматривать в качестве рудоносных и рудообразующих формаций. Вулканиты корового происхождения, метаосадочные породы не золотоносны и поэтому отнесены к рудовмещающим формациям; в качестве рудообразующих ограничено (в сочетании с другими факторами) могут рассматриваться магматические образования палеовулканических центров.

На УЩ выявлены и прогнозируются мелкие, средние и крупные золоторудные объекты: стратиформные в коматиитах (тип Шеба), железистых кварцитах (тип Гейта), туфах среднего и кислого составов (тип Хемло), а также в связи с центрами палеовулканизма кислого состава (тип Поркьюпайн). На ВКМ предполагаются аналогичные объекты, однако их перспективы по сравнению с объектами УЩ значительно ниже из-за большой мощности перекрывающего осадочного чехла и унаследованного (над зеленокаменными структурами) развития многокилометрового протоплатформенного комплекса, из-под которого в виде узких полос выступают лишь периферические части поясов. В связи с этим диапазон вероятных промышленных типов золоторудных объектов на ВКМ ограничивается типами Гейта и Шеба.

На БЩ, несмотря на имеющиеся находки золотой минерализации, маловероятно наличие стратиформных золоторудных объектов из-за незначительных размеров самих геологических тел, их вмещающих. В качестве ведущего типа золоторудных объектов БЩ предполагается связанный с комплексом «малых интрузий» (Керкленд-Лейк, Биндура) габбро-диорит(монзонит)-плагиогранитной формации, формирование которого обусловлено развитием поясов на блоках с мощной корой континентального типа. Ожидаемые масштабы средние — мелкие.

На АЩ наличие существенных по запасам золоторудных объектов зеленокаменных поясов маловероятно в связи с незначительным участием в их строении вулканогенных образований.

ЗОЛОТО, РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ, АЛМАЗЫ И НЕМЕТАЛЛЫ ХИНГАНСКОГО ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА (ПРИАМУРЬЕ)

**А.М. Жирнов (Биробиджанское ГГП МПР России), В.Д. Мельников
(Комитет природных ресурсов Амурской области МПР России)**

Хинганский геолого-экономический район, охватывающий западную часть Еврейской автономной области и юго-восток Амурской области, — один из важнейших на юге Дальнего Востока горно-промышленных районов с развитой инфраструктурой (железные дороги, города, поселки и др.). Здесь уже 50 лет функционирует горное предприятие по добыче олова на базе крупного Хинганского месторождения, а также крупные предприятия по добыче и получению цемента, извести, магнезильного сырья, бурого угля. С 1995 г. возобновились работы по добыче россыпного золота. В последнее время разведаны отдельные месторождения золота, урана, сурьмы, выявлена алмазоносная структура (трубка?), положительные

перспективы нефтегазоносности. По данным металлогенического анализа территории установлены крупные прогнозные ресурсы коренного и россыпного золота (А.М. Жирнов, 1996; В.А. Пак, 1997; А.М. Жирнов, В.Д. Мельников, 1998), а также олова, цеолитов, урана, предполагается открытие месторождений алмазов, нефти.

Высокая прогнозная оценка россыпного золота обусловлена новыми данными разведки традиционно разрабатываемых мелкозалегающих долинных россыпей и высокими перспективами россыпей новых типов — в палеодолинах, межгорных впадинах и корях выветривания. По коренному золоту прогнозируется 5—10 месторождений с крупными суммарными ресурсами, что обосновывается положением района в рамках высокопродуктивного золото-многометалльного Лаоелин-Туранского рудного пояса (А.М. Zhirnov, 1997), а также уже подтверждено открытием крупного месторождения золота Улага (Танджигу) с запасами около 100 т, расположенного в китайской части Хинганского района.

Минерально-сырьевая база данного района обеспечивает в целом его важное значение в балансе МСБ федерального уровня. Однако использование крупного минерального потенциала района пока крайне незначительно и не отвечает запросам федерального правительства и региональным (областным) нуждам. В малых объемах производится лишь добыча олова, россыпного золота, цеолитов, брусита, известняков. Из-за отсутствия финансирования не ведутся разведка глубоких горизонтов Хинганского оловорудного месторождения (что сдерживает добычу), поиски олова и коренного золота по действующим проектам, не дается оценка алмазо- и ураноносным структурам.

Главные задачи по освоению и воспроизводству МСБ Хинганского района:

устойчивое федеральное финансирование работ по воспроизводству МСБ важнейших металлов — олова, золота, урана;

привлечение отечественных инвесторов для разработки месторождений сурьмы и неметаллического сырья;

привлечение иностранных инвесторов для оценки и совместного освоения месторождений нефти и алмазов.

МЕТОДЫ ИЗОТОПНОЙ ГЕОХИМИИ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

**Н.М. Заири, Н.П. Гангнус, С.Г. Кряжев, Ю.В. Виленкина (ЦНИГРИ
МНР России)**

Основными задачами экологических исследований в районах горно-рудных и перерабатывающих предприятий являются:

установление основных источников загрязнения, границ и масштабов их техногенного воздействия;

идентификация геохимических аномалий с выявлением источников токсичных веществ;

оценка масштабов и интенсивности развития геохимических аномалий;

краткосрочный и долгосрочный прогноз развития экологической ситуации в зонах действия горно-рудных предприятий.

Для решения перечисленных задач предлагается использовать методы изотопной геохимии, базирующиеся на изучении распределения стабильных изотопов легких элементов в различных компонентах экосистемы.

Знание присущего каждому типу природных соединений изотопного состава и механизмов фракционирования изотопов в геохимических процессах дает возможность идентифицировать «чужеродные» вещества, присутствующие в изучаемой среде. Степень чувствительности метода повышается при увеличении отличия изотопного состава привнесенных техногенных соединений от присущих данной экосистеме «фоновых» значений.

В качестве примера приводятся результаты изучения объектов золотодобывающей и нефтегазовой промышленности.

ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЗОЛОТОГО ОРУДНЕНИЯ РАЗНЫХ МАСШТАБОВ И ТИПОВ

Н.М. Заири, Е.Д. Сынгаевский (ЦНИГРИ МПР России)

Масштабность оруденения выражается совпадением n -точек с высокими концентрациями металла (Au) на минимальную площадь зон разгрузки. Участки с богатым или очень богатым оруднением занимают геометрически локальный структурный элемент месторождения, в пределах которого должны максимально проявляться типоморфные особенности процессов рудообразования. Типоморфизм процессов концентрирования элементов регулируют внешние факторы — особенности зон разгрузки и внутренние — пороговые физико-химические изменения флюидных систем в данной точке. Решение подобной многофакторной вероятностной задачи основывается на введении системы ограничений и использовании физико-химических параметров флюидов.

Месторождения разных масштабов (по промышленной классификации — средние и крупные ≈ 400 т и весьма крупные ≥ 1000 т) различаются по следующим параметрам: отношению CO_2/CH_4 , уровню концентрации растворов и $\delta^{18}\text{O}$ флюидов.

На средних и крупных месторождениях золота основных типов флюиды имеют высокие отношения CO_2/CH_4 — от 60 до 400. Уровни минерализованности во флюидных системах данной группы месторождений близки. Флюидные системы, формирующие весьма крупные месторождения, характеризуются относительно низкими параметрами восстановленности флюида ($\text{CO}_2/\text{CH}_4 \leq 50$) и уровня минерализации вод ($< 2\%$ NaCl). Более детально особенности формирования весьма крупных месторождений рассматриваются на примерах двух месторождений золото-углеродистой формации — Сухой Лог и Мурунтау.

Показаны особенности среды рудоотложения — она максимально гетерогенна относительно изотопных и геохимических параметров ($\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$; состав и структура $\text{C}_{\text{орг}}$; вариации $\delta^{34}\text{S}$ сульфидов и $\delta^{13}\text{C}$ карбоната). Отличительная черта крупномасштабных месторождений — изначально высокая восстановленность флюидных систем ($\text{CO}_2/\text{CH}_4 \leq 10$). Дальнейшее развитие флюидов определялось взаимодействием с восстановительным геохимическим барьером ($\text{C}_{\text{орг}}$ до 15—25 %), что приводит к скачкообразному росту Eh-потенциала систем, обеспечивая тем самым максимальную мобилизацию рудогенных компонентов из них и отложение в локальных фрагментах зон разгрузки.

Другим примером формирования крупномасштабных месторождений является ступенчатое изменение CO_2/CH_4 изначально восстановленных золотоносных флюидных систем. В этом случае в качестве ведущих выступают комбинации двух типов геохимических барьеров — метеорные воды и $\text{C}_{\text{орг}}$ (рудное поле Мурунтау). При формировании окислительного геохимического барьера, представленного метеорными водами, образуются крупнообъемные зоны минерализации с рядовыми содержаниями золота (месторождение Мютенбай). При доминировании восстановительного геохимического барьера, представленного локальными зонами с повышенными содержаниями $\text{C}_{\text{орг}}$, формируются так называемые рудные столбы с высокими и ураганными содержаниями золота (месторождение Мурунтау).

На основании анализа физико-химических параметров рудоотложения показано наличие двух различных типов флюидов при эволюционном развитии гидротермальных систем в целом. Систематика изотопно-кислородных данных свидетельствует о том, что изменения состава и объема флюидов (в 2—3 раза) отвечают контрастным значениям $\delta^{18}\text{O}$ минералов. Выявленная закономерность — один из важных показателей высокой продуктивности рудообразующих систем (месторождение Коч-Булак).

Примером оруденения нетрадиционного генетического типа служит месторождение

Карлин. Обобщение опубликованных данных показывает, что особенности распределения $\delta^{13}\text{C}$, $\text{C}_{\text{орг}}$ и степень его преобразований связаны с миграцией углеводородов и обусловили разные масштабы оруденения. Новые данные, полученные на Сахалинском ртутном месторождении (Северо-Западный Кавказ), показывают, что зоны минерализации и конкреционные образования существенно обогащены Sb, Ga, Ag, Au. Изотопные параметры $\text{C}_{\text{орг}}$ и его фракций, сульфидной и карбонатной минерализации свидетельствуют о их привносе в зоны разгрузки мигрирующими углеводородными системами и в целом об определяющем влиянии вмещающей среды на геохимический профиль рудной минерализации. С учетом вышеизложенного сравнительный анализ ряда объектов региона позволяет рассматривать месторождение как объект с золото-сурьмяно-ртутным типом минерализации.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПРОБИРНО-АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫЙ АНАЛИЗ — НАДЕЖНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗОЛОТА В МИНЕРАЛЬНОМ СЫРЬЕ

Э.П. Здорова, Л.П. Никитина, А.В. Мандругин (ЦНИГРИ МПР России)

Разработка технологий попутного извлечения золота из бедных россыпей и песчано-гравийных материалов ставит перед аналитиками задачу достоверного определения его содержания. Сложность решения данной задачи связана, с одной стороны, с невысоким содержанием золота в этих породах, с другой — с необходимостью использования больших навесок материала, поскольку золото в них в основном свободное мелкое ($-0,25$ мм) и тонкое ($-0,1$ мм).

Традиционно наиболее надежным методом определения благородных металлов в рудах считают пробирный анализ, в классическом варианте которого используются навески анализируемого материала до 50 г и гравиметрическое (весовое) окончание. Однако чувствительность этого метода невелика. Практика показывает, что результаты пробирного анализа проб с содержанием Au менее 0,1 г/т являются лишь оценочными.

Метод атомной абсорбции, также широко используемый для определения золота, имеет весьма высокую чувствительность, но оперирует недостаточно представительными навесками (2—5 г).

Совмещение пробирного концентрирования золота с атомно-абсорбционным определением его в концентрате позволяет объединить достоинства обоих методов: высокую чувствительность атомной абсорбции и большую навеску анализируемого материала, используемую при пробирном анализе.

Разработана методика, в которой предлагается увеличение навески материала до 100 г без увеличения общей массы шихты за счет изменения соотношения реагентов. Для более полного извлечения тонкого золота применяется промывка шлака. Кроме этого, используются неполное купелирование до массы свинцового сплава не более 0,1 г и упрощенная химическая подготовка полученного концентрата. Для определения золота используются экстракционное концентрирование и электротермическая атомизация экстракта. Несмотря на высокую потенциальную чувствительность данной методики (0,0002 г/т), полностью ее реализовать не удастся из-за наличия примесей золота в пробирных реактивах. Применяемый при пробирном анализе глет содержит около 0,02 г/т (или 1 мкг на навеску) Au, поэтому для анализа проб с содержанием Au менее 0,01 г/т необходимо использовать чистый глет.

Разработанная методика позволяет надежно определять достаточно низкие, до 0,01 г/т, содержания золота в минеральном сырье. В настоящее время проводится ее метрологическая аттестация.

СТРУКТУРА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ РОССИИ ПО МАСШТАБАМ И ТИПАМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Л.И. Зубатарева, О.М. Конкина, П.Я. Шабаршов (ЦНИГРИ МПР России)

Развитие минерально-сырьевой базы цветных металлов (меди, свинца, цинка, никеля и кобальта), наряду с другими факторами, определяется во многом ее внутренней структурой, изменением этой структуры во времени. Обоснованное прогнозирование уровней использования и воспроизводства МСБ возможно на основе детального геолого-экономического анализа распределения запасов и добычи цветных металлов по геолого-промышленным типам (ГПТ) месторождений и по группам их крупности. Названные факторы отражают, с одной стороны, геологические и металлогенические условия образования месторождений и соответственно их территориальное размещение, а с другой — промышленную значимость месторождений.

Актуальность проблемы обусловлена усилением роли природных ресурсов в сырьевом (и валютном) обеспечении экономики страны и соответственно в установлении промышленной значимости ресурсов отдельных субъектов РФ.

Для прогнозирования уровней использования и воспроизводства МСБ цветных металлов за период 1960—1997 гг. проанализирована динамика развития и распределения МСБ по ГПТ месторождений, являющимся одним из наиболее приоритетных геологических и экономических факторов в структуре МСБ, и по масштабам месторождений. Структура МСБ отдельных металлов и изменения составляющих ее элементов (ГПТ и масштабы месторождений) во времени имеют для каждого из них свои особенности.

Медь. Основу современной МСБ меди РФ, как и в 1960 г., составляют существенно медные месторождения трех ГПТ — медно-никелевые, медноколчеданные и медистых песчаников, в которых заключено 94,4 % разведанных, 98,7 % разрабатываемых и 97,6 % подготавливаемых к освоению запасов. Однако за истекшие 36 лет значительно изменился долевой вклад каждого из трех основных ГПТ. Резко возросла доля медно-никелевых руд (с 22 до 46,8 %), уменьшилась доля медноколчеданных (с 31,8 до 24,6 %) и особенно медистых песчаников (с 37,3 до 23 %). Такие изменения в соотношениях основных ГПТ связаны с различными темпами прироста их запасов. Запасы медно-никелевых руд с 1960 г. увеличились в 5,5 раза, медноколчеданных — в 2,1 раза, медистых песчаников — в 1,6 раза.

Основная добыча меди осуществляется из медно-никелевых и медноколчеданных месторождений. Соответственно с изменением соотношений запасов этих руд увеличилась роль медно-никелевых руд в добыче (с 27,8 до 68,4 %), а доля медноколчеданных снизилась (с 60 до 26,4 %). Поскольку основной прирост запасов меди связан с открытием или доразведкой уникальных (Талнахское, Октябрьское, Удоканское) и весьма крупных (Гайское) месторождений, заметно возросла их роль в структуре и особенно использовании МСБ меди по сравнению с 1960 г.

Структура МСБ меди РФ существенно отличается от таковой зарубежных стран, однако по качеству медные руды России вполне конкурентоспособны на мировом рынке сырья. Кроме того, в ближайшие годы в Челябинской области планируется вовлечь в эксплуатацию медно-порфировые месторождения, ресурсы которых весьма значительны, и их освоение может существенно изменить и укрепить современную структуру и использование МСБ меди России.

Свинец. Соотношение запасов свинца в месторождениях различных ГПТ в ретроспективный период изменилось незначительно. Ведущим остался ГПТ колчеданно-полиметаллических месторождений в терригенно-карбонатных породах (40 % запасов) и появился новый тип — колчеданно-полиметаллический в терригенных толщах (Холоднинское, 17 % запасов).

В добыче свинца ведущим остался тип свинцово-цинковых скарновых месторождений (60 %). Начали разрабатываться колчеданно-полиметаллические руды в терригенно-карбонатных толщах (Горевское, 20 %), значительно уменьшилась в добыче доля колчеданно-полиметаллических руд в вулканогенно-осадочных породах (с 27 до 5 % — рудноалтайский тип) и руд свинцово-цинковых жильных месторождений (Садонское и др., с 20 до 2 %).

Более 65 % запасов свинца связаны с весьма крупными месторождениями (Горевское); основная же добыча (до 50 % и более) ведется из мелких.

Цинк. Наиболее существенные изменения в запасах цинка связаны с появлением в РФ нового колчеданно-полиметаллического типа месторождений в терригенных толщах (Холоднинское, более 30 %) с соответствующим изменением соотношений других типов. В добыче в 2 раза увеличилась доля медно-цинковых колчеданных руд (более 80 %). По масштабу месторождений резко возросла доля запасов весьма крупных (с 3 до 51 %) и уменьшилась — мелких (с 52 до 18 %) объектов. В добыче также увеличилась доля крупных (с 18 до 57 %) и уменьшилась мелких (с 52 до 32 %) месторождений.

Специфика МСБ свинца и цинка определяется наличием нескольких (более 6) ГПТ месторождений и преобладанием разных типов в запасах и добыче.

В территориальном отношении основные запасы свинца и цинка находятся в Восточной Сибири (Горевское, Холоднинское, Озерное), добыча же свинца ведется преимущественно в Приморье (Николаевское, Партизанское), а цинка — из медноколчеданных месторождений Урала.

Основной проблемой перспективного развития МСБ свинца и цинка является преодоление их дефицита (особенно свинца) путем формирования новых крупных производств на базе Горевского, Холоднинского и Озерного месторождений. Однако решение этой проблемы по экономическим причинам может быть отодвинуто на неопределенный срок. Поэтому промышленный интерес в настоящее время могут представлять мелкие и средние полиметаллические месторождения Алтайского края с богатыми комплексными рудами, доступные для освоения предпринимательскими структурами.

Никель. Доля медно-никелевых руд в запасах и добыче за 30-летний период (1966—1997 гг.) почти не изменилась. Доля богатых руд увеличилась в запасах с 13,6 до 31,6 %, в добыче — с 28,5 до 73,2 %; доля силикатных руд в запасах и добыче уменьшилась соответственно в 1,5 и 2 раза.

По масштабам месторождений доля уникальных объектов в запасах возросла с 32,7 до 66,9 %, в добыче — почти в 9 раз (с 8,4 до 74,2 %). Соответственно уменьшилась доля весьма крупных и мало изменилась доля крупных, средних и мелких месторождений.

Кобальт. Структура запасов и добычи кобальта по геолого-промышленным типам имеет те же тенденции, что и для никеля. Отличие связано с тем, что 15 % запасов и 8 % добычи кобальта приходится на прочие типы руд (медноколчеданные, магнетитовые и др.).

По масштабам месторождений доля весьма крупных месторождений увеличилась в запасах от 0 до 51,3 %, в добыче — от 0 до 70,9 %. Роль других по величине месторождений изменилась незначительно.

В других странах мира в отличие от РФ ведущими в запасах и добыче никеля являются силикатные руды (Куба, Новая Каледония), а кобальта — медно-кобальтовые руды (Заир и Замбия). На мировом рынке наиболее ценятся богатые медно-никелевые руды.

Специфика МСБ никеля и кобальта состоит в том, что более половины запасов и более 70 % добычи руд приходится на два уникальных медно-никелевых месторождения, в том числе 30 % запасов и почти вся добыча — на богатые руды (Норильский горно-рудный район).

Для воспроизводства МСБ никеля и кобальта главной остается проблема поисков богатых медно-никелевых руд, так как обеспеченность разрабатываемыми рудами горно-добывающих предприятий составляет менее 20 лет, а всеми запасами — чуть более 30 лет. Необходимо повысить извлечение кобальта, которое в настоящее время составляет около 50 %. Обеспеченность ГОКов силикатными рудами — около 20 лет, а отдельных

рудников — 2—5 лет, поэтому для Уральского региона проблема с ресурсами силикатных руд имеет существенное значение.

Приведенные данные по структуре МСБ цветных металлов и анализ ее динамики за ретроспективный период отражают общие тенденции развития МСБ каждого из металлов и в перспективе могут изменяться. Однако выявленные тенденции могут учитываться при выборе оптимальных вариантов использования и воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов цветных металлов при решении концептуальных задач развития МСБ в XXI в.

МЕСТО РОССЫПНЫХ ФОРМАЦИЙ В ОЦЕНКЕ ПОТЕНЦИАЛА ЗОЛОТОНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ

С.Л. Казаринов (ЦНИГРИ МПР России)

Россыпи занимают значительное место среди месторождений твердых полезных ископаемых и их конъюнктура по ряду причин традиционно достаточно высока. Однако до настоящего времени не существует единой классификации россыпных объектов разного ранга в ряду провинция — район (зона) — узел — поле — россыпь, что существенно осложняет их прогнозирование и поиски, особенно для объектов сложных и нетрадиционных типов, доля которых в балансе запасов многих видов сырья и особенно золота в последнее время становится доминирующей.

В практической геологии традиционно некое противопоставление рудных объектов и россыпей, для которых они служат коренными источниками. Это проявляется в использовании для прогнозирования и поисков россыпей двух самостоятельных взаимонезависимых групп разбраковочных критериев и факторов — структурно-металлогенических, определяющих рудно-россыпной потенциал площадей, и экзогенно-динамических, контролирующих степень и качество реализации этого потенциала. И это естественно, поскольку в классических генетических схемах классификации рудных объектов выделяются три самостоятельные группы рудогенных процессов — эндогенная (собственно рудная), гипергенная (экзогенно-осадочная) и метаморфогенная (глубинных преобразований) (В.А. Обручев, 1983; В.М. Крейтер, 1968 и др.). При этом объекты первой группы, при независимости рудогенных процессов, являются в большинстве случаев базой для формирования объектов двух последующих групп.

Вместе с тем, при внимательном рассмотрении обе группы прогнозно-поисковых факторов в россыпной геологии имеют практически единую основу — структурно-вещественные неоднородности земной коры. К этому выводу пришел уже В.М. Крейтер, который писал (1968, с. 30), что «процессы рудообразования как экзогенные, так и эндогенные должны рассматриваться в качестве закономерного звена в общем ходе геологического развития тех или иных участков земной коры». Для реализации процесса коренного рудообразования важны прежде всего высокоградиентные зоны повышенной проницаемости земной коры, долгоживущие зоны глубинных тектонических нарушений. Процессы россыпеобразования контролируются обширными зонами структурно-геоморфологических неоднородностей с максимальными градиентами неотектонических движений (в том числе и на платформах), и наиболее продуктивные россыпные объекты формируются большей частью в зонах перехода между морфоструктурами противоположной направленности развития или приурочены к линейным ограничителям разнорядковых морфоструктур. Иными словами, рудоконтролирующими служат глубинные структурно-вещественные неоднородности земной коры, а россыпеконтролирующими — близповерхностные морфоструктурные, и вторые являются геоморфологическим поверхностным отражением и производным первых. Таким образом, глубинная геотектоническая структура и ее отражение во внешних геосферах — морфоструктура — являются практически единственным инвариантом вещественно-энергетических и соответственно

минералого-геохимических неоднородностей в земной коре на каждом из этапов ее развития.

Попытки различных подходов к типизации россыпных объектов показали, что структурно-геоморфологическая основа для этого наиболее перспективна. Более того, морфоструктура является связующим звеном двух разнонаправленных процессов в сложной динамической системе рудогенеза — восходящего, собственно рудного (гипогенного) и нисходящего, россыпного (гипергенного). На этой основе может быть разработана теоретическая система геолого-генетических моделей россыпных объектов разного ранга. Базовым элементом такой системы считаются россыпные формации (понятие «россыпная формация» введено Н.Г. Патык-Кара в 1980 г.) — закономерные сочетания (парагенезисы) морфогенетических типов россыпей, формирующихся при сходных тектонических режимах и в сходных геоморфологических условиях. Россыпные формации тесно парагенетически связаны, с одной стороны, с геоморфологическими формациями, в понимании Н.А. Флоренсова, а с другой — с терригенными осадочными, в понимании Н.С. Шатского. Это позволяет в единой системе анализировать как молодые, так и ископаемые россыпи, утратившие связь с современным рельефом.

Для россыпей золота в качестве базового элемента иерархической классификации нами предлагается золотороссыпная формация (ЗРФ). Таксономический ранг ЗРФ как прогнозно-геологического объекта отвечает золотороссыпному району (ЗРР). Формации объединяются в ряды, которые характеризуют соответствующие провинции, и, с другой стороны, подразделяются на подформации, определяющие основные типологические характеристики золотороссыпных узлов (ЗРУ). Иерархия систем для других россыпных полезных ископаемых обсуждается.

В качестве примера использования системно-формационного подхода приводятся результаты анализа одного из районов в центральной части Северо-Кавказской золотороссыпной провинции, ресурсы которой в течение длительного времени считались практически исчерпанными, — Карачаево-Черкессии. В ее пределах выделены поля развития четырех ЗРФ, которые расчленяются на семь специфических экзогенно-динамических зон. Их совмещение со структурно-металлогеническими зонами, контролирующими рудную золотоносность, обуславливает характер и насыщенность россыпной золотоносности 14 прогнозно-поисковых площадей. Это позволило оценить реальные перспективы, помимо традиционных, нового для региона типа россыпей — золотоносных песчано-гравийных смесей.

Аналогичная работа проводится в настоящее время и для ряда других регионов страны, в частности, для южных золотоносных районов Красноярского края (Енисейский край, Восточный и Западный Саяны). При этом использование понятия о единой динамической системе рудогенеза на конкретных площадях, определение генетических связей между конкретными золоторудными и золотороссыпными формациями позволяют на новом качественном уровне оценивать потенциал золотоносности территорий.

ВОЗМОЖНОСТИ СТАБИЛИЗАЦИИ ДОБЫЧИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА В РОССИИ

И.А. Карпенко, Н.Г. Петраш (ЦНИГРИ МПР России)

На основании анализа состояния МСБ, технологических и технико-экономических показателей добычи россыпного золота в России за 1990—1996 гг. сформулированы следующие предложения, позволяющие стабилизировать объемы добычи золота из россыпей:

1. Оптимизация структуры и организация работы золотодобывающих предприятий на основе их укрупнения с учетом географо-экономических особенностей размещения россыпных месторождений и узлов.

2. Внедрение на стадии обогащения аппаратов центробежного поля с предварительной

адаптацией, по данным геолого-технологического картирования, технологической схемы по каждому месторождению.

3. Интенсификация работ по реализации прогнозных ресурсов россыпного золота на Урале, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, где сосредоточено 77 % прогнозных ресурсов.

4. Комплексная переоценка месторождений (узлов) в их геологических границах с учетом географо-экономических условий размещения запасов.

5. Уточнение политики недропользования с учетом предложений, изложенных в пунктах 1—4.

ПУТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РУДНОЙ БАЗЫ ВОЛЬФРАМА В РОССИИ

И.А. Карпенко, Н.Г. Петраш (ЦНИГРИ МПР России)

На основании сравнительного анализа МСБ вольфрама РФ и стран мира, качества, количества и распределения запасов вольфрама на территории РФ, сроков и способов разработки месторождений, качества товарной продукции и ее себестоимости, фактических и ожидаемых объемов потребления вольфрама выделены районы, наиболее перспективные для восстановления и расширения объемов добычи вольфрамовой продукции. С учетом внедрения прогрессивных технологий обогащения обоснованы предложения по комплексному использованию минерального сырья, повышению показателей извлечения вольфрама, переработке отходов обогатительных фабрик и рудников, повышению экономической эффективности разработки месторождений.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНОВСКОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МИКРОТОМОГРАФИИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РУД И МИНЕРАЛОВ

**Е.В. Козорезов, П.Н. Самородский, М.С. Хозяинов (ВНИИгеосистем
МПР России)**

Сущность метода рентгеновской вычислительной микротомографии (РВМТ) состоит в реконструкции пространственного распределения линейного коэффициента ослабления (ЛКО) рентгеновского излучения по объему образца. Реконструкция выполняется в результате математической обработки теневых проекций, получаемых при рентгеновском просвечивании объекта в различных направлениях изучаемого сечения. Обнаружение и изучение неоднородностей строения образца осуществляются путем визуального и компьютерного анализа полученных изображений — рентгенограмм и томограмм. Томограммой называется изображение плоского сечения реконструированной пространственной структуры объекта. Так как ЛКО вещества зависит от среднего атомного номера (Z) и плотности вещества (ρ), то полученная томограмма отражает распределение выделений минералов, отличающихся по ρ и Z , в изучаемом сечении.

Числовые значения томограммы — относительные величины, но благодаря эталонированию возможна диагностика минералов при наличии априорной информации об их предполагаемом составе (Z) и свойствах (ρ). Таким образом, появляется возможность «заглянуть» внутрь оптически непрозрачного образца, не нарушая его сплошности. Благодаря этому существенно упрощаются поиск и изучение рентгеноконтрастных включений.

Диаметр изучаемых объектов до 1,5 см, высота до 5—7 см. Толщина исследуемого слоя 30 мкм. Размер регистрируемых пустот и включений 10—50 мкм; время сканирования и реконструкции томограммы 5 мин. Подготовка образцов заключается в их распиловке для придания нужных геометрических характеристик или (при меньших размерах

исходного объекта) вообще не требуется. Сыпучие материалы (шлихи, протолочные пробы) размещаются в пластиковых пробирках.

Одно из направлений применения микротомографии в минералогических исследованиях — изучение руд золота и элементов платиновой группы. Благодаря высокой поглощающей способности частицы золота и платиноидов выделяются даже на рентгенограмме образца, что облегчает их поиск. Так как положение псевдосреза обычно задается по результатам рентгенографии, то возможно получение информации о реальных размерах выделений минералов благородных металлов. Данные сведения могут быть использованы для определения оптимальной крупности измельчения при обогащении. Сопоставление данных рентгенотомографии с результатами валового химического анализа руды позволяет определять соотношения долей крупного и дисперсного металла.

Для выяснения применения метода РВМТ при изучении внутренней неоднородности алмаза был выполнен анализ нескольких природных и синтетических кристаллов этого минерала. В результате появилась возможность различать включения типа «графит—силикат—сульфид—металл», а после проведения дополнительных исследований — идентифицировать индивидуальные рентгеноконтрастные минералы.

СРЕДНЕМАСШТАБНЫЕ ПРОГНОЗНО-МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ КАРТЫ — ОСНОВА ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА РУДОНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ

В.Д. Конкин, Г.В. Ручкин (ЦНИГРИ МПР России)

Прогнозно-металлогенические карты (ПМК) служат основой для определения сырьевого потенциала металлогенических таксонов разного ранга и, как следствие, выбора площадей для постановки геолого-поисковых и геолого-разведочных работ соответствующих масштабов и их подготовки для лицензионного фонда недропользования. В настоящее время составление ПМК проводится в основном отраслевыми НИИ на базе информации, полученной при полистных и групповых геолого-съемочных, поисковых и поисково-оценочных работах, проводимых производственными организациями.

Инструкцией по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1:200 000 предусмотрено составление схем минерагенического районирования и прогноза полезных ископаемых м-ба 1:500 000, включающих выделение следующих прогнозно-металлогенических категорий: минерагеническая зона, рудный узел, рудный район, рудное поле, рудная зона, а также рудные объекты вне минерагенических зон. Согласно Инструкции, объектом прогноза являются только рудные узлы и рудные поля, при этом степень их перспективности и прогнозная оценка определяются в основном детальностью полученных материалов. Такой подход затрудняет достоверную оценку минерально-сырьевых ресурсов, а отсутствие требований по технологии прогнозно-металлогенических построений ведет к невоспроизводимости результатов прогноза и, как правило, резко снижает достоверность как самих прогнозных построений, так и количественной оценки продуктивности прогнозно-металлогенических площадей.

Устранение невоспроизводимости и несопоставимости результатов прогнозирования возможно при составлении ПМК на основе моделей объектов прогноза и поисков выбранного масштаба исследований применительно к определенным рудно-формационным или геолого-промышленным типам месторождений на базе специализированных геолого-формационных основ, отражающих необходимые металлогенические факторы и критерии и содержащих информацию, необходимую для определения позиции и контуров перспективных площадей.

Представляется необходимым выполнять прогнозно-металлогенические построения на изучаемых площадях применительно к одному или нескольким близким рудно-формационным типам месторождений, а результат построений по каждому виду полезных

ископаемых суммировать на ПМК на базе единой структурно-формационной основы. Методика составления и содержание специализированных ПМК применительно к различным рудно-формационным типам месторождений цветных и благородных металлов и алмазов продемонстрирована в соответствующих разработках ЦНИГРИ, выполненных в середине 80-х годов.

При металлогеническом районировании и прогнозе металлогенических таксонов разного ранга необходимо учитывать пространственно-временные закономерности распределения геологических формаций и связанных с ними месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых, образующих ряды рудных формаций, свойственные той или иной модельной геотектонической обстановке, что позволяет дополнительно прогнозировать нетрадиционные для конкретных регионов виды и типы полезных ископаемых.

Для создания современного поколения ПМК необходимо разработать:

перечень и содержание пакета документов, регламентирующих технологию составления государственных специализированных карт месторождений полезных ископаемых м-ба 1:200 000—1:100 000;

методические рекомендации по технологии составления и построения среднемасштабных ПМК.

Прогнозно-металлогенические карты любого масштаба представляет собой синтез информации, включающей:

исходную информацию по результатам геолого-съемочных, геолого-поисковых, геофизических и геохимических работ;

интерпретационную информацию, отраженную на схемах тектонического и структурно-формационного районирования, схеме районирования и типизации геофизических и геохимических полей.

В комплект ПМК входят: структурно-формационная основа, базирующаяся на геологической и тектонической картах с использованием геофизической (в основном гравитационной и магнитометрической) информации, с обязательным выделением рудоносной и (или) рудовмещающей формации и (или) фации; карта размещения месторождений, рудопроявлений и минерализации с указанием их рудно-формационной принадлежности и геохимических ореолов и других критериев и признаков прогнозируемого типа оруденения; прогнозная карта с оконтуриванием разноранговых прогнозных таксонов (металлогенической зоны, рудных районов, рудных полей и др.); картографические материалы, отражающие металлогенические особенности анализируемой территории.

Основой для ПМК служит структурно-формационная карта с обязательным выделением на ней рудоконтролирующих (рудовмещающих, рудоносных, рудогенерирующих, рудообразующих) формаций или их комплексов с привязкой к ним соответствующих рудно-формационных (и (или) геолого-промышленных) типов оруденения.

Структурно-формационная основа м-ба 1:200 000 строится на геологической карте того же масштаба с учетом данных по геологической съемке м-ба 1:50 000 анализируемой площади в целях уточнения фациального состава формационных комплексов и выделения среди них продуктивных на соответствующие рудно-формационные (геолого-промышленные) типы оруденения.

Важнейший элемент карты — блок рудно-геохимической нагрузки. Все месторождения и рудопроявления полезных ископаемых классифицируются по их рудно-формационной принадлежности. Геохимические и геофизические аномалии разбраковываются для отражения специализации формационных и (или) фациальных комплексов пород и рудной природы аномалий.

Конечным результатом прогнозно-металлогенических работ м-ба 1:200 000 служит ПМК с выделением и оконтуриванием перспективных площадей в ранге рудных районов, в благоприятных геологических обстановках — рудных полей с количественной оценкой ресурсов полезного ископаемого по категориям P_3 и P_2 соответственно, что обеспечивает подготовку площадей в качестве объектов лицензирования для проведения геолого-поисковых и геолого-разведочных работ. Таким образом, для корректного заключения о

перспективности прогнозно-минерогенических площадей необходим анализ разномасштабных взаимосвязанных геологических материалов, а само заключение должно базироваться на анализе соподчиненной (прямой и обратной) связи рудно-минерогенических категорий ряда: металлогеническая зона (подзона) $\longleftrightarrow$ рудный район $\longleftrightarrow$ рудное поле $\longleftrightarrow$ площадь месторождения (перспективного участка) $\longleftrightarrow$ рудно-формационный тип полезного ископаемого. В этом ряду среднемасштабное (1:200 000—1:100 000) прогнозно-минерогеническое картирование соответствует уровню информации, обеспечивающей достоверное выделение и оконтуривание площадей рудных районов и рудных полей (в благоприятных геологических ситуациях), а также их прогнозную оценку по категориям P_3 и P_2 соответственно.

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТИПЫ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ МЕТАЛЛОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ И ЗОЛОТА В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ И УРАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

В.М. Константинов, А.В. Заварзин, А.С. Шульгин (ВНИИХТ)

К нетрадиционным типам рудопроявлений металлов платиновой группы авторы относят концентрации этих металлов, не связанные с магматическими месторождениями и россыпями. К этим типам принадлежат месторождения в цехштейне (Польша), концентрации МПГ на месторождениях золота в черносланцевых толщах (Мурунтау, Сухой Лог, Кумтор) (Г.П. Полуаршинов, В.М. Константинов, 1994). В результате проведенных нами исследований выявлены высокие концентрации МПГ и золота на месторождениях медистых верхнепермских песчаников (Каргалинское и Гирьял) и на месторождениях золота (Воронцовское, Кумак), которые также относятся к рудопроявлениям нетрадиционного типа.

На месторождении Кумак были отобраны валовые и штучные пробы, которые подверглись пробирному анализу на Au и Ag (ВНИИХТ) и атомно-абсорбционному при полном химическом разложении на МПГ (ИОНХ РАН, ВНИИХТ). Следует отметить, что данные атомно-абсорбционного анализа не подтверждаются пробирным. Рассмотрение аналитических проблем в задачу сообщения не входит.

Результаты определения благородных металлов на Каргалинском месторождении

Au	Ag	Pt	Pd	Rh	Ru	Ir
<i>Валовые пробы</i>						
<u>Н.о.—8,2</u> 1,92 (14)	<u>15,3—29</u> 18,9 (7)	<u>1,0—29,0</u> 12,5 (8)	<u>0,5—21,0</u> 6,8 (8)	<u>0,1—0,9</u> 0,54 (8)	<u>0,27—3,6</u> 2,2 (7)	<u>0,4—45,0</u> 7,5 (8)
<i>Штучные пробы</i>						
<u>0,0—25</u> 11,4 (14)	<u>57,0—267</u> 102,0 (5)	<u>0,0—75,0</u> 24,3 (11)	<u>0,76—6,0</u> 24,3 (11)	<u>0,76—6,65</u> 3,1 (11)	<u>1,0—49,0</u> 8,5 (11)	Не опр.

Примечание. В числителе — содержание от 90, в знаменателе — среднее содержание, в скобках — число анализов.

При изучении аншлифов из тяжелой фракции проб не выявлены самородное серебро, самородное золото и платина. Микросондовым анализом установлено, что золото и МПГ присутствуют в пирите, халькозине, малахите и самородном серебре.

Анализ штучной пробы месторождения медистых песчаников Гирьял показал наличие благородных металлов, г/т: Au 14,0, Pt 4,6, Pd 2,0, Rh 1,1, Ir 1,9, Ru 1,9.

На Верхнекамском месторождении калийных солей А.Ф. Сметанниковым и А.И. Кудряшовым (1995) обнаружены благородные металлы в нерастворимом остатке калийных солей, составляющие, г/т: Au 2,5, Ag 17,1, Pt 6,3, Pd 1,23, Rh 0,1, Ir 7,5.

На Привятской площади В.Г. Чайкиным и др. (1996) в конкрециях и глинах поздней перми установлены повышенные содержания благородных металлов, г/т: Au 0,45, Ag 17,1, Pt 6,3, Pd 1,23, Rh 0,1, Ir 7,5.

Повышенные концентрации МПГ выявлены в черносланцевых толщах на месторождении Кумак, г/т: Pd до 4,2, Pt до 1,86, Rh до 0,35.

На Воронцовском месторождении на МПГ проанализированы керновые пробы по одной из скважин. В результате также установлены высокие их концентрации, г/т: Pt до 10,0, Pd до 5,0, Ru до 0,6, Rh до 0,76. Определено, что МПГ, как часть серебра и золота, присутствуют в пирите и галените.

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

верхнепермские отложения Предуралья и Русской платформы характеризуются благороднометальной специализацией;

месторождения Каргалинское и Гирьял являются медно-благороднометалльными;

некоторые золоторудные месторождения Урала содержат повышенные концентрации МПГ.

ЗОЛОТОРУДНЫЕ ГИГАНТЫ РОССИИ И МИРА — РОЛЬ В МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЕ И ОСНОВЫ ПРОГНОЗА

М.М. Константинов (ЦНИГРИ МПР России)

Открытие ряда крупных месторождений золота в СССР (Мурунтау, Сухой Лог, Майское, Кумтор, Васильковское и др.), США (тренд Карлин), Канаде (Хемло) и других странах свидетельствует о значительном потенциале обнаружения новых рудных объектов крупного масштаба. На долю крупных (свыше 100 т) месторождений, составляющих примерно 10 % от их общего числа, приходится более 80 % мировых ресурсов золота.

Рудно-геохимические аномалии, составляющие месторождения, являются частью более общих геологических аномалий, специфика которых для крупных месторождений заключается в длительности их формирования на протяжении нескольких геологических циклов. Этим обуславливается целесообразность выделения рудоподготовительного этапа как важного элемента, сопутствующего возникновению крупных месторождений. Характеризующие этот этап локальные геологические факторы (структурные, литолого-фациальные, магматические, метаморфические и т. д.) определяют основы прогноза крупных месторождений. Многим крупным месторождениям свойственны многоэтапное развитие, приуроченность к локальной депрессии с последующей инверсионной (купольной) стадией развития, что отличает их от однотипных месторождений среднего и мелкого масштабов.

Золоторудные районы с крупными месторождениями характеризуются расслоенным гравитационным полем, осложненным локальными градиентными уступами и зонами базификации.

В коллективной монографии «Условия формирования и основы прогноза крупных золоторудных месторождений», опубликованной в 1998 г., всестороннее рассмотрена данная проблема, сформулированы прогнозные и поисково-оценочные критерии.

ПОТЕНЦИАЛ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ПЛАТФОРМЕННЫХ КВАРЦЕВО-ПЕСЧАНЫХ ФОРМАЦИЙ

А.А. Константиновский (ЦНИГРИ МПР России)

При прогнозной оценке терригенных толщ на россыпное золото основное внимание традиционно уделяется конгломератам. При этом песчаные отложения, в том числе содержащие комплексные палеороссыпи, считаются бесперспективными и на золото не оцениваются. Однако такие представления требуют пересмотра. На это указывают результаты целенаправленного изучения комплексного месторождения Центральное,

располагающегося на Воронежской антеклизе. В пластах тонкозернистых кварцевых песков мелового возраста, насыщенных минералами титана и циркония, установлено относительно высокое (200 мг/м^3) и устойчивое содержание мелкого золота, достаточное не только для попутной, но и для самостоятельной добычи, хотя условия питания благородным металлом были малоблагоприятными.

Высокозрелые кварцево-песчаные отложения, для которых характерны повышенные концентрации титан-циркониевых и редкоземельных минералов, известны в разрезах большинства древних и молодых платформ. Они слагают самостоятельные формации, развитые по периферии щитов и крупных выступов фундамента в виде широких шлейфов. Накопление связано с разрушением кор химического выветривания пород фундамента и последующим дальним многоэтапным переносом продуктов их перемыва.

Особый интерес для прогнозной оценки на золото комплексных палеороссыпей в кварцево-песчаных формациях представляют регионы, где такие формации развиты по периферии щитов и массивов, в фундаменте которых известны коренные источники или промежуточные коллекторы золота.

Типичным примером служат девонские и нижнекаменноугольные формации по южной периферии Балтийского щита на Главном девонском поле. Благоприятные предпосылки для прогноза в них золотосодержащих комплексных палеороссыпей следующие. Во-первых, наличие обширной питающей области с многочисленными разнотипными проявлениями золоторудной минерализации в докембрийском фундаменте, чем этот регион выгодно отличается от Воронежской антеклизы. Во-вторых, наличие структурных «ловушек» для комплексных палеороссыпей — как региональных в виде конседиментационных флексур, так и локальных, представленных структурами второго порядка, в пределах которых формировались прибрежные фации, благоприятные для совместной концентрации титан-циркониевых минералов и мелкого золота.

Примеры сходной позиции многих разновозрастных кварцево-песчаных формаций с комплексными палеороссыпями многочисленны. Это позволяет оценить потенциал золотоносности таких формаций в целом положительно.

МЕТАЛЛОГЕНИЯ СРЕДНЕГО УРАЛА И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В.О. Конышев (ЦНИГРИ МПР России)

Для оценки потенциала рудоносности региона предложено металлогеническое картирование на основе реконструкции геодинамики земной коры и верхней мантии, поскольку происходившие в них процессы в значительной мере определяли условия локализации различных видов полезных ископаемых.

Анализ гравитационного и сейсмических полей позволил выявить в подвижном поясе линейный трехъярусный диапир плотных масс, предположительно образовавшийся в результате внедрения астеносферных плюмов, обусловивших субмеридиональную металлогеническую зональность Урала.

Цикличное поступление плюмов в нижний ярус на границу Мохо в рифейское и раннепалеозойское время приводило к континентальному рифтогенезу с растяжением земной коры и образованием миогеосинклинальных комплексов Центрально-Уральского (ЦУП) и Восточно-Уральского (ВУП) поднятий. В ЦУП в это время сформировалось золото-сульфидное оруденение в черносланцевых толщах Ашкинской металлогенической зоны.

Дальнейшее поступление плюмов в астенолит сопровождалось разрывом гранулит-базитового слоя вторым ярусом диапира с инверсией рифтов и ослаблением венд-раннеордовикского осадконакопления, а затем в $O_2-S_1^1$ привело к разрыву гранитно-метаморфического слоя третьим ярусом диапира и его раздвижению со средней скоростью $0,7 \text{ мм/год}$ на ширину Тагильского трога (ТТ) с образованием океанического бассейна. В

западном борту ТТ граница Конрада оказалась наклоненной в сторону Русской платформы под углом 35—45° и выведенной на поверхность в зоне Главного Уральского глубинного разлома (ГУТР). К западу от ГУТР в активизированных толщах ЦУП выделена Сурьинско-Промысловская металлогеническая зона с золото-сульфидным прожилково-вкрапленным типом руд в терригенных толщах с золотоносными корами химического выветривания (ЗКХВ) Кварцеговского и Елизаветинско-Хионского рудных узлов.

В зоне ГУТР западного борта ТТ обнажен офиолитовый комплекс с блоками интенсивно метаморфизованных пород типа Уфалейской и Россыпухинской глыб, представляющих собой реликты гранулит-базитового слоя, выдавленного астенолитом на поверхность. Разрез этих глыб наращивается метаморфитами архейской Тараташской глыбы. С массивами собственно офиолитовой дунит-гарцбургит-габбровой формации здесь со вмещены крупнейшие массивы дунит-клинопироксенит-габбровой формации Платиноносного пояса Урала с золотосодержащими проявлениями типа Соловьева гора и Баронское, а также с медно-железо-ванадиевыми, титаномagnetитовыми, хромитовыми, скарновыми медно-сульфидно-магнетитовыми месторождениями.

Залегающие на офиолитовом комплексе ТТ образования базальт-риолитовой, базальт-андезит-дацитовой и базальт-трахитовой формаций, а также комагматичные им интрузивные массивы габбро-плагиогранитной, диорит-грондъемитовой и габбро-сиенитовой формаций слагают 5-километровую толщу, сформированную вокруг рифтовой впадины на склонах срединно-океанического хребта в период от S_2 до D_3^1 . Они возникли за счет поступления выплавки из верхнего яруса диапира при наращивании мощностей слоев новообразованного гранулит-базитового слоя и подъеме океанического ложа. В Тагильской металлогенической зоне широко распространен золотосодержащий медно-колчеданный (Валенторский рудный узел) и золото-полисульфидно-кварцевый типы месторождений, представленные жилами барит-карбонат-кварцевого состава в зонах сматия и милонитизации аповулканогенных кварц-серцит-хлоритовых пород Богомоловского, Березовского и других рудных узлов (РУ).

Следующая к востоку Верхисетская (Невьянская) структурно-формационная зона (СФЗ) ВУП отличается от ТТ наличием маломощных (5—6 км) гранитизированных микроконтинентов сиалической коры на редуцированном до 2—3 км гранулит-базитовом слое, залегающем на пологой поверхности второго яруса астенолита. Микроконтиненты разобщены прогибами, по набору формаций аналогичными вулканогенно-осадочным породам ТТ, но с более широким распространением терригенно-карбонатных пород. Соответственно в прогибах развиты объекты золотосодержащего медноколчеданного типа (Красноборско-Горельский РУ) и медно-никель-кобальтового (Карасьеговский РУ). Собственно золоторудные объекты тяготеют к стыкам поднятий и прогибов, где приурочены к эндо- и экзоконтактовым зонам диоритовых интрузивных массивов. Золоторудные месторождения Долгомысовского, Невьянского, Шабровского РУ и др. представлены зонами прожилково-вкрапленных золото-сульфидно-кварцевых руд, нередко вмещающими свиты сульфидно-кварцевых жил. По минерализованным зонам развиты ЗКХВ светлинского типа.

Пышминско-Ключевская (Березовская) СФЗ ЦУП характеризуется большей, чем Невьянская, мощностью земной коры за счет крутостоящего гранулит-базитового слоя, деформированного в восточном борту среднего яруса астенолита. Здесь шире, чем в Невьянской СФЗ, проявлена гипербазит-габбровая формация в виде лакколитов и силлов. Ультрабазитам предшествовали излияния кайнотипных известково-щелочных базальтоидов. Вслед за гипербазитами и габбровыми интрузиями внедрялись каменноугольные маловодные гранитоиды адамеллит-гранитной формации с комплексами контрастно дифференцированных даек. Месторождения золота Березовского, Аятского РУ и др. представлены золото-сульфидно-кварцевыми рудами, слагающими жилы, штокверки и прожилково-вкрапленные зоны в березитизированных, лиственитизированных, аргиллизированных и скарнированных породах. По ним нередки ЗКХВ.

Мурзинская СФЗ ЦУП сложена гнейсо-мигматитовыми комплексами кристалличес-

кого фундамента, подошва которого в западном борту структуры имеет субвертикальное, запрокинутое на восток залегание. Восточный борт структуры погружается под вулканогенно-осадочные породы Алапаевско-Каменского мегасинклинория. В мульдах антиклинория развиты вулканогенно-терригенно-карбонатные S—D отложения. Вдоль зон разломов проявлены тела габбро-гипербазитовых интрузий. Структурно-формационная зона окончательно сформировалась в С₃—Р₁ в результате мощной фазы складчатости при замыкании горной системы Урала и образовании Пангеи. Консолидированный к тому времени стержень плотных масс астенолита являлся упором для деформированных окружающих блоков ЦУП и ВУП. В последнем проявился мощный процесс позднеорогенного гранитоидного магматизма. В пределах СФЗ присутствуют D₂ малокалиевая тоналит-тронджемитовая, С₁ тоналит-гранодиоритовая, С₂₋₃ гранитная и Р₁ адамеллит-гранитная формации. Типы золоторудных месторождений металлогенической зоны представлены золото-сульфидно-кварцевыми жилами и минерализованными зонами в активизированных древних толщах вблизи массивов позднеорогенных гранитоидов. Золоторудные месторождения сосредоточены в Сусанском, Шамейском, Белоярском (Тагарском) рудных узлах и др. По минерализованным зонам развит тип ЗКХВ.

Охарактеризованная с запада на восток металлогеническая зональность Урала осложнена субширотными трансформными разломами. Смежные блоки пород, разделенные трансформами, кроме всего прочего, отличаются размерами поперечных сечений астенолита и, как следствие, палеоскоростями вызванного им раздвижения земной коры или спрединга. Основные запасы золота, а также других металлов сосредоточены в блоках с узкими, «приталенными» частями тела диапира. Вероятно, что металлогенический потенциал богатых рудами блоков в большей мере расходовался не на интенсивные горизонтальные движения, а на мощный подъем глубинного, в том числе рудного, вещества в верхние горизонты земной коры. Косвенным свидетельством тому являются высокоградиентные области подъема кровли диапира с глубины 40 до 5—7 км под крупным Березовским месторождением. Екатерининско-Нижнетагильский поперечный Уралу геолого-промышленный район, объединяющий отрезки всех субмеридиональных СФЗ Урала, по количеству добытого металла и ресурсам на порядок отличается от смежных Северо-Уральского и Сысертского районов.

Наиболее важными для развития сырьевой базы региона в XXI в. представляются месторождения типа минерализованных зон в областях тектономагматической активизации (Тагарский, Воронцовский) и развитого по ним типа ЗКХВ. Области высокоградиентного подъема и «приталенных» участков плотных масс в земной коре и верхней мантии могут служить критерием оценки потенциала рудоносности при металлогеническом картировании.

ВОЛНОВАЯ ТЕКТНИКА ЗЕМЛИ И СВЯЗАННАЯ С НЕЙ МЕТАЛЛОГЕНИЯ

Г.Г. Кочемасов (ИГЕМ РАН)

Планета Земля, как и другие небесные тела, в результате движения по некрутовой орбите коробится стоячими инерционно-гравитационными волнами, распространяющимися в четырех направлениях. Различаются фундаментальные волны (длина $2\pi R$, где R — радиус планеты) и их обертоны (первый обертон длиной πR), а также волны, свойственные индивидуальным небесным телам с определенными периодами обращения вокруг центральных тел. Интерференция фундаментальных волн приводит к тектонической дихотомии, сложение волн первого обертона — к тектонической секторности, а индивидуальных волн, длина которых пропорциональна периодам обращения, — к тектонической «зернистости» (грануляции). Можно вывести следующие теоремы волновой планетарной тектоники: 1) небесные тела дихотомичны; 2) небесные тела секторны; 3) небесные тела «зернисты»; 4) угловые моменты блоков стремятся к равновесию.

На Земле тектоническая дихотомия проявлена как противостояние опущенного

(вдавленного) Тихоокеанского и поднятого (выпяченного) Индо-Атлантического сегментов. Тектонические секторы группируются вокруг трех пар антиподальных точек — узлов. Это: Новая Гвинея — Экваториальная Атлантика; о-в Пасхи — Памиро-Гиндукуш; Берингов пролив (Арктика) — о-в Буве (Антарктика). Четыре первых центра πR -структур лежат в плоскости, совпадающей с эклиптической и составляющей 60° с осью вращения Земли. Неслучайное положение и физико-географическая (тектоническая) значимость центров следуют из того, что первая пара лежит в зоне экватора, вторая — в зоне тропиков, третья — вблизи полярных кругов. Такая регулярность однозначно свидетельствует о глубинной связи тектоники Земли и ее космического положения (эта зависимость справедлива и для других небесных тел).

Строение шести секторных структур подчиняется единому алгоритму. В их центрах сходятся противостоящие разноопущенные (океанские) и противостоящие разноподнятые (континентальные) секторы (для структуры о-ва Пасхи — гипсометрически разные океанские секторы). Тектоническими биссектрисами секторы делятся на гипсометрически разные подсекторы. Общие правила, следующие из законов интерференции волн и закона сохранения угловых моментов блоков-секторов таковы: 1) поднятому сектору противостоит поднятый, опущенному — опущенный; 2) более высокому подсектору всегда противостоит более низкий в противоположном секторе и наоборот (такая регулярность является следствием сложения волн именно четырех направлений, орто- и диагональных); 3) секторный рельеф поверхности зеркально отражен в рельефе ядра; 4) опущенные блоки-секторы стремятся к повышенной плотности, поднятые — к пониженной (базальтовая океаническая кора и в среднем андезитовая материковая; это требование закона сохранения углового момента).

К шести антиподальным тектоническим узлам сходятся следующие секторы: *Памир-Гиндукуш* — Африканско-Средиземноморский и Азиатский поднятые, Евразийский (Северно-Ледовитый) и Индоокеанский опущенные; *о-в Пасхи* — Северо-Восточный и Юго-Западный поднятые, Северо-Западный и Юго-Восточный опущенные; *Экваториальная Атлантика* — Африканский и Южно-Американский поднятые, Северо- и Южно-Атлантический опущенные; *Новая Гвинея* — Индонезийский и Меланезийский поднятые, Тихоокеанский и Индоокеанский опущенные; *о-в Буве* — Африканский и Антарктический поднятые, Индоокеанский и Южно-Атлантический опущенные; *Берингов пролив* — Азиатский и Северо-Американский поднятые, Тихоокеанский и Северно-Ледовитый опущенные. Твердо привязанные узлы πR -структур образуют вершины октаэдра, вписанного в земную сферу, и соединяют в единой осциллирующей поверхности все земные материки и океаны, что предотвращает их случайные взаимные перемещения.

Будучи волновыми образованиями, блоки-секторы меняют поднятие на опускание и, наоборот, с определенными периодами, что сопряжено со значительными перестройками глобального масштаба. Одной из наиболее важных в геологической истории Земли была смена на континентах натрового магматизма на калиевый (последний сопровождается поднятием блока, стремящегося к уменьшению плотности) около 2 млрд. лет назад. С этой деформационной эпохой мирового масштаба связано образование протерозойских приуроченных к несогласиям урановых месторождений — крупнейших в мире по концентрациям, запасам и добыче этого металла (геосинклиналь Пайн Крик в Австралии и бассейны Атабаски в Канаде).

Границы сегментов, секторов и подсекторов являются ослабленными зонами, флексурами литосферы; хрупкая кора вдоль них сильно трещиновата, что способствует магматизму, дегазации и образованию концентраций полезных ископаемых. Примером служит опущенный Тихоокеанский сегмент, структуры которого (блоки на западе и орогены на востоке) вмещают крупнейшие месторождения многих полезных ископаемых. В Восточном полушарии к швам Памиро-Гиндукушской секторной структуры приурочены крупнейшие трапповые поля и интрузии базит-гипербазитов с уникальными концентрациями платиноидов (Бушвелд, Норильск). В металлогении золота этот шов северо-восточного простирания отмечен уникальными месторождениями: Витватерсранд, Му-

рунтау, Енисейского края, Бодайбо, Колымы. Ослабленная зона юго-восточного простирания, переходящая в Ново-Гвинейскую структуру, отмечена полосой крупных концентраций золота длиной до 5000 км от запада Новой Гвинеи (Грасберг) через Папуа-Новая Гвинея (Поргера), Лихир (Ладолам), Бугенвиль (Пангуна), Мисима до Фиджи (Эмперор). С субмеридиональной ослабленной зоной связаны Уральские месторождения (Колар); вблизи ее юго-восточного окончания расположены золотоносные гиганты юга Австралии (Калгурли, Олимпик Дам, Бендиго). Все ослабленные зоны характеризуются разновозрастностью и разнотипностью крупных концентраций золота.

Если в этих мобильных швах платиноидная минерализация в полиформных базит-ультрабазитах имеет главным образом осмий-иридий-рутениевую специализацию, то в стратиформных интрузиях секторов она имеет платиновую (поднятые секторы) или палладиевую (опущенные секторы) специализацию. Алмазонасные трубки преимущественно кимберлитовые в поднятых секторах и лампроитовые в опущенных. Среди месторождений углеводородов нефтяные преобладают в поднятых секторах, газовые — в опущенных. Следует отметить, что наблюдается тенденция увеличения концентрации месторождений в областях пересечения швов, т. е. в обрамлении центров секторных структур (юг Африки — Антарктика, запад Африки — восток Южной Америки, Чукотка — Аляска, Юго-Восточная Азия — север Австралии, Ближний Восток — Средняя Азия).

ЗАРУБЕЖНЫЕ ГОРНО-РУДНЫЕ КОМПАНИИ В ЗОЛОТОДОБЫЧЕ РОССИИ И ДРУГИХ СТРАН СНГ

А.Я. Кочетков, Е.М. Некрасов (ГНПП «Аэрогеология» МПР России)

Многолетнее кризисное состояние золотодобывающей промышленности стран-производителей в СНГ общеизвестно. Положение в этой отрасли экономики привело к большим потерям золото-валютных резервов и создало много социальных проблем. Причины возникшей ситуации — неадаптированность сложившейся в СССР структуры отрасли, системы ее руководства и финансирования к новым экономическим условиям, непомерно завышенные налоги и цены на материалы и услуги, неразвитость рынка золота. Особое место принадлежит налогу на добавленную стоимость и таможенным платежам за ввозимое оборудование, существенно повышающим себестоимость добытого металла. В стратегии развития отрасли еще в СССР были заложены такие противоречия, как преимущественная добыча золота из быстро иссякающих россыпей при существенном преобладании запасов металла в рудных месторождениях и приоритетное финансирование освоения рудных месторождений в среднеазиатских и закавказских республиках при ограничении капиталовложений в России.

Правительствами золотодобывающих стран СНГ предпринимаются определенные усилия для исправления положения. В 1997 г. удалось достичь некоторой стабилизации в золотодобывающей отрасли России и остановить многолетнее падение добычи металла благодаря вводу новых мощностей прежде всего на рудных месторождениях (Олимпиадинское, Кубака) при уменьшении добычи из россыпей. Ввод в строй рудных объектов произведен с участием иностранных фирм, что стало возможным в связи с либерализацией рынка золота в России в 1997 г. и принятием ряда законодательных актов, регулирующих добычу, производство и продажу драгоценных металлов. Вместе с тем, многие проблемы ценообразования, налогообложения и инвестирования, тормозящие увеличение добычи драгоценных металлов, в 1997 г. остались нерешенными. Это хорошо видно на примере крупнейшего месторождения Сухой Лог, освоение которого уже многие годы задерживается из-за неразработанности правовых основ привлечения иностранных инвестиций. Заметно прибавили в добыче золота Киргизия (до 17 т за счет освоения месторождения Кумтор) и Таджикистан (2,55 т).

Для функционирования сырьевых отраслей требуются значительные и долговременные инвестиции. Ни Россия, ни другие страны СНГ не имеют таких финансовых резервов,

которые можно было бы вложить в освоение сырьевых ресурсов. В то же время сырьевые отрасли давно привлекают внимание иностранных горно-рудных компаний. В середине 90-х годов только в среднеазиатских республиках СНГ проводили или проектировали поиски, разведку и разработку месторождений металлов, прежде всего золота, до 80 компаний США и Канады. Десятки компаний этих стран, а также Австралии, ЮАР и других государств ведут аналогичные работы в России, преимущественно в восточных районах страны. Число этих компаний нестабильно, происходит слияние разных компаний или разделение и образование новых, в том числе совместных предприятий с российскими партнерами.

С наибольшим успехом и взаимной выгодой в современной ситуации стран СНГ могут работать крупные стабильные компании со значительными финансовыми возможностями. Именно такие компании менее других пострадали от падения цены на золото, так как, с одной стороны, у них сравнительно низкая себестоимость добываемого металла, с другой — они обычно застрахованы крупными фьючерсными продажами (по цене до 400 дол. за унцию). Второе требование к будущему инвестору — наличие опыта освоения крупно-объемных месторождений с бедными или рядовыми рудами в регионах с неразвитой инфраструктурой. Такие месторождения пока не по силам отечественным финансовым структурам ни в России, ни в других странах Содружества. Охарактеризованные ниже компании в основном отвечают указанным требованиям (таблица).

Cyprus Amax Minerals Company — крупнейшая горная компания США; добыча золота составляет только часть ее интересов и осуществляется через дочернюю компанию *Amax Gold Inc.* Последняя разрабатывает и разведывает месторождения золота и серебра в Африке, Америке, Австралии и России. В 1997 г. эта компания закончила сооружение двух высококлассных золотодобывающих комплексов — в России (Кубака) и на Аляске. Уже в 1997 г. на месторождении Кубака получено более 11 т золота по цене 175 дол. за унцию, в 1998 г. планируется получить около 14 т металла по цене 185 дол. за унцию. Кроме месторождения Кубака, *Amax Gold Inc.* также осваивает Эвенское месторождение в том же районе и Воронцовское на Урале.

Вторым примером эффективной деятельности иностранной компании является освоение крупного месторождения золота Кумтор в Киргизии. Здесь крупнейшая канадская урановая компания *Camco* по соглашению 1992 г. построила золотодобывающий ГОК мощностью 15 т золота в год. Освоение месторождения Кумтор — крупнейший горно-рудный проект в СНГ (более 1000 рабочих) и, по мнению канадских партнеров, важная веха на пути интеграции Содружества с индустриальными странами. Киргизия оказалась на третьей позиции среди стран СНГ по производству золота в 1997 г. (17 т). По существующему соглашению правительству Киргизии принадлежит 2/3 добываемого на месторождении золота. В предыдущие годы Киргизия добывала золота не более первых тонн. Уже в 1998 г. планируется довести уровень его добычи до 20 т, причем перспективы развития отрасли не ограничиваются только этим месторождением. Во всех перспективных планах золотодобычи значительное место отводится сотрудничеству с иностранными горно-добывающими компаниями. Сведения об участии российских компаний не известны.

Интересный проект осуществляет канадская компания *Echo Bay Mines* совместно с якутскими компаниями по доизучению и разработке 10 месторождений Куранахской группы в Южной Якутии. *Echo Bay Mines* — одна из ведущих золотодобывающих компаний Северной Америки. Разрабатывает месторождения в США (Невада), Канаде и Мексике. Имеет опыт применения кучного выщелачивания при открытых горных работах. Крупнейший в России комбинат «Алданзолото» оказался в кризисном состоянии. Выход из кризиса связан с увеличением добычи металла из бедных забалансовых руд и применением кучного выщелачивания золота. Уровень производства золота должен составить 12—13 т в год. Для реализации проекта необходимы крупные инвестиции, современные технологии и снижение налогового бремени. Федеральным законом РФ Куранахская группа месторождений золота отнесена к объектам, право пользования которыми может быть предоставлено на условиях

раздела продукции. Пользователем недр определено совместное предприятие ЗАО «Куранахская золотодобывающая компания».

Barrick Gold — вторая компания в мире по объему и прибыльности добычи золота — имеет большой опыт разработки крупного месторождения Голдстрайк, близкого аналога месторождения Сухой Лог. Это одна из пяти компаний, подавших заявку на участие в тендере по месторождению Сухой Лог. Компании *Newmont Gold*, *Western Pinnacle Mining*, *Armada Gold*, *Kinross*, *Rux Resources*, *Steppe Gold Resources*, *Kwerner Metals* также относятся к числу наиболее активно работающих в золотодобывающей промышленности России, Узбекистана и Казахстана. Менее крупные компании участвуют в освоении небольших месторождений богатых руд.

Инвестиции зарубежных горно-добывающих компаний в СНГ

Компания	Объект инвестиций, % владения (запасы Au, т)	Партнеры, % владения	Объем инвестиций, млн. дол.	Активы компании, млн. дол.	Производство Au на всех объектах в 1997 г., т (себестоимость в январе — марте 1998 г., дол./г)
<i>Amax Gold Inc</i>	Кубака, 50 (80,9)	Дукатский ГОК и др., 22, Геометалл Плюс, 28	242	856,7	22,7 (6,1)
<i>Cameco</i>	Кумтор, 33 (270)	Правительство Киргизии, 67	375	590,9	15,6
<i>Echo Bay</i>	Куранах, 50	Сахазолото, 20, Алданзолото, 30	200	416,3	22,4 (7)
<i>Newmont Gold</i>	Мурунтау, 50 (2150)	Мицуи Буссан, Правительство Узбекистана, 50	200 проект	3524,2	32,1 (5,9)
<i>Barrick Gold</i>	Выбирается			4472	95 (5,0)
<i>Western Pinnacle Mining Ltd</i>	Кубака, 12,6, (80,9)	Геометалл Плюс, 28	10,5	12	
	Кючус, 50 (132,4)	Сахазолото, 50			
	Дукат (19,9 т Au, 9486 т Ag)	Геометалл Плюс, 30, Пан Америкен Сильвер, 70	212,2 проект		До 600 т Ag, проект, 4,6 т экв. Au
	Дарасун, 50 (57,2)	Забайкалзолото, 50			
<i>Placer Dome Inc</i>	Наталка, 50 (250)	Рудник Матросова, 50	200 проект	2618	79,7 (6,1)

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ — ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

В.И. Кочнев-Первухов, В.Д. Конкин, Г.В. Ручкин (ЦНИГРИ МПР России)

К числу нетрадиционных геолого-промышленных типов месторождений цветных и благородных металлов на территории России относятся месторождения:

никеля в коматитах зеленокаменных поясов (типы Камбалды и Маунткейт);

никеля в троктолитах анортозитовых комплексов (тип Войзи Бей);

меди с попутными МПГ в карбонатитах щелочно-ультраосновных массивов (тип Палаборы);

платиноидов в расслоенных мафит-ультрамафитовых массивах (типы Бушвельда и Стиллуотера);

комплексных Mo-Ni-МПГ и серебро-ванадиевых руд в черных сланцах (южнокитайский тип).

Небольшие, пока непромышленные, объекты перечисленных типов руд обнаружены в Российской Федерации в обстановках, сходных с зарубежными аналогами.

Месторождения сульфидного никеля, связанные с коматитами, развиты в зеленокаменных поясах архейских гранит-зеленокаменных областей. Наиболее продуктивны структуры, сформировавшиеся в режиме внутрикратонного рифтогенеза (Западная Австралия), менее — рифтогенные структуры в системах островных дуг (Канада). В России выявленные зеленокаменные пояса относятся ко второму типу (Балтийский, Алданский и Анабарский щиты, Воронежский кристаллический массив), поэтому потенциал их относительно невысок. К настоящему времени на некоторых из этих территорий уже обнаружены небольшие (60—300 тыс. т Ni) месторождения с преобладанием бедных и рядовых руд; остаются высокими перспективы выявления новых объектов с такими же параметрами.

Месторождения сульфидного никеля, связанные с анортозитовыми комплексами, обнаружены в Канаде. Это крупное месторождение богатых руд в троктолитовом массиве (Войзи Бей), рассматриваемом как подводящий канал анортозитов, и многочисленные мелкие тела бедных руд в самих анортозитах. В России подобные комплексы развиты на Кольском полуострове и в Джугджуре. Обстановка их проявления сходна с канадской; потенциал комплексов, особенно анортозитовых массивов Джугджура, в пределах которого в последние годы выявлено несколько рудных объектов, относящихся пока ко второму типу, оценивается высоко. Планомерное опоскование этих территорий на руды никеля до сих пор не велось, в то же время возможности установления в их составе троктолитовой составляющей, а соответственно и выявление объектов типа Войзи Бей достаточно высоки.

Месторождения меди с попутными платиноидами в карбонатитах щелочно-ультраосновных комплексов эксплуатируются в Африке (Палабора). В России проявления этого типа установлены на Кольском полуострове (Ковдор и ряд более мелких массивов). Есть основания полагать, что подобные объекты могут быть обнаружены на северном фесе Сибирской платформы и на Алданском щите. Потенциал их неясен, а перспективы выявления крупных месторождений неопределенны.

Месторождения МПГ в мафит-ультрамафитовых расслоенных комплексах составляют основную базу добычи платиновых металлов за рубежом. В России изучение расслоенных комплексов в отношении промышленной платиноносности начато сравнительно недавно, но уже обнаружены промышленные объекты в различных регионах страны (Кольский полуостров, Карелия, Прибайкалье, Сибирская платформа, Таймыр). Потенциал объектов этого типа высок, а благодаря широкой распространенности мафит-ультрамафитовых расслоенных комплексов в Российской Федерации высоки перспективы выявления связанных с ними промышленных месторождений МПГ.

Стратиформные месторождения комплексных сульфидных руд с МПГ в черносланцевых формациях представлены рядом объектов в Южном Китае и месторождением Ник в Канаде. Наряду с МПГ, в рудах месторождений в промышленных концентрациях присутствуют молибден, никель, цинк и ряд других металлов. Положение месторождений определяется их приуроченностью к локальным депрессионным структурам шельфовых зон окраинно-континентальных палеобассейнов. В России проявления подобного типа месторождений известны в краевых частях Онежского прогиба (Балтийский щит). Имеются предпосылки их обнаружения в черносланцевых формациях складчатого обрамления Сибирской платформы и во внутриконтинентальных осадочных бассейнах Русской платформы. Промышленное освоение выявленных в настоящее время месторождений в ближайшей перспективе проблематично в связи с малыми (до 1—3 м) мощностями продуктивных пластов и их преобладающим пологим залеганием. Более значительные ресурсы МПГ заключены в золоторудных месторождениях золото-углеродистого формационного семейства (складчатое обрамление Сибирской платформы, Воронежский кристаллический массив, осадочные бассейны пассивной окраины Русской платформы, мезозойды Северо-Востока России). Заслуживают изучения на платиноносность руды и вмещающие их породы колчеданно-полиметаллических месторождений фиделайского типа.

Стратиформные месторождения серебро-ванадиевых руд в черных сланцах с содержаниями Ag от 40 до 300 г/т и V_2O_5 от 0,5 до 2,5 % открыты в последние годы в Южном Китае (Байтянь, Маоксаонинг и др.). Они занимают сходную позицию с месторождениями комплексных сульфидных руд с МПГ и могут быть выявлены в черносланцевых формациях складчатого обрамления Сибирской платформы, в частности, на территории Енисейского кряжа, где известны стратиформные проявления ванадиевых руд в черных сланцах.

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА ЗОЛОТА ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН — МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА РЕТРОСПЕКТИВЫ И ПРОГНОЗА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ (1950—1995—2025 гг.)

А.И. Кривцов (ЦНИГРИ МПР России)

Минерально-сырьевая база любого полезного ископаемого представляет собой сложную систему, взаимодействие различных элементов которой определяется комплексом как регулируемых, так и нерегулируемых факторов. Подсистема производство — потребление регламентируется достаточно жесткими экономическими механизмами. Развитие подсистемы запасы — ресурсы, как и темпы воспроизводства МСБ, в принципе определяемые уровнями будущего (отложенного) спроса, не обнаруживает отчетливо выраженных прямых экономических зависимостей от текущих объемов производства и потребления. Среднегодовые темпы роста добычи (m) любого полезного ископаемого, эквивалентные увеличению потребления, за время t , исходная обеспеченность добычи запасами (b), среднегодовые темпы прироста запасов (r) и коэффициенты компенсации добычи приростом запасов (k) связаны простой зависимостью ($mt=2br/k-2$). Необходимые затраты на воспроизводство МСБ могут быть выражены через отношения между стоимостями прироста единицы запасов (x) и продукции горно-добывающих предприятий (y) — $q=kx/y$, где q — ставка отчислений на воспроизводство МСБ (в российском недропользовании). В то же время, как известно, финансирование ГРП в ряде стран осуществляется не только за счет средств добывающей промышленности, что увеличивает темпы прироста запасов.

Оценка уровня МСБ, достаточного на перспективу для нормального развития и существования цивилизации, требует учета комплекса демографических, экономических и технологических факторов, выраженных в соответствующих показателях.

Производство минерально-сырьевых ресурсов, их потребление и требуемый уровень

МСБ находятся в зависимости от численности народонаселения, что выражается приближенными равенствами $p=n+q$ (где p, n, q — темпы роста в сложных % общего потребления, населения, потребления на душу населения соответственно); $m=n+c$ (где m, c — темпы роста в сложных % общего производства того или иного полезного ископаемого и его производства на душу населения).

Энергоносители (ТЭС) занимают лидирующее положение в производстве и использовании минерально-сырьевых ресурсов, поскольку добыча ТЭС определяет уровень энергетической комфортности народонаселения и эффективность промышленного производства. Темпы роста народонаселения (n), общего производства ТЭС (d) и его производства на душу населения (s) связаны приближенной зависимостью $n=d-s$. Общепринятый в экономике показатель роста ВВП (w) связан с темпами увеличения валовой добычи ТЭС (d) и возрастания (убыли) энергопотребления на единицу ВВП (e) приближенной зависимостью $w=d-e$.

Добыча ТЭС и энергоснабжение невозможны без соответствующего производства других полезных ископаемых, что в свою очередь, требует необходимого энергопотребления. Эти связи могут быть выражены через показатель металлоемкости добычи ТЭС — массы металлов (или других полезных ископаемых), приходящейся на 1 т условного топлива (тут). Соответствующие темпы роста находятся в зависимости $d=m-a$.

Таким образом, показатели темпов роста (убыли) использования и воспроизводства МСБ могут быть рассчитаны через темпы увеличения народонаселения, изменения энергопотребления и валового внутреннего продукта. Оценка достаточности — недостаточности имеющихся запасов для расчетного уровня производства (g — относительно начального) за время t при исходной обеспеченности b определяется через погашение исходных запасов (p) накопленной добычей ($t(g+1)=2pb$), а необходимые темпы прироста запасов — через коэффициент k из зависимости $rt=kp$.

Приведенные показатели, их взаимозависимости и ряд комплексных характеристик использованы автором для ретроспективного анализа (1950—1995 гг.) зарубежной МСБ (ТЭС и ведущие твердые полезные ископаемые) и многовариантного прогноза ее использования и воспроизводства до 2025 г. (А.И. Кривцов, 1998).

Начальный металлогенический потенциал золота для указанной группы стран оценивается Д. Зингером (1995) в 174,5 тыс. т, из которых более 80 тыс. т приходится на золотоносные конгломераты ЮАР. За вычетом остаточных (на 1995 г.) 44 тыс. т запасов накопленная добыча составляет около 130 тыс. т, из которых к 1950—1995 гг. относится примерно 55 тыс. т. Среднегодовые темпы роста добычи за этот период составили 1,9 % (за 1990—1995 гг. — 1,6 %). Добыча 1995 г. в 2,3 раза превысила уровень 1950 г., при этом за последние 25 лет было погашено 88 % исходных запасов (1970 г.). Интенсификация поисков и разведки месторождений золота привела к тому, что за 1990—1995 гг. коэффициент компенсации добычи запасами возрос до 1,5 (против 0,6 за 1980—1990 гг.). Среднегодовые темпы прироста запасов за 1970—1995 гг. составили 4,5 %. За 1990—1995 гг. запасы металла увеличились лишь на 10 % при снижении обеспеченности с 27 до 24 лет. По этому показателю запасы золота входят в высоколиквидную группу (вместе с алмазами — 28 лет, серебром — 34 года, цинком — 37 лет, газом — 48 лет).

Рудничное производство золота на 1 тут в зарубежной добыче за первые четыре десятилетия (1950—1995 гг.) последовательно убывало (393, 309, 202 и 204 мг/тут соответственно по периодам), а за 1990—1995 гг. оказалось в среднем на уровне — 200 мг/тут. В то же время росла добыча золота на душу населения: 1950 г. — 473, 1990 г. — 496, 1995 г. — 500 мг.

Расчеты возможных уровней добычи золота за 1996—2025 гг. выполнены по нескольким вариантам, методические основы которых изложены в упомянутой выше работе. По минимизированному варианту рудничное производство золота в 2025 г. для рассматриваемой группы стран оценивается в 3,1 тыс. т в год (металлоемкость ТЭС 206 мг/тут). Следует подчеркнуть, что приведенное значение отвечает среднегодовому темпу общей

добычи ТЭС 2,3 %, увеличению народонаселения на 1 % в год и производства ТЭС на душу населения на 1,3 % ежегодно. Расчетная накопленная добыча золота (к 2025 г.) в 1,7 раза превышает исходные запасы (1995 г.). Для сохранения «стартовой» обеспеченности (24 года) среднегодовые темпы прироста запасов за 1996—2025 гг. должны составлять 7,9 % при значении коэффициента компенсации около 1,4.

Для достижения таких темпов воспроизводства МСБ золота зарубежных стран требуется заблаговременная (уже с начала будущего века) интенсификация геолого-разведочных работ. Вместе с тем, уже созданная весьма значительная МСБ СНГ, осваиваемая низкими темпами, может быть альтернативой еще необнаруженным месторождениям в других странах. Вопрос заключается в том, насколько интенсивно и на каких условиях могут быть реализованы в странах СНГ уже начавшиеся процессы глобализации минерально-сырьевых ресурсов.

ПРОГНОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ РОССИИ ДО 2025 г.

**А.И. Кривцов, Б.И. Беневольский, А.А. Стороженко, П.Я. Шабаршов
(ЦНИГРИ МПР России)**

Возможности устойчивого развития экономики России связаны с наличием и рациональным использованием природных ресурсов, в том числе минерально-сырьевых ресурсов цветных и благородных металлов. Особенно актуальной эта проблема становится в условиях переходного периода и на перспективу.

Концепция использования и развития МСБ названных металлов и количественных показателей прогноза до 2025 г. основана на ретроспективном анализе динамики МСБ за предшествующий период (1981—1995 гг.) с учетом необходимости обеспечения внутренних потребностей и конъюнктуры соответствующих полезных ископаемых на мировом рынке. В этом анализе в качестве исходного базового периода состояния и устойчивого роста МСБ принято пятилетие 1986—1990 гг. Ретроспективный анализ состояния МСБ и прогноз ее развития до 2025 г. проведены по свинцу, цинку, меди, никелю, золоту и серебру.

При рассмотрении перспективных сценариев развития МСБ особое внимание уделялось определению возможных периодов прекращения спада рудничного производства, последующей его стабилизации и необходимых темпов роста для достижения уровней 1990 г. Перспектива рассматривалась и оценивалась в соответствии с принятой методикой по следующим показателям: долговременным тенденциям предшествующего развития, показателям программы «Руда», показателям Энергетической программы РФ (и металлоемкости), возможному росту ВВП и среднему уровню рудничного производства каждого из металлов на душу населения.

По результатам ретроспективного анализа развития МСБ цветных и благородных металлов в предшествующий период установлены среднегодовые темпы добычи, роста запасов, коэффициенты компенсации добычи приростами запасов, и на их основе выявлены долговременные тенденции фактического развития и использования МСБ. Темпы добычи анализируемых металлов в 1981—1990 гг. характеризовались положительными значениями (за исключением цинка и золота); последующий период (1991—1995 гг.) отмечен резким спадом рудничного производства — от 2 % (золота) до 13 % (свинца) в год. Среднегодовые темпы роста разведанных запасов всего комплекса цветных и благородных металлов за весь 15-летний период (1981—1995 гг.) имели положительные значения — от 0,9 % (свинца) до 4,4 % (золота). Коэффициенты компенсации добычи приростами запасов колебались от 0,7—0,8 (меди и никеля) до 2—3 (серебра и золота).

Прогноз и возможные варианты использования и развития МСБ цветных и благородных металлов до 2025 г. основаны на расчетах уровней добычи и темпов их роста по

опорным годам пятилетий, необходимых для устойчивого развития МСБ. Вариант экстраполяции значений долговременных тенденций роста добычи металлов определяется темпами от 1 до 2,6 % в год. В качестве наиболее обоснованного прогноза использован вариант металлоемкости ТЭС, или соотношения добычи металлов с производством энергоносителей (топливно-энергетического сырья — нефти, газа, угля). На основе значений металлоемкости каждого из металлов, полученных по фактическим данным за 1990 г. (как максимальных) и 1995 г. (как минимальных), расчетные уровни добычи всех металлов и их динамика до 2025 г. укладываются в рамки среднегодовых темпов роста между 1 и 5 % (соответственно по $TЭС_{min}$ и $TЭС_{max}$). Варианты ВВП, или соответствие темпов использования МСБ возможному росту валового внутреннего продукта, приняты (как и рост ВВП) на трех уровнях — в 1, 2,5 и 5 %. Близкие значения имеют прогнозируемые темпы роста добычи товарных руд, рассчитанные на основе средних показателей МСБ на душу населения, тесно увязанные с ростом народонаселения.

Отмечается известная близость или сходство значений пятилетних и конечных (на начало 2025 г.) уровней и объемов добычи обеих групп металлов, рассчитанных по разным вариантам. При этом наиболее тесная корреляция наблюдается между показателями вариантов долговременных тенденций и ТЭС, а также между вариантами ВВП и средних на душу населения уровней использования МСБ. Предлагаемые варианты прогнозируемых уровней добычи цветных и благородных металлов рассматриваются в качестве основы использования и развития МСБ в XXI в.

ЭКЗОГЕННАЯ ЗОЛОТОНОСНОСТЬ И ПЛАТИНОНОСНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ РФ — КОМПЛЕКТ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КАРТ МАСШТАБА 1:2 500 000—1:5 000 000

**А.И. Кривцов, И.Ф. Мигачев, О.С. Набровенков, Л.А. Николаева,
Н.М. Риндзюнская, Г.В. Ручкин, С.В. Яблокова (ЦНИГРИ МПР России)**

Минерально-сырьевая база золота и платиноидов в России формировалась, использовалась и эксплуатировалась в течение двух с половиной веков. Основным источником благородных металлов служили россыпные месторождения, на долю которых приходилось 70—75 % добычи золота и почти 100 % платины.

В производстве платиноидов в настоящее время приоритет принадлежит сульфидным медно-никелевым месторождениям Норильско-Талнахского рудного района. Однако в последние годы существенно возросло значение в общей добыче россыпных месторождений, что связано с увеличением объема научно-поисковых работ, проведенных ЦНИГРИ и другими организациями по платиновой тематике, утвержденной МПР РФ, и вводом в эксплуатацию крупных россыпных месторождений в Хабаровском крае и Корякии.

До выхода представленного комплекта карт для территории РФ фактически отсутствовали обобщающие работы по экзогенным месторождениям благородных металлов. Созданный комплект специализированных карт отражает основные закономерности размещения россыпных месторождений золота и платиноидов, рудно-формационную принадлежность главных и второстепенных источников питания россыпей, геохимическую и морфологическую характеристику металла, состояние сырьевой базы и ее сравнение с рудной по субъектам РФ с выделением перспективных площадей как в пределах традиционных россыпных провинций, так и на новых территориях, характеризующихся не только более сложными условиями концентрации металла, но и, возможно, нетрадиционными источниками питания россыпей.

На базовой карте комплекта м-ба 1:2 500 000 с использованием современной формационной основы впервые проведено металлогеническое районирование территории РФ с выделением зон эндогенной и экзогенной металлоносности (золотой и платиновой). Сочетание металлогенических, формационных и структурно-геоморфологических факторов отражает условия формирования россыпных зон, их специализацию и продуктивность.

Для россыпных районов в специальных знаках представлена комплексная информация о генезисе, условиях залегания, возрасте россыпей, доле (в %) учтенного золота в россыпях различного возраста, сопутствующих полезных компонентах. Для отдельных россыпей или их групп впервые в картографическом изображении на основе анализа самородного золота и платиноидов конкретизирована принадлежность металла к определенным золоторудным или платиноносным магматическим формациям, приведены данные по granulometрии металла и его составу.

Кроме россыпей, на карте в пределах золоторудных зон выделены площади корообразования, потенциально перспективные на обнаружение месторождений золотоносных кор выветривания, а также известные месторождения и крупные рудопроявления золота в корах выветривания. На карте-врезке для характеристики общего состояния МСБ россыпного золота приведены результирующие данные по приоритетности субъектов РФ по начальному потенциалу и накопленной добыче россыпного золота. Такая карта не только является богатым справочником для геологической службы, но и обеспечивает широкие возможности для геологических построений как в целом для всей страны, так и для отдельных провинций и субъектов РФ.

Другие три карты м-ба 1:5 000 000 имеют вспомогательное значение. Карта зон россыпной золотоносности РФ, карта перспектив экзогенной золотоносности РФ и карта геоэкологических условий освоения золотоносных районов РФ отражают роль субъектов РФ в запасах, добыче и прогнозных ресурсах россыпного золота. Приведенные показатели структуры и освоения начального потенциала россыпной и коренной золотоносности позволяют делать определенные прогнозные заключения; показана роль мелкого и тонкого золота для конкретных золотороссыпных районов, ранее не учитываемого при оценке прогнозных ресурсов; выделены перспективные площади разного ранга, для которых получены необходимые обоснования потенциала экзогенной золотоносности, среди них Среднерусская золотороссыпная провинция.

С учетом экологических последствий изменения среды дана также оценка степени нарушенности природных комплексов в районах россыпной золотодобычи, выделены типы техногенных изменений геоэкологической ситуации при освоении перспективных площадей.

Комплект карт сопровождается объяснительной запиской, в которой отражены их назначение, принципы составления, содержание легенд, необходимые геолого-генетические и геоэкологические интерпретации, а также результаты анализа состояния МСБ россыпного золота и перспективы ее развития.

Комплект карт составлен в ЦНИГРИ под общим методическим руководством редколлегии: главный редактор В.П. Орлов, зам. главного редактора А.И. Кривцов, Б.А. Яцкевич, члены редколлегии — Ю.М. Дауев, М.М. Константинов, А.И. Кривцов, И.Ф. Мигачев, О.С. Набровенков, В.Н. Новиков, Н.М. Риндзюнская, Г.В. Ручкин, С.В. Яблокова.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ В ОБЛАСТИ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

А.И. Кривцов, И.М. Новожилова (ЦНИГРИ МПР России)

За последнее десятилетие более 90 стран приняли новые законы о недрах или внесли изменения в существующие законодательства.

Эти изменения в основном заключаются в следующем:

устранение или ограничение барьеров для прямых иностранных инвестиций в горно-рудную промышленность;

усовершенствование налоговой политики;

упорядочение системы взаимодействия прав на разведку и прав на добычу;

ограничение или запрещение горно-рудной деятельности в отдельных районах;

усиление обязательств горно-рудных предприятий по охране окружающей среды.

В законах об иностранных инвестициях многих стран не только сняты или сокращены ограничения на инвестиции, но и существуют различные стимулы для их привлечения (гарантии по репатриации прибыли и капитала, нейтралитет по отношению к национальным инвесторам, льготы по таможенным пошлинам, налоговые льготы и т. д.)

Совершенствование налоговой политики происходит в основном не за счет снижения налоговых ставок, а благодаря разумному сочетанию различных налоговых скидок и льгот. Некоторые из них разработаны специально для горно-рудной промышленности, что создает благоприятный климат для вложения капитала в эту отрасль.

Поскольку разведочные работы и подготовка объектов к эксплуатации ведутся в течение многих лет, сменяя различных участников, большое значение имеют вопросы передачи прав на недра, связь между правами на разведку и последующую добычу.

Если первые три группы изменений способствуют усилению горно-добывающей деятельности, то ограничения и запреты на ведение разведочных и добычных работ в зонах специального контроля (природоохранных, археологических и т. д.) и расширяющееся движение за охрану окружающей среды ведут к снижению активности в горном секторе. Вместе с тем, нехватка некоторых видов сырья или высокие цены на него (особенно на топливо) заставляют людей понять значение полезных ископаемых для обеспечения нормального уровня жизни. В результате возникает противоречие между стремлением сохранить необходимый уровень жизни и стремлением исключить вредное влияние на среду обитания.

Поправки и изменения, вводимые в законы о недрах в течение последнего десятилетия, подчеркивают стремление государств привлечь международный капитал в развитие горно-добывающей промышленности. В свою очередь, транснациональные компании при рассмотрении инвестиционной привлекательности горно-рудных проектов тщательно изучают местные законодательства.

Пример Латинской Америки показывает, что в результате совершенствования законодательных режимов возник большой приток инвестиций в горно-добывающий сектор. Законодательные реформы проходят также в странах Азии и начинаются в Африке. Это свидетельствует об общем стремлении к глобальным рынкам и достижению конкурентоспособности на мировом уровне.

Перспективность той или иной страны в отношении полезных ископаемых обычно начинается с геологии. Однако общая стабильность в стране, законодательный режим и инвестиционный климат являются критическими факторами при принятии решений о долгосрочных разведочных и добычных проектах.

КУЧНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

Г.С. Крылова, Г.В. Седельникова, В.И. Зеленов, Н.И. Королев, В.Н. Елисеев (ЦНИГРИ МПР России)

Коры химического выветривания, распространенные на золоторудных месторождениях Урала (Воронцовское, Светлинское), Саха — Якутии (Куранахское), Хакасии (Майское), Салаира и др., содержат от 1 до 4—5 г/т золота и, наряду с бедными и забалансовыми рудами и россыпями, служат дополнительным источником для получения благородных металлов. Руды кор выветривания в настоящее время вовлекаются в промышленную переработку в весьма ограниченном количестве вследствие наличия в них преимущественно мелкого (–0,25 мм) и тонкого (–0,1 мм) золота и значительного количества глин. Поэтому целесообразно изучить состав и технологические свойства золотоносных кор выветривания различных регионов России и разработать эффективную технологию переработки этого нетрадиционного вида минерального сырья.

Кучное выщелачивание — современная высокоэффективная технология, характери-

зующаяся сравнительно малыми инвестициями и быстрой окупаемостью затрат. В ЦНИГРИ эта технология разработана и внедрена для извлечения золота из бедных окисленных и забалансовых руд, техногенного сырья, а также из руд кор выветривания (Лопуховское, Жанан, отвалы АО «Южуралзолото» и др.).

Нами проведены исследования 28 проб, в том числе 25 малых технологических проб массой по 50—80 кг и трех укрупненно-лабораторных проб массой от 200 до 1000 кг, отобранных на месторождениях Воронцовское, Светлинское, Тамбовское, Кочкарское, Каталамбинское, Шамайская зона и др. Принципиальная схема изучения вещественного состава проб предусматривала определение содержания промышленно ценных компонентов, вредных примесей, осложняющих технологию переработки и экологию, степени окисленности, гранулометрического состава, размера и формы нахождения золота. Установлено, что промышленно ценным компонентом в пробах является золото, содержание которого колеблется от 0,2 до 25 г/т.

В 50 % (14) изученных проб содержание золота составляет 1—5 г/т и только в трех пробах отмечаются повышенные и высокие концентрации металла (10—25 г/т). По данным химического анализа попутным компонентом является серебро с содержанием от 0,3 до 20 г/т. Из вредных примесей присутствуют мышьяк в пяти пробах в количестве 0,1—0,9 % и органический углерод в шести пробах в количестве 0,10—0,18 %.

Минеральный состав кор выветривания представлен набором следующих основных минералов в широком диапазоне их содержаний, %: кварц 30—80, полевые шпаты до 8, слюды от 1 до 53, глинистые минералы и агрегаты 20—60, гидроксиды железа и марганца 3—25. В трех пробах присутствует пирит (содержание сульфидной серы 0,2—3,5 %).

По гранулометрическому составу пробы представлены материалом, в котором выход крупных классов не более 12—15 %, средних (–10...+0,5 мм) не превышает 30 %, почти во всех пробах отмечается высокое содержание шламистых фракций (–0,1 мм) — от 30 до 75 %.

Фазовый анализ проб на золото показал, что практически во всех исследованных пробах основная масса золота (90 %) находится в цианируемой форме. Из 28 исследованных проб только в одной цианируемого золота содержалось 60 % (присутствовал сорбционно-активный органический углерод) и в двух 76 и 86,7 %.

При исследовании вещественного состава руд кор выветривания установлено, что они характеризуются значительным количеством глинистых составляющих (20—60 %) и содержат преимущественно (до 80—85 %) мелкое и тонкое золото, т. е. являются весьма сложным с технологической точки зрения золотосодержащим сырьем.

Методика технологических испытаний золотосодержащих проб кор выветривания включала технологическую оценку гравитационного, флотационного и гидрометаллургического способов обогащения (цианирование в агитационном и перколяционном режимах). Проведенные исследования по технологической оценке руд кор выветривания показали, что применение гравитационных и флотационных способов для их переработки малоэффективно. Извлечение золота в гравииоконцентрат составляет в среднем 30—40 %. Флотацией извлекается 25—35 % золота, но при этом выход концентрата 20—35 %. Эффективно извлекается золото в процессе агитационного цианирования — на 90—99 %. Технология кучного выщелачивания золота из окомкованного материала также позволяет получить высокие показатели по его извлечению — 75—90 %.

В заключение следует отметить, что все изученные пробы кор выветривания с технологической точки зрения пригодны к переработке методом цианирования и кучного выщелачивания. Как показали выполненные технико-экономические расчеты, для переработки руд кор выветривания с содержанием золота менее 2—3 г/т рентабельным способом извлечения металла является технология кучного выщелачивания.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ АЛМАЗОВ, БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО БАНКА ЦИФРОВОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В.В. Кузнецов, Е.В. Ноздря (ЦНИГРИ МПР России), В.А. Медведев (ГлавНИВЦ МПР России)

Объективная оценка комплекса показателей и регулирования развития МСБ алмазов, благородных и цветных металлов России на уровне объекта (месторождения) — субъекта Федерации — федерального органа управления фондом недр осуществляется путем системного мониторинга ресурсов и запасов минерального сырья. Мониторинг — неотъемлемая составная часть управляющей (регулирующей) системы. Только на его основе возможно принятие оптимальных решений с их реализацией и отслеживанием процессов создания и использования минерально-сырьевых ресурсов и запасов.

В системе управления МСБ ключевыми являются четыре элемента, или блока, отражающие весь технологический процесс управления использованием и воспроизводством ресурсов и запасов минерального сырья: операционный «управляющий», информационно-аналитический, контрольный, финансовый (А.И. Кривцов и др., 1997). Функционирование системы в многовариантном режиме принятия управляющих решений обеспечивается сервисным компьютерно-технологическим блоком.

Система мониторинга МСБ спроектирована как многосырьевая система, т. е. для управления МСБ по группам полезных ископаемых (цветные металлы, благородные металлы, алмазы и т. д.) и минеральным ресурсам в целом анализируются общие показатели. Специфические для каждого полезного ископаемого данные (способы добычи и т. д.) хранятся в справочниках. Существенной чертой МСБ является географическая разобщенность ее объектов, которые могут быть описаны на уровне РФ в целом, регионов, субъектов РФ, месторождений и ГОКов. С учетом этого обстоятельства в системе мониторинга МСБ формируются следующие базы и банки данных (БД).

1. Картографические БД по минерально-сырьевой базе субъектов РФ (по состоянию начиная с 1993 г. для алмазов, общего, коренного и россыпного золота, свинца, цинка, меди, серебра, платины, никеля и кобальта).

2. Картографические БД месторождений алмазов, цветных и благородных металлов.

3. Фактографические БД по конъюнктуре мирового рынка (по состоянию начиная с 1993 г.).

4. Специализированные геолого-экономические цифровые карты.

Созданные банки данных предназначаются для решения задач мониторинга на федеральном, региональном и объектном уровнях.

Объекты в БД представлены в картографических и атрибутивных данных. Атрибутивные данные организованы в виде связанных общими полями таблиц (реляционная модель). Карты имеют векторное топологическое представление.

Основными отличительными чертами созданной информационной системы являются: ретроспективный характер данных, позволяющий анализировать динамику изменений запасов и ресурсов полезных ископаемых; наличие блока конъюнктурных показателей минерального сырья.

Функциональное назначение системы состоит в компьютерном сопровождении процедур принятия управленческих решений, их реализации, отслеживании результатов реализации, моделировании различных вариантов использования и развития МСБ, сопоставлении результатов реализации различных вариантов и выборе оптимального.

Основным инструментом для работы с векторными картами служит пакет ГИС

ArcInfo 3.4.2+ArcView 2.1 for Windows (ESRI). Преобразования географических проекций карт России производились средствами отечественной ГИС — GeoDraw 2.11 (Центр геоинформационных исследований Института географии РАН).

В качестве СУБД для хранения атрибутивной информации использована система MetaData версии 1.4 (разработка ЦНИГРИ). Базовый формат данных — DBF.

В дальнейшем необходимо, в первую очередь, пополнение и расширение существующих баз и банков данных:

- пополнение БД по МСБ зарубежных стран (ежегодно);
- пополнение БД по субъектам РФ (ежегодно);
- пополнение БД по месторождениям цветных и благородных металлов (ежегодно);
- реализация БД в виде законченных программных модулей;
- доработка лингвистического обеспечения;
- создание новых тематических слоев (Схемы металлогенического районирования РФ, расположения ГОКов и др.);
- создание цифровой карты экзогенной золотоносности и платиноносности РФ м-ба 1:2 500 000.

В сфере расширения возможностей анализа МСБ алмазов, благородных и цветных металлов предполагается:

- создание специализированных цифровых геолого-экономических карт для алмазов, благородных и цветных металлов;
- создание баз данных основных характеристик ГОКа;
- решение аналитических и прогнозных задач, связанных с введением в эксплуатацию новых объектов;
- решение многовариантных задач анализа и тенденций развития МСБ алмазов, благородных и цветных металлов РФ.

Особый интерес представляет банк данных по геолого-экономической характеристике балансовых россыпных месторождений золота России. К настоящему времени собраны данные более чем по 3500 россыпям, что составляет значительную долю (около 90 %) всех месторождений. Информация, содержащаяся в БД, по сути уникальна и имеет важное значение при геолого-экономической оценке МСБ золота Российской Федерации.

В то же время по ряду объективных причин данный банк в настоящем виде имеет ряд недостатков, главные из которых следующие.

1. Отсутствие координат местоположения россыпей и, как следствие, невозможность показа их на картографической основе.
2. Отсутствие специализированной геолого-экономической цифровой картографической основы.
3. Отсутствие среди показателей банка минералого-геохимической характеристики россыпей, являющейся наряду с геолого-экономической важнейшей для общего описания россыпных месторождений золота.

На протяжении ряда лет ведутся работы по созданию банка данных минералого-геохимических характеристик основных россыпных месторождений золота. В него включена информация по комплексу признаков: проба золота, примеси, сопутствующие минералы, уровень эрозионного среза и т. д. Всего более 50 показателей.

Таким образом, в настоящее время имеется возможность существенно повысить значение создающегося для Государственного банка цифровой геологической информации (ГБЦГИ) геолого-экономического банка россыпей золота, дополнив его картографической основой и минералого-геохимической характеристикой.

Система может быть выведена на современный уровень путем реализации ГИС-проекта, включающего специализированную геолого-экономическую основу с отражением на ней основных балансовых россыпей золота и платиноидов и базы данных по основным геолого-экономическим и минералого-геохимическим показателям россыпей, что позволит в дальнейшем проводить его ежегодное обновление.

Все работы методически, технологически и технически согласованы с методологией ГВЦГИ и полностью отвечают требованиям к геоинформации, поставляемой для него.

Выполняемая работа позволит повысить уровень информационного обеспечения органов управления РФ, администраций субъектов РФ, региональных и территориальных геологических центров и комитетов, научно-исследовательских и производственных организаций.

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ — ОСНОВА ОЦЕНКИ РУДНЫХ ПРОВИНЦИЙ НА ВЫЯВЛЕНИЕ КРУПНООБЪЕМНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Н.К. Курбанов (ЦНИГРИ МПР России)

Важнейшие отличительные особенности крупнообъемных месторождений цветных и благородных металлов — это прежде всего гигантские (уникальные) запасы при низких содержаниях полезных компонентов. Обычно залежи с высокими содержаниями (Au >5—6 г/т; Ag >25 г/т; Cu >0,5 %; Pb >1 % и Zn >1,5—2,5 %) составляют всего от 2—3 до 10—15 % от общих запасов.

Анализ мировых рудных провинций показывает, что типичные крупнообъемные месторождения этих металлов связаны с определенными рудно-формационными семействами, в большинстве случаев локализованными в определенных типах подвижных поясов земной коры. К таким семействам относятся главным образом колчеданно-полиметаллические в «проникающих» авлокогенах и терригенных эвгеосинклиналях, золото-порфировые и молибден-медно-порфировые в окраинных и внутриконтинентальных вулканоплутонических поясах длительного развития. Они обычно формируются на мощной гетерогенной континентальной коре с существенным проявлением процессов базификации.

Наиболее уникальные месторождения связаны с углеродисто-золото-сульфидным семейством в мезо-миогеосинклиналях, запасы золота в которых могут достигать 3—5 тыс. т при среднем содержании 1,5—2 г/т. Характерно, что формирование этих типов рудно-формационных семейств охватывает гигантский интервал времени — от докембрия до мезозоя включительно.

Весьма важным для оценки потенциалов выделенных типов провинций на указанные рудно-формационные семейства с крупнообъемными (уникальными) запасами представляется следующее: а) выявление особенностей их внутреннего строения, основанное на структурно-формационном районировании и геодинамическом анализе их отдельных зон, подзон и сегментов; б) выделение зон, подзон и сегментов такого типа развития, при котором отмечается неоднократное и последовательное чередование стабильных (с продуктами базальтоидного магматизма на фоне терригенного и карбонатно-терригенного осадконакопления) этапов становления с мобильными, отличающимися нарастанием интрузивного магматизма в отдельных их блоках, на фоне смены базобного гранитоидного магматизма барофильным; в) выявление таких сегментов металлогенических провинций, которые отличаются гетерогенностью формирования указанных рудно-формационных семейств, и где наиболее длительно и разнообразно могли проявиться процессы регенерации рудного вещества в определенных типах «ловушек»-концентраторов.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО НЕТРАДИЦИОННОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ РИФЕЯ БАШКИРСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ КРУПНООБЪЕМНЫХ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

П.Г. Кучеревский, К.М. Минькин (ЦНИГРИ МПР России)

В последние годы в терригенных (углеродисто-глинистых) отложениях рифея ряда древних платформ выявлено нетрадиционное стратиформное оруденение, содержащее золото, платиноиды, молибден, никель, ванадий и другие элементы, в том числе радиоактивные. Рудоносные отложения имеют площадное развитие и сформированы в условиях быстрого прогибания. Повышенная металлоносность, как правило, связана с послойной вкрапленной и прожилковой сульфидизацией.

В терригенных комплексах рифея Башкирского антиклинория проявления вкрапленного и прожилково-вкрапленного золото-сульфидного оруденения локализованы в отложениях, сформированных на самых ранних стадиях выделяемых здесь крупных циклов осадконакопления (большеинзерская, зигальгинская, зигазино-комаровская и зильмердакская свиты).

В составе потенциально рудоносных комплексов выделены в целом сходные по литолого-фациальным характеристикам отложения, геохимически специализированные на золото, характеризующиеся также положительными кларками концентрации меди, кобальта, никеля, ванадия, хрома, титана, иногда элементов платиновой группы и устойчиво повышенной интенсивностью гамма-излучения.

Распределение разнотипного в морфоструктурном отношении золотого оруденения в потенциально продуктивных толщах имеет сложный характер, во многом зависящий от сочетания литолого-структурных факторов, тектонических деформаций и особенностей рудно-метасоматических процессов.

Проведенное изучение золоторудной минерализации показало высокую степень изменчивости концентраций основных рудообразующих элементов в околорудных и рудно-штокверковых зонах, очевидно, свидетельствующей о протекавших здесь процессах интенсивного перераспределения вещества. При этом обращает на себя внимание взаимозависимость распределения концентраций золота, тория и калия на фоне высокого торий/уранового отношения.

Разработанная модель полиэтапного формирования золотого оруденения в пределах рассматриваемых геологических уровней включает начальные этапы, отвечающие ранним стадиям рифейского рифтогенеза. В это время создавались обстановки, благоприятные для накопления в осадках золота и других рудообразующих элементов. Последующие этапы преобразования металлоносных осадков (диа-, катагенетического, тектонического и др.) и рудообразования характеризовались регенерацией пороодо- и рудообразующего вещества. Комплекс признаков свидетельствует о перспективности выявления в пределах потенциально продуктивных толщ гетерогенного крупнообъемного штокверково-жильного золотого оруденения.

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ НИКЕЛЕНОСНОСТИ И ПЛАТИНОНОСНОСТИ СЕВЕРА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

А.П. Лихачев (ЦНИГРИ МПР России)

Перспективы севера Восточной Сибири оцениваются на основе общих закономерностей связи, обстановок нахождения и продуктивности рудоносных магматических формаций и месторождений, их проявления и распределения на конкретных площадях.

На рассматриваемой территории выделены четыре рудоносные формации: платино-

медно-никелевые габбро-пикрит-долеритовая норильского, габбро-троктолит-долеритовая курейского, габбро-пироксенит-перидотитовая мончегорского и золото-платино-иридий-осмиевая щелочная пироксенит-перидотит-дунитовая гулинского типов. С магматической формацией норильского типа связаны крупные с богатыми рудами месторождения, курейского — преимущественно вкрапленная субпромышленная минерализация, мончегорского — сравнительно небогатое вкрапленное и жильное оруденение, гулинского — промышленные аллювиальные и элювиальные россыпи. Богатые месторождения норильского типа в большей своей части уже выявлены. Основные перспективы связываются с возможностью обнаружения на северо-западе Сибирской платформы месторождений с преобладающим вкрапленным оруденением, относительно богатым металлами платиновой группы. Месторождения курейского типа имеют широкую перспективу открытия по периферии трапсового поля Сибири, но их промышленная значимость невысока. Проявления мончегорского типа характерны для Таймырского полуострова. Из-за сравнительно небольших размеров рудоносных магматических тел и преобладания вкрапленного оруденения их промышленное значение также невысоко.

Золото-платино-иридий-осмиевые россыпи, открытые на северо-восточной окраине поля сибирских траппов на основе рекомендаций ЦНИГРИ, связаны с интрузивными массивами гулинского магматического комплекса. Они обладают значительными ресурсами и представляют собой интерес как источники получения дорогостоящего осмия.

Таким образом, решение проблемы обеспечения минеральным сырьем Норильского комбината зависит от разработки и внедрения новых технологий, обеспечивающих высокое извлечение металлов и рентабельную отработку сравнительно бедных руд.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГРУППИРОВКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПАСОВ

В.И. Лобач (ЦНИГРИ МПР России)

В «Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. 1997, МПР, ГКЗ» месторождения по сложности геологического строения подразделяются на четыре группы. Данный признак включает систему качественных характеристик, из которых ведущими разведочными являются мощность и внутреннее строение. Очевидно, что их качественные характеристики могут быть весьма субъективными и поэтому не всегда удовлетворяют разведочную практику. Не случайно в «Классификации...» предусмотрена возможность использования количественных показателей оценки изменчивости основных свойств оруденения, характерных для конкретного вида полезного ископаемого.

На примере золоторудных месторождений разработана количественная характеристика сложности внутреннего строения, которую уже на ранних стадиях разведочных работ можно оценить с достаточно высокой достоверностью. Количественная оценка сложности внутреннего строения базируется на концепции концентрационной неоднородности золоторудных месторождений. Согласно этой концепции, месторождение рассматривается как поле концентраций полезного компонента, в котором можно выделить скопления структуроопределяющего уровня. Этот уровень в наибольшей мере наследует черты геологических преобразований в процессе рудообразования, а форма, размеры, взаиморасположение и ориентировка скоплений данного концентрационного уровня определяют тип концентрирования полезного компонента или характер распределения оруденения месторождения.

Структуроопределяющий уровень в системе динамической модели изучаемого золоторудного объекта устанавливается по экстремальным значениям таких важнейших свойств концентрирования, как прерывистость, компактность и контрастность.

Достаточное условие для оценки сложности внутреннего строения месторождения — наличие одной или нескольких реализаций (разведочных пересечений или сечений), по

каждой из которых определяется концентрационный интервал. Границы концентрационного интервала могут быть геологическими или концентрационными. В пределах интервала выявляются положительные и отрицательные элементы неоднородности, или соответственно ПЭН и ОЭН. Сложность как характеристика изменчивости внутреннего строения является по существу концентрационно-морфологической, так как включает, с одной стороны, изменчивость количества и размеров, взаиморасположения ПЭН и ОЭН, а с другой — изменчивость содержаний полезного компонента в ПЭН и ОЭН.

Формула количественной оценки сложности имеет вид:

$$S_{cm} = S_c + S_m,$$

где S_{cm} — показатель общей сложности внутреннего строения; S_c — показатель концентрационной сложности; S_m — показатель морфологической сложности.

Показатель общей сложности внутреннего строения — величина безразмерная, а соотношение S_c и S_m в общем показателе сложности меняется в зависимости от типа концентрирования полезного компонента. На месторождениях со столбовым типом концентрирования это соотношение в пользу S_c , а на месторождениях с гнездовым типом концентрирования — в пользу S_m .

Обобщение результатов обработки большого числа реализаций по моделям рудных объектов с различными типами концентрирования полезного компонента (от столбового до гнездового) и нескольким золоторудным месторождениям позволило наметить диапазоны показателей сложности внутреннего строения применительно к существующей группировке месторождений в «Классификации...» (таблица).

Группировка месторождений твердых полезных ископаемых на основе количественной оценки сложности их внутреннего строения

Показатели сложности	Группы сложности геологического строения по «Классификации...»			
	1	2	3	4
Качественная характеристика внутреннего строения по «Классификации...»	Устойчивое	Неустойчивое	Очень изменчивое	Резко изменчивое
Общая сложность (S_{cm})	До 0,5	0,5—3	3—7	>7
Концентрационная сложность (S_c)	До 0,5	0,5—1	1—3	>3
Морфологическая сложность (S_m)	0	До 2	2—4	>4
Основные свойства концентрирования:				
прерывистость	Отсутствует 0	Слабая 0—0,25	Средняя 0,25—0,75	Сильная 0,75—1
компактность	Абсолютная 1	Высокая 1—0,75	Средняя 0,75—0,25	Низкая <0,25
контрастность	Слабая до 0,5	Средняя 0,5—1	Высокая 1—3	Весьма высокая >3
Тип концентрирования	Квазистолбовой	Столбовой	Бонанцевый	Гнездовой

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА БУРЕНИЯ — НЕОБХОДИМЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА

**Б.П. Макаров, В.М. Минаков, И.В. Морозов, В.А. Орьев (ЦНИГРИ
МРП России)**

В России традиционно преобладает добыча золота из россыпных месторождений, объем полученного металла из которых в последние годы составляет 60—75 %. Нет оснований считать, что подобная ситуация не сохранится в ближайшие 25—30 лет, так как в современных экономических условиях интерес к россыпям, отличающимся лучшими технико-экономическими показателями по сравнению с коренными месторождениями, еще более повысился. Вместе с тем, качественная характеристика россыпных месторождений постоянно ухудшается, среднее содержание золота снижается, значительно усложняются геолого-технические условия залегания россыпей, увеличивается глубина их залегания. Все большее значение приобретают нетрадиционные типы россыпных месторождений, в том числе техногенные.

В прошедшие годы основным источником, обеспечивающим получение геологической информации для изучения россыпей, являлось бурение скважин ударно-канатным способом, по результатам которого подсчитывалось около 80 % запасов россыпного золота. В настоящее время при ухудшении геолого-технических условий залегания россыпных месторождений воспроизводство МСБ этого типа месторождений возможно только с применением новых технических средств и прогрессивных технологий, обеспечивающих высокое качество опробования при проведении поисково-оценочных и разведочных работ.

Применение на золотоносных россыпях специализированных буровых установок типа УБСР-25, предназначенных для сооружения скважин большого диаметра в талых россыпях и обеспечивающих высокое качество опробования, позволило получить значительный экономический эффект на месторождениях Урала и Амурской области. Широкомасштабное внедрение этих установок повысило достоверность геологической информации, что способствовало постановке на баланс Государственных запасов более 40 месторождений россыпного золота.

На данный момент к промышленному производству подготовлена новая специализированная буровая установка УБСР-25-2М, которая дает возможность сооружать скважины большого диаметра как в талых, так и в мерзлых россыпях, причем принципиально новая технология позволяет осуществлять бурение колонковых скважин в мерзлых отложениях с получением керна диаметром 400 мм. Бесспорный интерес вызывает использование термомеханического способа бурения колонковых скважин большого диаметра в мерзлых россыпях. Экспериментально доказаны возможность получения ненарушенного керна и значительное повышение технико-экономических показателей. Закончены опытно-конструкторские работы по созданию новой установки УБСР-50, позволяющей значительно увеличить глубину бурения скважин большого диаметра на россыпях с сохранением высокого качества отбираемых проб.

Одно из перспективных направлений при поисках и разведке россыпных месторождений — бурение скважин большого диаметра с обратновсасывающей промывкой. Сущность этого способа заключается в том, что частицы выбуренной породы непрерывно транспортируются из забоя на поверхность по внутреннему каналу двойной бурительной колонны обратным потоком промывочной жидкости, создаваемой эрлифтом. Этот метод позволяет совместить процессы бурения и опробования рыхлых отложений, а также сооружать всю скважину до плотика без подъема инструмента.

Исследованиями последних лет доказаны перспективность и целесообразность применения геотехнологических методов скважинной гидродобычи на месторождениях

различного вида полезных ископаемых. Один из возможных путей повышения эффективности поисково-оценочных работ на месторождениях экзогенного типа — осуществление крупнообъемного опробования методом скважинной геотехнологии, обеспечивающей получение представительных проб в сложных геолого-технических условиях.

МЕТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ

В.Д. Мельников (Комитет природных ресурсов Амурской области МПР России)

Металлогеническое картирование по праву считается основой оценки потенциала рудоносности территорий. Ключевое звено такого картирования — металлогеническое районирование. Одним из слабо разработанных его аспектов является размерная таксономия металлогенических площадей, что выражается в отсутствии единой систематики и номенклатуры металлогенических подразделений. Одна из причин этого — отсутствие принципов выделения размерных таксонов.

Металлогению можно определить как пространственную (региональную) рудологию. При этом под рудологией понимается наука о всех свойствах руды (пространственных, вещественных, структурных, генетических, экономических). Экономический аспект рудологии — один из ведущих. Именно экономика определяет, является ли определенная часть геологического пространства рудным телом в широком его понимании (от рудосферы до рудной пробы). Главная трудность металлогенического районирования заключается в том, что базовые науки металлогении — экономика и геология полезных ископаемых — имеют различные иерархические системы пространственного районирования. Если в экономике (экономической географии) наиболее распространен иерархический ряд регион — страна — область — провинция — район (Ф.Н. Рянский, 1990), то в геологии полезных ископаемых — провинция — область — район — узел — поле. При этом размеры таксонов одного и того же наименования различаются на многие порядки. Достаточно сравнить географо-экономический индивид «Дальневосточный экономический район» (площадь более 6 млн. км²) и любой рудный или металлогенический район, площадь которого, как правило, порядка $n \cdot 10^4$ км². Это заставляет искать принципиально новые пути метрических основ металлогенического районирования.

Один из основных принципов районирования в науках регионального профиля — принцип соразмерности (гармонии). Он достаточно четко обоснован в геологии, особенно в геотектонике (Ю.А. Косыгин, 1975 и др.). Согласно принципу соразмерности, структурные элементы сложного пространственного тела или части пространства должны выделяться в определенном диапазоне размеров (например, в пределах одного или двух порядков или иначе выбранной градации). Более мелкие тела, выходящие за пределы этого диапазона, должны рассматриваться в качестве тел-включений.

Принцип соразмерности может реализовываться выделением размерных таксонов геологического пространства через строго определенные интервалы на основе какого-либо эталона. В качестве такого эталона для пространственного анализа всех уровней (глобального, регионального, локального) целесообразно использовать площадь Земли — 0,5 млрд. км². Ее стомиллионная доля — 5 км² — может быть взята в качестве среднего размера минимального металлогенического пространства — металлогенического участка. Диапазон размеров участка от 1 до 10 км². Между площадью участка и площадью всей Земли по принципу соразмерности и десятичной иерархии можно установить девять иерархических подразделений — размерных таксонов: участок — макроучасток — поле — узел — район — область — провинция — суперпровинция — Земля (таблица).

Такая иерархическая система размерной классификации была предложена автором ранее для выделения золотоносных провинций мира, районирования золотоносности Верхнего Приамурья и при экологической экспертизе (В.Д. Мельников, 1984, 1992, 1995;

Размеры металлогенических площадей

Металлогенические площади	Генерализованные иерархические уровни	Порядки	Границы площадей, км ²	Средние площади, км ²
Земля и глобарии	Глобальный	1	$1 \cdot 10^8$ — $5 \cdot 10^8$	$2,5 \cdot 10^8$
Суперпровинции		2	$1 \cdot 10^7$ — $1 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^7$
Провинции		3	$1 \cdot 10^6$ — $1 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^6$
Области	Региональный	4	$1 \cdot 10^5$ — $1 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^5$
Районы		5	$1 \cdot 10^4$ — $1 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$
Подрайоны (узлы)		6	$1 \cdot 10^3$ — $1 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^3$
Поля		7	100—1000	500
Макроучастки	Локальный	8	10—100	50
Участки		9	1—10	5

В.Д. Мельников, В.Д. Полеванов, 1995). В Амурской области площадью 364 тыс. км² автором выделено 13 золотоносных районов средней площадью 28 тыс. км². С учетом того, что часть районов простирается за пределы Амурской области, их средняя площадь приближается к среднему размеру района.

Полный иерархический ряд таксонов разделяется на три генерализованных уровня: глобальный или планетарный, региональный и локальный (местный или топологический). Такие же генерализованные иерархические группы выделяются при ландшафтном районировании (Ф.Н. Рянский, 1990) и при выделении тектонических тел (Л.И. Красный, Б.А. Блюман, 1998).

Учитывая отсутствие в географо-экономической, геологической и металлогенической литературе метрического единства таких подразделений, как провинция, область, район, узел, участок, следует, очевидно, в будущем перейти на формализованную номенклатуру размерных таксонов площадей. Соответствующие таксоны предлагается выделять как доли от базового объекта — площади поверхности Земли, который предлагается назвать «геоарий» (от гео- и ареал) или более кратко «геарий». Наименования всех остальных таксонов образуются на основе добавления к нему соответствующих обозначений дольных единиц в системе СИ. Соответственно то, что выше определено как суперпровинция, будет названо «децигеарием», провинция — сантигеарием, область — миллигеарием, район — децимиллигеарием, подрайон (узел) — сантимиллигеарием, поле — микрогеарием, макроучасток — децимикрогеарием, металлогенический (рудный) участок размером 1—10 км² — сантимикрогеарием. Таким образом, в геологическую и металлогеническую номенклатуру вводится всего один легко запоминающийся неологизм, к тому же образованный на базе двух наиболее распространенных геологических терминов.

Возможен и другой путь: дать собственные наименования генерализованным размерным уровням — глобальному или планетарному, региональному и локальному или топографическому (соответственно геомиды, геориды и геотиды), так как в практике расчленения геопространства часто приходится пользоваться генерализованными уровнями. При этом геомиды (Земля, суперпровинции и провинции) разделяются на геоми (вся поверхность Земли и однопорядковые с ней по площади объекты — глобарии), децигеомы (суперпровинции) и сантигеомы (провинции). Геориды (региональные таксоны) объединяют георы (области), децигеоры (районы) и сантигеоры (подрайоны). Геотиды (локальные таксоны) состоят из геотов (полей), децигеотов (макроучастков) и сантигеотов (участков). При таком варианте номенклатуры в формализованную метрическую систему

иерархии геологического и металлогенического пространства вводятся всего три простых легко запоминающихся неологизма — геом, геор и геот.

Закрепление за региональными терминами «район», «область», «провинция», «поле» и др. фиксированных размерных границ представляется хотя и запоздалым, но в целом реализуемым, несмотря на то, что они во многих случаях стали терминами свободного пользования в метрическом аспекте. В переходный период от «вольной» к формализованной номенклатуре, возможно, рационально будет использование этих традиционных терминов (провинция, область, район, поле и др.) в более жестких размерных границах (см. таблицу).

ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ — ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Мельникова, В.П. Филиппов (ЦНИГРИ МПР России)

Исследования ЦНИГРИ в ряде областей Центральной России показали, что основные источники питания золотоносных россыпей четвертичного возраста — промежуточные коллекторы, связанные с разновозрастными формациями платформенного чехла Русской платформы. Это положение верно и для четвертичных россыпей севера Кировской области.

Формационные обстановки, благоприятные для образования золотосодержащих осадков, существовали на данной территории на протяжении позднепермской эпохи и мезозойско-кайнозойского этапа развития платформы и сопредельной Уральской орогенной структуры, которая была в этот период основной областью сноса.

В перми и триасе, в условиях континентального климата, территория представляла собой обширную аллювиальную равнину с преобладанием «уральского сноса», иногда с мелководными полуизолированными бассейнами. Такие условия были благоприятны для накопления золота в отложениях русловых фаций аллювиальных равнин, дельтовых и лагунных фаций в прибрежно-морских обстановках мелководных бассейнов. Русловые фации перми, наиболее характерные для татарского яруса, представлены преимущественно грубообломочными породами (песками, песчаниками, гравелитами), повсеместно содержащими кластогенное золото. Нижний триас характеризуется отложениями, типичными для условий континентального осадконакопления.

Выполняющие палеорусла песчаники, часто переходящие в пески, составляют нижнюю часть горизонтов и образуют линзовидные пачки мощностью от 3 до 25 м. В основании песчаных пластов часто прослеживаются фиолетовые и коричневатые конгломераты. Гравийно-галечный материал в них представлен окатышами глин, карбонатными стяжениями, обломками мергелей, алевролитов и песчаников пермского и триасового возраста, а также «уральскими» кремнями черного, коричневого и зеленого цвета.

В отложениях верхних горизонтов нижнего триаса часто наблюдаются погребенные почвы, что говорит о перерывах в осадконакоплении и возникновении условий для формирования золотоносных кор выветривания.

Среди отложений юрского возраста преобладают среднеюрские, представленные так называемой рудной толщей. Она сложена глинами, переслаиваемыми с алевролитами и песками, и залегает в основании разреза озерных и аллювиальных фаций. Особенность этой толщи — присутствие голубовато-серых глин, алевролитов и песков с конкрециями и линзовидными прослоями сидеритов, накопление которых, вероятно, происходило в озерно-болотных условиях.

В песках и глинах содержится большое количество растительных остатков в виде стеблей, семян, обломков древесины. В тяжелой фракции отложений преобладают непрозрачные минералы (магнетит, ильменит) — 30—55 %, из прозрачных доминируют рутил (до 10 %) и циркон (до 8 %). В целом для толщи характерно повышенное содержание

Ti — 1 %, Zr — от 0,02 до 0,1 %. Золотоносность этой толщи неоднократно подтверждена работами разных исследователей.

Верхнеюрские отложения залегают трансгрессивно на среднеюрских и характеризуются накоплением осадков прибрежно-морской формации. В базальной части разреза, как правило, прослеживается прослой гравийно-галечного материала мощностью до 1,5 м. В верхней части прослоя наблюдаются линзы песка и темно-серой алевроитовой глины, содержащие конкреции лимонита, включения пирита и фосфоритов; в глинах встречаются гнезда глауконитового песка.

Приведенные литолого-фациальные особенности верхнеюрских отложений характерны для золотосодержащих морских отложений платформенного чехла центральной части Русской платформы.

Среди отложений мелового возраста золотосодержащими являются фосфоритоносные фашии мелководных морских бассейнов. Отложения представлены песками, реже песчаниками, содержащими гальку и желваки фосфоритов. Обычно желваки и гальки фосфорита приурочены к основанию разреза, а их содержание достигает 40—45 % всей массы пласта. В юго-восточной части территории в меловых породах наряду с желваками наблюдаются окатанные гальки темно-серого фосфорита, участками сцементированного глинисто-фосфатным материалом в крепкий конгломерат. Содержание P_2O_5 в этих отложениях варьирует от 23,86 до 24,45 %. К отложениям валанжинского яруса приурочены месторождения фосфоритов (Вятско-Камский фосфоритовый район), в которых установлена золотоносность (ЦНИГРИ, 1998).

Широкий спектр разновозрастных золотосодержащих коллекторов, представляющих различные типы осадочных формаций, благоприятных для накопления золота, позволяет рассматривать территорию Кировской области как одну из наиболее перспективных на россыпное золото в пределах Русской платформы.

ГЛОБАЛИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРУПНЕЙШИХ ГОРНО-РУДНЫХ КОМПАНИЙ — ВЕДУЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ОСВОЕНИИ МИРОВОЙ МСБ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ НА РУБЕЖЕ XXI ВЕКА

Л.Ф. Мызенкова, И.А. Августинчик, С.С. Вартамян (ЦНИГРИ МПР России)

В мировой экономике и горно-рудной промышленности доминирующая роль принадлежит крупным компаниям. Глобализация их деятельности — характерная черта последнего десятилетия. Ограниченный потенциал МСБ, ужесточение экологических требований к ГРП и добыче, жесткая конкуренция привели к расширению деятельности ведущих горно-рудных компаний США, Канады, Австралии и Европы за пределами своих стран.

Активному развитию процессов глобализации в 90-х годах способствовал ряд факторов. Сдвиги в географии золотодобычи в связи с освоением крупнотоннажных золотосодержащих месторождений меди вывели на арену ряд развивающихся стран с богатой и достаточно подготовленной к освоению МСБ. Активный рост золотодобычи в странах-лидерах обусловил истощение их собственной МСБ. Снижение цен на золото в этот период вызвало необходимость сокращения производственных издержек, которые определяются, в первую очередь, качественными параметрами оруденения. Наконец, распад СССР открыл для добывающих компаний 2/3 мира, ранее недоступные для частного капитала.

Анализ деятельности компаний США, Канады и Австралии за 1991—1996 гг. показал, что доля расходов на ГРП в данных странах от общего объема бюджета компаний на ГРП на основные виды металлических полезных ископаемых — цветные, благородные и другие металлы (в 1996 г. — 3,526 млрд. дол.) — снизилась, %: в Австралии с 73 до 61, в Канаде с 66 до 29, в США с 62 до 28. Основным регионом интересов компаний этих стран

в 1996 г. становится Латинская Америка — североамериканские компании вкладывают в этот регион по $\approx 35\%$ своих суммарных расходов. Меньше экспансия коснулась Тихоокеанского региона и Африки. В настоящее время крупнейшие золотодобывающие компании (*Newmont, Homestake* — США, *Barrick, Placer Dome* — Канада, *Gold Fields Ltd* — ЮАР, *RTZ-CRA* — Великобритания) работают во всех регионах мира.

В условиях относительной доступности МСБ практически любого региона мира важнейшая характеристика сегодняшней общемировой обстановки в горно-рудной промышленности — активная **реструктуризация** отрасли. Этот процесс характеризуется происходящими объединениями горно-рудных компаний. Движущей силой укрупнений является увеличение объема МСБ — именно объем и качество запасов позволяют победить в конкуренции за время и деньги инвесторов на мировом рынке. К другим причинам относятся возможности проникновения в новые географические регионы, внедрения или приобретения и развития новых технологических навыков.

За последние годы практически все крупнейшие компании мира провели такие преобразования в целях увеличения запасов и производства с более низкими издержками. К примерам более ранних и очень крупных слияний относятся объединения горно-рудных компаний различного профиля: *RTZ* и *CRA*, *Billiton* и *Gencor*, *Cyprus* и *Amatx*, *Magma Copper* и *BHP*. В результате поглощения активов компании *Santa Fe Pacific Gold* в начале 1997 г. запасы *Newmont* на конец 1997 г. возросли почти вдвое. Приобретение компанией *BHP* активов *Magma Copper* в 1996 г. привело к образованию второго крупнейшего в мире продуцента меди (*BHP Copper Group* — 900 тыс. т в год). Один из недавних значительных примеров — объединение канадских компаний *Inco Ltd* и *Diamond Fields* для совместных работ по освоению нового крупного никелевого месторождения *Voisey's Bay* (Канада).

Освоение крупных объектов развивающихся стран требует значительных вложений капитала. Наиболее крупные по капиталовложениям проекты: Ла Гранха (Перу) — 2,5 млрд. дол., Бату Хайджау (Индонезия) — 1,9 млрд. дол., Кольяуаси (Чили) — 1,76 млрд. дол., Лос Пеламбрес (Чили) — 1,3 млрд. дол., Грасберг (Индонезия) — 960 млн. дол., Лихир (Папуа-Новая Гвинея) — более 800 млн. дол. Все эти проекты осуществляются под контролем крупнейших горно-рудных компаний США (*Newmont, Freeport McMoRan*), Канады (*Cambior, Falconbridge, Minorco*), Великобритании (*RTZ*).

Крупнейшие компании, осваивая новые регионы мира, распространяют свои интересы и на страны Восточной Европы и СНГ. Около сотни компаний различных стран вели переговоры с правительствами стран СНГ в течение последних 3—4 лет, однако лишь крупным компаниям удалось довести соответствующие объекты до стадии производства (*Newmont* — Зарафшан, Мурунтау; *Camenco* — Кумтор; *Cyprus Amatx Gold* — Кубака).

Крупные горно-рудные компании с устойчивым финансовым положением, значительной базой запасов, передовыми технологиями, отлаженным механизмом управления, знанием и опытом выживания в неблагоприятных ценовых ситуациях рынка (вспомним программы хеджирования) способны проникнуть в любой регион мира в целях развития и освоения его ресурсного потенциала для получения прибылей.

В Российской Федерации глобализация деятельности в настоящее время возможна только для крупнейших компаний-монополистов в области производства углеводородного сырья — Газпрома (Европа, Азия) и алмазов — Алроса (Африка). Возможности региональной или глобальной экспансии государственных или частных горно-рудных компаний по производству других видов сырья (цветных и благородных металлов), например РАО «Норильский никель», сдерживаются кризисным состоянием соответствующих подотраслей и экономики страны в целом.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ НА РАЗВИТИЕ И ОСВОЕНИЕ МСБ

Л.Ф. Мызенкова, С.С. Вартанян (ЦНИГРИ МПР России)

В 90-е годы мировая горно-рудная промышленность развивалась под влиянием глобальных политических и экономических факторов: распад мировой социалистической системы и Советского Союза, экономический спад, начавшийся после окончания холодной войны; изменения в инвестиционной политике как в странах Латинской Америки, так и в других регионах, способствующие притоку капитала крупных международных компаний; беспрецедентное развитие приватизационных процессов, снижающих роль государства в горно-рудной промышленности стран различных регионов, глобализации деятельности крупнейших горно-рудных компаний мира. В эти годы транснациональные геолого-разведочные и горно-рудные компании получают все больший доступ к новым регионам. Этот процесс обусловлен не только возникновением новых значительных регионов как потенциальных объектов для инвестирования (Китай, Индия, бывший СССР), но и крупными изменениями в политической, правовой и финансовой сферах, которые будут играть главную роль в изменении структуры инвестиций транснациональных горных компаний в будущем десятилетии.

За последние 10 лет более 90 стран в различных регионах приняли новые горные законодательства или внесли значительные поправки в существующие конституции и горные законы. Этот процесс продолжается и в настоящее время, что дает огромные возможности крупным компаниям активизировать свою деятельность в новых богатых ресурсами странах.

Специалистами, проводившими исследования в рамках ООН по прямым иностранным инвестициям в горную промышленность, оценены и сформулированы как основные компоненты горного законодательства, так и критерии, влияющие на принятие инвестиционного решения. Основная структура современных горных законодательств включает, по крайней мере, следующие аспекты: правительственные гарантии; ограничение на освоение полезных ископаемых; права и обязательства, связанные с геологоразведкой и добычей; воздействие на окружающую среду.

Оценка перспективности развития страны начинается с геологической базы, но общая стабильность обстановки в стране и ее инвестиционного климата имеет решающее значение для долгосрочных проектов освоения месторождений.

К числу критериев, оцениваемых при принятии инвестиционного решения, относятся следующие их группы: геологические, политические, фискальные (финансовые, налоговые), маркетинговые, правовые, денежные (монетарные), экологические, относящиеся к работе (операционные), прибыльности.

В последние годы крупнейшие горно-рудные компании Северной Америки и Австралии реализуют свои геолого-разведочные и добычные программы в различных регионах мира и особенно в Латинской Америке. Высокий сырьевой потенциал этого региона (35 % запасов меди от общего объема запасов стран западного мира, 21 % — серебра, 8,5 % — свинца, 7,6 % — золота и 7,5 % — цинка), политическая стабильность, стабилизация экономики и постоянный рост ВВП в ведущих странах региона, законодательство, поощряющее развитие рыночной экономики и привлечение иностранных инвестиций, позволяют аналитикам четвертый год подряд выделять страны этого региона (Чили, Перу, Бразилия, Аргентина) как представляющие наибольший интерес для инвестиций в горно-добывающую отрасль. Уже в 1996 г. из иностранных инвестиций, направляемых на геолого-разведочные работы в латиноамериканские страны, максимальная доля принадлежала Перу и Чили (по 18 %, или по 156 млн. дол.), а суммарные инвестиции в горный сектор Перу составили 1600 млн. дол., в том числе на строительство новых рудников и расширение существующих предприятий — 1300 млн. дол.

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕТРАКАНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ — НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗА

В.А. Нарсеев (ДВО РАН), А.Д. Петровский (ЦНИГРИ МПР России)

Общеизвестно, что надежность и точность современного металлогенического картирования и прогноза не удовлетворяют запросы практики. Указанный факт связан как с объективными, так и с субъективными причинами. К первым относятся высокая сложность природных геологических систем, наличие вероятностной составляющей в процессах, приводящих к образованию и конкретной локализации месторождений, конвергентность критериев и признаков, используемых при прогнозировании и др.

По сути своей субъективное правило «больше критериев и признаков — надежнее результат», широко используемое в практике картирования и прогнозирования, объективно может давать и часто дает эффект, обратный ожидаемому. К аналогичному эффекту ведут и порождаемые упомянутым правилом устремления к безосновательному увеличению числа методов исследования и факторов в многофакторных моделях.

Принципиально новый подход к этой множественности изучаемых геосистем видится в использовании масс-энергетически обобщенного теоретико-информационного принципа **канала связи** в системах геобъект (геосреда) — признак (критерий, фактор, метод). Под каналом связи при этом понимается та часть геопространства (включающая изучаемый объект и вмещающую его среду), в которой на масс-энергетическом уровне проявляются рассматриваемые связи и выполняется условие минимальности искажений и потерь информации о типе и силе связи. Система таких связей компактна и прочна по структуре, имеет максимум информационной целевой емкости, дает возможность количественной оценки достоверности, надежности, полноты и точности картирования и прогноза, обеспечивает их адаптированность к условиям формирования геосреды.

Исходным постулатом предлагаемого подхода является масс-энергетическое единство и общность геологического пространства, в границах которого ведутся картирование и прогноз. Признаки тетраканальной связи рассматриваются в тетраде связности: энергия — масса — структура — время.

В первом приближении можно отметить следующие особенности выделения тетраканальных связей.

Энергетическая связность. Осуществляется в основном в двух группах механизмов — кондуктивном и конвективном. Кондуктивные системы тепло-температуропроводности природных объектов (магматических тел) исследовались в том числе в рамках линейной теории. Однако эти попытки в силу нелинейной сложности систем не привели к конечным количественным результатам, которые можно было бы использовать на практике.

Связность массопереноса проявляется через большое число механизмов. Из них важнейшими являются: ионный и молекулярный перенос (транспорт) проникающих потоков; фронтальный перенос в градиентных зонах; конвекционный перенос, в том числе каскадная самоподдерживающаяся конвекция. Последняя имеет нелинейный характер и может протекать с огромной скоростью (в геологическом времени), захватывая крупные системы геологического пространства.

Структурная (для гидротермальных систем эквивалент — гидравлическая) связность реализуется в условиях открытых пьезосистем, условно закрытых (с адиабатическим расширением или сжатием) систем одного уровня и многоярусных (многоуровневых). Эта область оценки критериев в картировании и прогнозировании месторождений металлов совершенно не изучена, хотя широко используется в гидрогеологическом и нефтяном прогнозе.

Хроносвязность оценивается, с одной стороны, на момент рудообразования (статически), с другой — по «стреле времени» (эволюционно); фактор времени при оценке

степени тетраканальной связи представляется очень важным, но реально способы его учета практически не разработаны.

Предлагаемая методология, по нашему мнению, открывает новый подход к проблеме оптимального металлогенического картирования и прогноза: тетраканальные масс-энергетические и пространственно-временные связи несут в себе принципиально новую систему группирования и консолидации всей совокупности результатов геонаблюдений.

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПРОБЛЕМЕ ОПТИМАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ГЕОСРЕДЫ

В.А. Нарсеев (ДВО РАН), А.Д. Петровский (ЦНИГРИ МПР России)

Нами мониторинг геосреды называется общесистемно оптимальным, если он удовлетворяет следующим фундаментальным общим принципам оптимальности: максимально возможной (МВ) достоверности; МВ-точности; МВ-надежности; МВ-полноты. При подобном подходе за скобки выносятся (на данном — первом — этапе рассмотрения) принципы хроно- и экономической оптимальности, которые предполагаются аддитивными по отношению к общесистемным.

Полнота — принцип замыкающий и наиболее трудно достижимый в геомониторинге. Поэтому представляется важным сформировать и проиллюстрировать некоторую систему требований, необходимых и достаточных для того, чтобы обеспечить заданную точность, надежность и достоверность геомониторинга в рамках необходимой и достаточной его полноты.

Основными из указанных требований являются:

точечно-линейно-поверхностно-объемная пространственно-временная полнота изучения исследуемого пространства;

геофизико-геохимико-геолого-геоэкологическая полнота средств изучения геосреды;

полнота правового-экономико-социально-политического обеспечения процесса проведения геомониторинга;

полнота достижения поставленных целей.

В докладе обсуждаются лишь проблемы пространственно-временной полноты геомониторинга и полноты средств его проведения на базе современной синергетической и масс-энергетической трактовки геосреды. Порознь рассматриваются четыре общих типа геоструктур: хаотизированные, квазитурбулентные, квазиламинарные, квазирегулярные. Для каждого типа структур полнота анализируется в рамках полной системы из четырех фундаментальных типов природной связности, сформированной (как и остальные тетраконструкты) А.Д. Петровским: проективно-аналоговой; вероятностной; причинной; полно-замыкающей.

Приводимые примеры позволяют наметить практический путь повышения полноты современного геомониторинга.

АНАЛИЗ БАНКОВ ДАННЫХ ПО ТИПОМОРФИЗМУ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ПРИ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ

Л.А. Николаева, С.В. Яблокова, А.Н. Некрасова, Л.В. Шатилова (ЦНИГРИ МПР России)

Возможности более достоверной геологической интерпретации результатов минералогических исследований при металлогеническом картировании связаны с анализом банков данных по типоморфизму самородного золота, содержащих количественные характеристики его признаков в рудных и россыпных месторождениях.

Формационная принадлежность золотого оруденения на основе анализа этих данных

может быть выявлена путем определения коэффициентов подобия признаков самородного золота комплексам информативных признаков в эталонных месторождениях или выборках типичных месторождений конкретных формаций. Несоответствие признаков золота на исследуемой территории таковым известных формаций может быть обусловлено региональными вариациями признаков или присутствием золота других золоторудных формаций. В этом случае необходимо сопоставить признаки золота, содержащиеся в банке данных, с признаковыми моделями самородного золота различных золоторудных формаций. Это позволяет установить формационные типы оруденения, оконтурить площади их распространения и выявить закономерности локализации в пределах крупных структурных единиц. Полное несоответствие особенностей самородного золота его признакам в месторождениях известных золоторудных формаций указывает на присутствие нетрадиционных типов золотой минерализации.

Элементы-примеси в самородном золоте служат показателями региональной геохимической обстановки. Признаки эндогенных преобразований и неоднократного проявления золотой минерализации, также включенные в банки данных по типоморфизму золота, свидетельствуют о присутствии высокопродуктивных руд.

Диagenетические преобразования кластогенного золота говорят о наличии его промежуточных коллекторов.

Анализ банков данных по типоморфизму рудного и россыпного золота в процессе составления карты экзогенной золото- и платиноносности Российской Федерации м-ба 1: 2 500 000 показал перспективность этого метода для металлогенического картирования, особенно в мало исследованных районах. Установлено широкое распространение золотого оруденения, связанного с гипербазитами, в частности золото-платиновой с ртутью минерализации на территории Корьякии. На о-ве Большевик выявлено присутствие золота, связанного с золото-мышьяковисто-сульфидной формацией и с древними конгломератами. Наличие конгломератов, питавших россыпи, установлено на Патомском нагорье (бассейн р. Малый Патом) и на Северном Кавказе (р. Баксан). В четвертичных отложениях платформ выявлено кластогенное и аутигенное золото, различное по своим источникам. Первое могло поступать из складчатого обрамления и основания платформ, а также из дочетвертичных промежуточных коллекторов. В процессе многократного переотложения оно подвергалось интенсивному эпигенетическому преобразованию. Аутигенное золото накапливалось на геохимических барьерах в шельфовых зонах, богатых органикой, фосфором, глинистыми осадками, и в солеродных бассейнах на испарительных барьерах при возможном биогенном его осаждении. Благоприятный фактор — наличие глубинных зон высокой проницаемости с повышенными содержаниями ртути.

Большой фактический материал по характеристике золота, содержащийся в банках данных, позволяет локализовать площади с различными рудно-формационными типами коренных источников, оценить их россыпеобразующий потенциал, выявить возможное участие в питании россыпей промежуточных коллекторов, определить масштабы скопления в россыпях тонкого и мелкого золота.

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ЧИЛИ — ОСНОВА РАЗВИТИЯ ЕЕ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И.М. Новожилова (ЦНИГРИ МПР России)

По оценкам различных экспертов, Чили занимает первое место среди развивающихся стран по привлекательности инвестиционных проектов в горно-рудном секторе. Это объясняется, в первую очередь, наличием мощной минерально-сырьевой базы, существующим законодательным режимом, обеспечивающим благоприятную систему налогообложения, гарантии иностранных инвестиций и т. д., а также низким уровнем политических, финансовых и других рисков.

В настоящее время Чили занимает первое место в мире по добыче меди и производ-

ству нитрата калия и натрия, второе — по производству рения, лития, йода и молибдена, пятое — по бору, седьмое — по селену, восьмое — по серебру, девятое — по золоту.

Горно-добывающая деятельность в Чили регламентируется Горным кодексом и для иностранных инвесторов — Законом об иностранных инвестициях, изданных соответственно в 1983 и 1974 гг., с модификациями в последующие годы. С законодательной точки зрения подход к иностранным предприятиям такой же, как и к национальным — отсутствие дискриминации.

Основные стимулы для иностранных инвестиций в Чили:

налог на прибыль предприятий — 15 % (с выплатой баланса при репатриации);

юридические гарантии по репатриации прибыли и капитала;

отсутствие ограничений по степени иностранного участия в предприятиях, занимающихся горно-рудной деятельностью;

ускоренная амортизация капитального оборудования;

рассрочка таможенных пошлин;

налоговые льготы в зонах свободной торговли (на севере и юге).

Инвестиции в экспортные проекты, превышающие 50 млн. дол., получают дополнительные льготы, такие как использование оффшорных счетов для содержания экспортных поступлений с целью оплаты кредита и процентов по нему, оплаты поставок, платы за оказание технического содействия. Льгота по экспорту и амортизации, перенос прибыли вперед и исчисление налогов с учетом затрат на начальной стадии производства, а также неизменность налога могут сохраняться в течение 20 лет.

Правительство стремится развивать частный сектор с привлечением иностранного капитала. Его политика направлена на сокращение степени регулирования любого бизнеса, в том числе и горно-рудного. В бизнесе преобладают рыночные отношения.

В настоящее время в Чили работают более 50 иностранных горно-рудных компаний, которые к 2000 г. должны обеспечить 65 % производства меди и 95 % производства золота в стране. Если еще 18 лет назад в Чили добывалось всего 3 т золота в год, то к началу следующего века она прочно войдет в первую десятку мировых продуцентов золота.

В стране широко ведутся геолого-разведочные работы, и последнее десятилетие отмечено рядом крупных открытий. В 1996 г. затраты на ГРП составили 178 млн. дол. США, из них 89 млн. дол. пошло на разведку меди и 84, 5 млн. дол. — золота.

В Чили продолжается экономический рост. В 1996 г. доход на душу населения составлял 4700 дол., инфляция — 5,5 %. К концу этого тысячелетия правительство намеревается увеличить доход на душу населения на 50 %.

Чили, вставшая на путь экономических реформ в середине 70-х годов, сейчас является лидером среди латиноамериканских стран. Ее успехи позволили ускорить проведение реформ и открыть рынки в других странах региона и, в частности, привлечь иностранный капитал в горно-рудную промышленность.

Изучение чилийского опыта в области законодательных мер, реорганизации финансовой сферы и приватизации горно-рудной промышленности может способствовать созданию благоприятного климата в российском инвестиционном процессе.

НАЛОГОВЫЙ МЕХАНИЗМ США КАК МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СТРАН

И.М. Новожилова (ЦНИГРИ МПР России)

Налогообложение — один из мощных рычагов управления разведкой и добычей полезных ископаемых, привлечения национальных и зарубежных инвесторов в горно-рудную промышленность.

Налоговая система США послужила моделью для создания налоговых механизмов во многих странах. В системе налогообложения горно-рудных предприятий США суще-

ствуют следующие основные виды налогов: на имущество (на его стоимость), на добытые полезные ископаемые, на прибыль. Первые два вида налогов взимаются штатами, а налог на прибыль выплачивается федеральному правительству и правительству штата. Существуют также налоги: акцизные, на сделки (куплю-продажу), в фонд занятости, на импорт и экспорт, на дивиденды, на франшизы, за валютные обменные операции, НДС и др.

Все штаты облагают налогами добычные предприятия — в разном размере и по разным критериям. Большинство штатов взимают налог на прибыль в размере от 5 до 10 %. Налоги штата на добытые полезные ископаемые составляет 2—15 %.

Федеральный налог на прибыль равен 34 %. Налогооблагаемая прибыль определяется как валовой доход за вычетом всех издержек производства, местных налогов, амортизации и отчислений на истощение недр. Налоги на имущество, добытые ископаемые и прибыль по-разному влияют на работу предприятия и охрану недр. Налог на имущество определяется оценочной стоимостью предприятия и запасов руд и взимается независимо от того, работает предприятие или нет. Высокий налог на имущество обуславливает необходимость отрабатывать более богатые руды и, таким образом, оказывает нежелательный эффект с точки зрения сохранности ресурсов. Налог на добытые ископаемые не берется с неработающего объекта, но при добыче он взимается даже в том случае, если она нерентабельна. Налог на добычу прямо связан с себестоимостью и его повышение вызывает необходимость увеличения минимально промышленных содержаний, что также приводит к сокращению объема промышленных запасов. Налог на прибыль берется по постоянной ставке или градуированной шкале в зависимости от размера прибыли. Он меньше влияет на бортовое содержание, но больше на потоки денежных средств предприятия.

В системе налогообложения США существует ряд льгот на определенные виды ГРП и добычу, а также на отдельные виды полезных ископаемых. Их сочетание образует весьма действенную гибкую систему регулирования ГРП и добычи. Существуют следующие виды льгот и скидок:

- скидка на истощение недр — освобождает от налогообложения от 5 до 22 % прибыли;
- скидка на долгосрочные прямые инвестиции;
- скидка за ускоренную амортизацию оборудования;
- скидка на сумму налогов с затрат на рекультивацию;
- отмена налогообложения полностью или частично на период обустройства и начальные стадии добычи (обычно сроком на 5—7 лет);
- субсидии для поощрения рекультивации на приобретение очистного оборудования и природоохранных сооружений.

Кроме того, допускаются отсрочки и частичный перенос убытков, различных видов затрат и налогов на три года назад и на 15 лет вперед, что позволяет налогоплательщикам регулировать выплату налогов для получения максимальной выгоды.

Наиболее важной является скидка на истощение недр, учитывающая физическое истощение месторождения по мере извлечения полезного ископаемого и необходимость воспроизводства запасов. Для того чтобы учесть обесценивание капитала, вложенного в освоение месторождения, в налоговой системе США и частично в несколько модифицированной форме в налоговой системе других стран предусмотрена ежегодная скидка на истощение недр при подсчете налогооблагаемой прибыли. Сумма скидки остается полностью в распоряжении предприятия.

Существует два метода расчета скидки на истощение: стоимостный и процентный. Стоимостный метод основан на стоимости приобретения прав на недра и затрат на разведку и горно-подготовительные работы. Процентная скидка на истощение недр устанавливается законодательно и различается для разных полезных ископаемых (например, золото — 15 %).

Скидка на истощение недр имеет большое значение для горно-рудной промышленности США. В периоды нормальной рентабельности объектов процентная скидка на истощение сокращает фактическую уплату налога на прибыль и дает огромную экономию, сохраняя до 20 % суммы денежных средств в распоряжении предприятия.

Среди всех налогов самый высокий — налог на прибыль (34 %). Однако сумма налогов, фактически уплачиваемых горно-рудными компаниями, как правило, всегда значительно ниже установленной ставки. Анализ причин показывает, что компании широко пользуются налоговыми скидками и льготами, а также правом переноса и отсрочки платежей.

Для обеспечения рентабельности предприятия обычно стремятся увеличить размер разрешенных безналичных доналоговых вычетов, стараются отнести все расходы в затратную часть и применить ускоренные методы амортизации в целях уменьшения налогооблагаемой прибыли и, следовательно, налогов.

На основе рассмотрения западных подходов к решению проблемы налогообложения сделаны следующие выводы и даны рекомендации применительно к развитию геологического изучения недр, оценке и рациональной добыче минеральных ресурсов России.

Необходимо разработать налоговый механизм, который будет стимулировать ускорение ГРП и сокращение сроков ввода в эксплуатацию объектов. Для этого следует:

1. Тщательно изучить историю, путь прохождения и трансформации налоговой политики в горно-добывающей промышленности различных стран и позаимствовать лучшее из того, что можно с успехом применить в российской геолого-разведочной практике и добывающей промышленности.

2. Разработать систему налоговых скидок и льгот, особенно на ранних стадиях освоения месторождений с последующим увеличением налогов в период достижения объектом промышленного уровня.

3. При сохранении за государством права владения недрами, контроля над их использованием, внесения изменений в регламент их использования и передачи в частную собственность добычи полезных ископаемых провести и законодательно закрепить четкую структуризацию стадийности геолого-разведочных работ с определением исполнителей, их функций и обязанностей, порядка финансирования. В целях сокращения сроков проведения ГРП и ускорения ввода в эксплуатацию месторождений особенно важно законодательное ограничение продолжительности отдельных стадий геолого-разведочных и горно-подготовительных работ с соответствующим ограничением сроков действия скидок и льгот по налогам, платежам, предоставления субсидий, особенно на ранних стадиях освоения объектов.

Налоги имеют важное значение, и их правильный расчет с учетом их взаимосвязей, скидок и льгот может оказать решающее влияние на жизнеспособность инвестиционных горно-рудных проектов и развитие горно-рудной промышленности в целом.

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЦИФРОВЫХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ И ПРОГНОЗНЫХ КАРТ

Е.В. Ноздря, А.А. Конкина (ЦНИГРИ МПР России)

Цифровые металлогенические и прогнозные карты в большинстве случаев не требуют создания бумажного прототипа. Необходимо лишь определение набора исходных карт, данных и последовательности однозначных действий над ними. Большая часть контуров специализированных металлогенических карт наследуется от геологических и географических (тектонические подразделения, административные границы, размещение месторождений полезных ископаемых). Исходные картографические материалы представляются в виде топологически корректных слоев однородных объектов.

Технологическая схема создания специализированных тематических карт в общем случае предусматривает следующие шаги:

- определяется список тематических слоев и атрибутов объектов для каждого слоя;
- для каждого слоя создается выборка объектов, определяемая выражением над атрибутами объектов слоя и связанная с тематикой карты;
- результатирующий слой получается в результате последовательности операций наложения исходных слоев (алгебра карт) и выборки;

создаются символы и легенда для отображения результирующего тематического слоя; в общем случае один слой — один показатель, для векторных данных необходима разработка сложных знаков.

Область применения формализованного подхода — создание атласов и серий однотипных карт, автоматизация рутинных операций раскрашивания по признаку и вынесения на карту диаграмм.

Добавление новых объектов и правка контуров не требуют переделки всей карты или атласа в целом. Смена легенды при небольшом числе совместно отображаемых показателей также не вызывает никаких сложностей.

Возможно создание тематических карт на основе предварительных или заведомо неточных данных на разных стадиях проекта.

Допускается создание разных вариантов специализированных тематических карт — для различных исходных слоев и данных.

ЗОЛОТО АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ — СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**В.А. Пак, И.А. Васильев, В.Д. Мельников, В.П. Капанин, Г.П. Ковтонюк
(Комитет природных ресурсов Амурской области МПР России)**

Минерально-сырьевые ресурсы Амурской области занимают заметное место в ее экономике. Общий экономический потенциал области по минеральному сырью оценивается в 400—450 млрд. дол. США. Несмотря на то, что в хозяйственный оборот вовлечено менее 5 % этого потенциала, горно-добывающая промышленность занимает в структуре промышленного производства области второе место, незначительно отставая от электроэнергетики. Основу горно-добывающей промышленности составляет добыча золота, бурого угля и стройматериалов.

Россыпное золото. В Амурской области к настоящему времени известно более 3000 россыпных золотоносных объектов в ранге месторождений, россыпей проявлений и прогнозируемых участков. Большое разнообразие геологических и геоморфологических обстановок предопределило формирование здесь россыпей множества типов различных по происхождению, возрасту, вещественному составу, комплексам попутных компонентов, крупности и составу самородного золота. Долинные (пойменные, русловые, косовые, террасовые) россыпи преобладают в Верхнем Приамурье. Ширина их варьирует в широких пределах — от 10 до 500 м, иногда превышает 1000 м, длина достигает иногда нескольких десятков километров (Харгинская, Джагиндинская, Селемджинская). В последние годы возрос интерес к нетрадиционным для региона типам россыпей — погребенным, связанным с приразломными впадинами и рыхлыми отложениями приподнятой гидросети. Это Петровская россыпь вблизи Золотой Горы, Яснополянская между пос. Береговой и Кировский, Пиканская близ г. Зея, Нагиминская около пос. Соловьевск, Пасхальная под покровом базальтов в Архаринском районе.

Сейчас в области действуют 35 драг и более 300 промприборов. В разработке находятся более 280 россыпей из 605 учитываемых государственным балансом. Добычу золота ведут 74 предприятия различных форм собственности, при этом в год добывается 10—12 т. Более 70 % разведанных запасов россыпного золота распределены по лицензиям между добывающими предприятиями, из них 49 % уже вовлечены в отработку и 21 % подготовлены к промышленному освоению. В государственном резерве находится всего 20 % балансовых запасов. В 1997 г. 83 % добытого золота получены при отработке россыпей гидравлическим и открытым раздельным способами. Обеспеченность запасами для добычи этими способами с учетом тенденции роста добычи и необходимости пересмотра кондиций составляет 5—6 лет. Балансовые запасы золота для дражной отработки 42 % всех запасов россыпей. Вместе с тем, при самом большом в России дражном флоте доля добытого этим способом золота составляет всего около 20 %. Причиной этого явилось резкое повышение в новых экономических условиях себестои-

мости добываемого при дражном способе золота, стоимости строительства и переноса драг на новые полигоны.

В 1997 г. 100 % прироста запасов были получены по россыпям для раздельной и гидравлической добычи. Восполнение приростом погашенных в недрах запасов в 1989—1992 гг. ежегодно составляло 150—170 %. Однако с 1993 г. это соотношение стало снижаться и превышение прироста запасов россыпного золота над погашением в недрах упало до 25 % в 1993 г. и 9 % в 1995 г. Тем не менее еще в 1995 г. область была одним из немногих районов России, где прирост запасов россыпного золота опережал уровень его добычи. В 1996 и 1997 гг. прирост запасов россыпного золота не превысил уровня его добычи и составил соответственно 8,6 и 4,6 т (по всем источникам финансирования).

По прогнозным ресурсам россыпного золота Амурская область занимает первое место в России. Однако наиболее надежные ресурсы категории P_1 составляют всего 29 % от общих ресурсов, категории P_2 — 26 %, а категории P_3 , подсчитываемые по аналогии, — 45 %, что свидетельствует о недостаточной степени опосредованности территории. Характерно, что из общего количества прогнозных ресурсов 90 % приходится на мелкозалегающие россыпи (с мощностью горной массы до 10 м) и 10 % составляют ресурсы глубокозалегающих погребенных россыпей.

Гидротермальные месторождения золота. Будущее золотодобывающей промышленности области связано с освоением гидротермальных (коренных, эндогенных) месторождений золота. Прогнозные ресурсы коренного золота превышают ресурсы россыпного более чем в два раза. Разведаны и готовятся к эксплуатации Березитовое и Покровское месторождения, разведывается Бамское. Предварительно оценены запасы месторождения Маломыр, а также ряда более мелких (Буринда, Пионер, Унгличкан, Прогнозное).

На эксплуатирующемся с 1940 г. месторождении *Токур* в Верхнеселемджинском рудном районе добыча золота уже пятикратно превысила впервые подсчитанные запасы в 6 т. Месторождение состоит из серий кулисообразно расположенных кварцевых жил субширотного и северо-западного простирания, залегающих в толще переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов палеозойского возраста. В последние годы на месторождении выявлены новые рудные зоны, благодаря которым жизнь рудника может продлиться еще на 20—30 лет. Также есть перспективы выявления новых объектов как вблизи месторождения, так и за счет доразведки известных месторождений поблизости от него (Маломыр, Поисковое и др.).

На известном с 1884 г. *Кировском* месторождении в Соловьевском золотоносном узле в 1995 г. возобновлена добыча золота. Месторождение расположено в истоках р. Джалинды — самого золотоносного водотока Амурской области. На месторождении кварцевые и сульфидно-кварцевые жилы, сопровождаемые золотоносными оторочками березитов, содержат вместе с золотом шеелит, самородный висмут и другие ценные минералы. В настоящее время месторождение переоценивается и ведутся поиски новых рудных участков на его флангах.

Березитовое месторождение в Верхнеамурском золотоносном районе известно с 1932 г. и изучалось периодически. В 1983 г. по главному рудному телу месторождения количество руды составляло 13,2 млн. т с содержанием золота — 3,3 г/т, серебра — 14,3 г/т, свинца — 0,57 %, цинка — 0,93 %; были подсчитаны запасы золота — 42,3 т, серебра — 225 т, цинка — 142 тыс. т, свинца — 85 тыс. т. Золото-полиметаллическое оруденение связано с зонами гранатсодержащих сульфидных березитов. Мощность тел рудоносных березитов 100—160 м, протяженность до 1000 м. В 1997 г. право на доизучение и освоение Березитового месторождения получило ГРК «Хайкта». При выходе на проектную мощность в 2005 г. оно должно обеспечить годовой уровень добычи золота не менее 1,5 т.

Открытое в 1974 г. *Покровское* месторождение в Гонжинском рудном районе разведано и готовится к отработке АО «Покровский рудник». Здесь начато строительство золотоизвлекательной фабрики производительностью 370 тыс. т руды в год (I очередь) с перспективой доведения ее до 740 тыс. т руды в год (II очередь) и получения уже в 1999 г. 3 т, а начиная с 2000 г. — 5 т золота. Существуют перспективы выявления новых

месторождений в его окрестностях, а также за его пределами. Здесь интерес могут представить Боргуликанское золотосодержащее медно-порфировое месторождение, месторождения Пионер и Буринда.

Бамское месторождение в Верхнегилжуйском золотоносном районе представляет собой зону жильно-прожилкового окварцевания мощностью около 300—400 м при протяженности по простиранию до 4 км. Протяженность рудных тел 1200 м, мощность варьирует от 0,2—0,3 до 30 м, средняя — 3,8 м. Средние содержания золота и серебра соответственно 6,1 и 18,6 г/т. По падению рудные тела прослежены скважинами до глубины 300—350 м. Предварительно оцененные запасы золота месторождения составляют 46 т. В 1996 г. право на разведку с последующей отработкой Бамского золоторудного месторождения получила горно-промышленная компания «Апсакан». Добыча золота открытым способом в объеме 3 т в год планируется с 2000 г.

Маломырское месторождение Верхнеселемджинского рудного района расположено в 40 км к северу от пос. Стойба. Площадь месторождения сложена дислоцированными углеродсодержащими сланцами. Основное оруденение сгруппировано в рудоносной зоне, представленной сериями сближенных и разобценных локальных зон дробления, брекчирования и катаклаза с сульфидно-кварцевой прожилковой минерализацией. Рудоносная зона прослежена поверхностными горными выработками и скважинами на 4200 м. По зоне утверждены запасы по категории С₂ — 45,1 т со средним содержанием золота 2 г/т. Кроме того, месторождение имеет значительные прогнозные ресурсы. Его можно обрабатывать открытым карьером.

Запасы вышеописанных месторождений будут частично или полностью отработаны к 2015 г. Поэтому, начиная с 1995 г., в качестве приоритетного направления определено планомерное проведение поисковых работ на коренное золото в районе действующих или вводимых в ближайшее время золотодобывающих предприятий, а также на новых перспективных площадях. При условии активизации поисковых и разведочных работ на рудное золото объем его добычи уже к 2005 г. может достигнуть 12—15 т в год.

При сохранении достигнутого уровня добычи золота из россыпей и вовлечении в эксплуатацию разведанных месторождений коренного золота золотодобычу в Амурской области к 2005 г. можно увеличить в целом в 2,5 раза и получать ежегодно 25—27 т драгоценного металла. Развиваемая геологами Амурской области концепция недропользования, основа которой — максимальное долговременное извлечение прибыли от использования полезных ископаемых с минимальными экологическими потерями — должна, как нам представляется, резко изменить состояние в использовании минерального сырья и воспроизводстве МСБ региона.

МАСС-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ЯЗЫК КАК ГЕОЭСПЕРАНТО СИСТЕМНО ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.Д. Петровский (ЦНИГРИ МПР России)

Мониторинг, направленный на контроль за пространством освоения и изучения минеральных богатств (геомониторинг), требует создания системно оптимизированных информационных геотехнологий, обладающих высоким уровнем полноты, достоверности, точности, надежности, геофизико-геохимико-геолого-геоэкологической информативности. Однако существенно разные выходные языки интерпретации у современных геофизики, геохимии и геологии не позволяют однозначно сопоставлять результаты соответствующих им наблюдений, что, естественно, существенно снижает и полноту, и достоверность, и точность, и надежность мониторинга.

Разработанная автором и излагаемая в докладе масс-энергетическая переинтерпретация оснований современной физики, петрофизики и геофизики (см. сб. «Важнейшие промышленные типы россыпей и месторождений кор выветривания». — М., 1997)

позволяет экстраполировать масс-энергетический подход на область геохимической и геологической систем наблюдений и интерпретации (пока качественно-оценочно). Тем самым создаются предпосылки для разработки единого масс-энергетического языка, обеспечивающего количественное сопоставление данных петрофизики, геофизики, петрохимии, геохимии, петрологии, минералогии.

Создаваемое геозеспранто обеспечит возможность разработки взаимосопряженной единой геофизико-геохимико-геолого-геоэкологической методологии теории, технологии и эксплологии мониторинга пространств освоения и изучения минеральных богатств в нашей стране и за ее рубежами.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРАВОВО-ЭКОНОМИКО-СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНЫХ БОГАТСТВ

А.Д. Петровский (ЦНИГРИ МПР России)

Право, экономика, соционика и политика в каждой стране представляют собой более или менее полно консолидированную систему традиций, законов, прецедентов, а также типичных правонарушений (сицилийскую мафию от русской в мире отличают!). Эта система имеет как особенные, так и общие черты и принципы, закрепляемые обычно в международных документах и соглашениях (зримых и незримых). В настоящее время наиболее известным из указанных общих принципов консолидации рассматриваемой системы является принцип сбалансированного развития (ПСБР), закрепленный в одноименной Рио-Концепции. В дополнение к ПСБР, переименовываемому в принцип сбалансированной эффективности (ПСБЭ), в докладе формулируются еще четыре принципа, образующие единую систему общих принципов оптимизации деятельности и познания как всего человечества, так и каждого его дееспособного представителя:

- принцип сбалансированной эффективности производительной деятельности;
- принцип полноэффективного деятельного познания (прикладная наука и религия);
- принцип эффективно сбалансированного общего познания (фундаментальная наука и искусство);
- принцип полноэффективно познающей оргдеятельности (управление).

Очень тонкие, но по сути чрезвычайно глубокие различия оптимизационных принципов деятельности в производстве, прикладных и фундаментальных науках и в системе управления требуют чрезвычайно тонкого и глубокого правово-экономико-социально-политического регулирования, отраженного в государственном законодательстве.

В современной системе хозяйствования, а соответственно и в науке, и в системе управления использованием и воспроизводством минеральных богатств, как правило, геоправовые, геэкономические, геосоциальные и геополитические проблемы рассматриваются и решаются порознь (и разными специалистами). В частности, в настоящее время представляется необходимым усилить геосоциальный и геополитический (в самом широком смысле этого слова) аспекты законодательного обеспечения оптимального использования и воспроизводства минеральных богатств. В докладе обсуждаются возможные пути реализации указанного усиления, учитывающие горно-геологические традиции нашей страны, восходящие к Петру Первому и М.В. Ломоносову.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРИНЦИПОВ ОПТИМИЗАЦИИ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ БОГАТСТВ МИРА

А.Д. Петровский (ЦНИГРИ МПР России)

Излагаемые принципы базируются на фундаментальных положениях современных теорий игр, исследования операций, принятия решения и оптимизации, консолидированных с помощью системы ПротоАлгоМатриц (ПАМ-системы), составляющей основу авторской методологии (и теории) ВИТАСистемной оптимизации (ВИТАОптимизации). Система называется ВИТАОптимальной, если она логико-физико-математико-кибернетически полно, достоверно, точно и надежно определена в реальном природно-человеческом пространстве (ВИТАПространстве) с помощью ВИТАОптимальных методологии-теории-технологии-эксплологии (эксплология — это индивидуализированная праксиология, — пока мало развитая наука о практической и практико-научной деятельности человека).

Рассматриваемая система принципов включает следующие четыре взаимосопреженных ВИТАОптимизационных принципа (ВОП):

ВОП полноминимальности — принцип минимально возможных потерь и помех (в оптимизируемой системе — на стадии ее проектирования и повседневной эксплуатации);

ВОП минимаксности — принцип минимизации потерь и помех при максимизации совершенства системы (в рамках поставленных целей — на стадии ее осуществления и опытного опробования);

ВОП полномаксимальности — принцип максимально возможной правово-экономико-социально-политической рентабельности в течение проектного срока использования системы;

ВОП максиминности — принцип максимальной эффективности при минимальных общих затратах и разупорядоченности системы в сфере ее использования и воспроизводства.

Оптимизация в соответствии с перечисленными принципами сбалансированного развития минеральных богатств мира, СНГ и России как геобогатств каждого усредненного потребителя минеральных богатств вплоть до отдельно взятого человека планеты, очевидно, невозможна в рамках таких основных тенденций современной глобализации минерально-сырьевых ресурсов, как:

пренебрежение глобальными научными и научно-практическими долгосрочными исследованиями, направленными на прогноз геобогатств;

явно недостаточное внимание к всестороннему практическому и практико-научному воспроизводству и эквивалентной замене геобогатств;

несбалансированность интересов развития стран-производителей и потребителей геобогатств;

преобладание геосырьевых концепций использования и воспроизводства геобогатств в недрах над культурными, в которых богатства земных недр рассматривались бы как один из ключевых (возможно, первых!) культурных компонентов богатств каждого региона, государства и человечества в целом.

Обсуждаются пути преодоления перечисленных тенденций в рамках реализации сформированной системы принципов.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЙОНИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ТЕРРИТОРИИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (СИСТЕМА «АРГУМЕНТ»)

М.Д. Плешаков, А.А. Дерягин (ВНИИХТ)

Во ВНИИ химической технологии разработана и практически используется компьютерная технология для оценки и переоценки перспективности территорий на широкий спектр месторождений твердых полезных ископаемых, созданная на основе комплексной интерпретации разнородной разномасштабной геолого-геофизической, космической, топографической и другой карто- и фотографической информации.

Система программных модулей (СПМ) «Аргумент» — компьютеризированная технология, реализующая способ минерагенического районирования территорий с оценкой их рудоперспективности, отличающаяся тем, что использует математический аппарат теорий поля и симметрии при преобразовании качественной информации фотокартографического материала в кардинальные характеристики, которые позволяют эффективно применить на количественном уровне формационный и геолого-структурный анализы для решения задач поиска и разведки месторождений полезных ископаемых.

Центральной процедурой СПМ «Аргумент» является алгоритм квантификации, т.е. способ, позволяющий сводить качественную информацию геологической карты к количественным показателям. Рабочая гипотеза по обработке информационного носителя основана на универсальном принципе симметрии, заключающемся в том, что каждый природный объект, образующийся в соответствующей среде, искажает собственную симметрию под влиянием симметрии этой среды (П. Кюри, 1933 г.). Степень искажения собственной симметрии (дисимметрия) объекта имеет количественный характер. Основным фактором, влияющим на симметрию геологических и других естественных образований, является поле тяготения, поэтому природные объекты, которые формируются вдоль силовых линий гравитационных полей, имеют радиально-лучистую симметрию (конус вулкана, плутон, кимберлитовые и карбонатитовые трубки) вкrest силовым линиям гравитации — зеркально отраженную (горные хребты, глубинные разломы, дайковые поля и т. д.).

В связи с телескопированием различных процессов (эндогенные и экзогенные) геологические тела редко обладают ярко выраженной радиально-лучистой или зеркально отраженной симметрией. Степень дисимметрии геологических объектов определяется в виде суммарных условных вероятностей наличия разностей пород в конкретной точке пространства по отношению к комплексу узоров, моделирующих варианты вышеупомянутых симметрий и соизмеримых с цветным узором геологической карты.

Вычисление условных вероятностей наличия разностей пород производится по отношению ко всем искусственным (черно-белым или цветным) узорам, сгенерированным специальной процедурой. Количество характеристик, полученных в каждой элементарной ячейке полигона, равно количеству разностей пород, выделенных при схематизации геологической карты. Эти характеристики далее используются при минерагеническом районировании территорий, так как высокие вероятности наличия каждой георазности соответствуют областям их реального размещения.

Процедуре квантификации присущи поиск ритма, восстановление утерянной симметрии и элементы прогноза.

Важной и своеобразной в СПМ «Аргумент» является процедура линеаризации. Ее назначение — сведение полуколичественной информации к количественной. Эта процедура позволяет получить на базе геологической карты две новые характеристики: «плотность геоконтактов» и позиционный параметр системы «антиклиналь/синклиналь». Последняя характеристика практически во всех проведенных исследованиях имела большую информационную меру по отношению к эталонам. Процедура линеаризации

используется также при обработке схем размещения линейных и кольцевых структур, при этом образуются плотности линеаментов по различным направлениям, общей трещиноватости, тектонического каркаса и т. д.

В основе рабочей гипотезы при создании алгоритма линеаризации лежит принцип взаимодействия и экранизации геологических объектов на расстоянии, математический аппарат использован из теории поля. Процедура линеаризации присущи элементы нивелирования и ранжирования.

Для обработки карт в изолиниях (количественная информация) СПМ «Аргумент» использует итеративный алгоритм спиральной интерполяции, что позволяет восстанавливать значения величин, распределение которых на полигоне имеет спорадический характер.

Прогнозно-оценочные исследования по конкретным площадям на базе СПМ «Аргумент», как правило, представляют собой итеративный процесс, т.е. активизация этой технологии производится неоднократно.

Минерагеническое районирование территории осуществляется многими способами, в том числе и на основе метода аналогии — сопоставления с выделенными эталонами рудных объектов.

Районирование площади исследуемого полигона для выявления перспективных участков на полезные ископаемые следует проводить на все виды минерализации, известные в изучаемом районе, привлекая в качестве эталонов все месторождения и рудопоявления одного генезиса.

Технологией СПМ «Аргумент» предусмотрены два основных способа ввода в ЭВМ: телеввод — контурные карты, карты в изолиниях, космоаэрофотоснимки; ввод с клавиатуры — регулярная сеть, профильное опробование, спорадические данные.

Технологической схемой проведения исследований предусматриваются: организация исследования — постановка задачи, выбор эталонов, сбор исходного материала;

подготовка данных — дешифрирование, квантификация, интерполяция, линеаризация, трансформация, ранжирование;

обработка данных — статистический, топологический, информационный, линеаментный, формационный и другие анализы;

интерпретация результатов обработки данных — геолого-структурное, минерагеническое и другие виды районирования, оценка геометризованных площадей;

оформление отчетной документации и составление практических рекомендаций.

Ниже дан перечень проведенных исследований с помощью СПМ «Аргумент» с подтверждением перспективности выделенных площадей контрольными месторождениями или геолого-поисковыми работами.

Регион/полигон	Масштаб исследования	Полезные ископаемые
Франция	1:1 000 000	Углеводороды
Западный Татарстан	1:500 000	Углеводороды
Северный Казахстан	1:200 000	Золото, уран
Средний Тиман	1:200 000	Алмазы, бокситы
Полярный Урал	1:200 000	Драгоценные камни
Иран	1:100 000	Уран
Средняя Азия	1:50 000	Золото
Монголия (Эрденет)	1:25 000	Медь
Приполярный Урал	1:1000	Горный хрусталь

МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОФИОЛИТОВ КАК ОСНОВА ОЦЕНКИ ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РУДОНОСНОСТИ

В.С. Полянин (Казанский государственный университет)

Проведенный автором анализ минерагенических и геологических данных по рудоносным офиолитам России и зарубежных стран показал, что локализованные в них минеральные месторождения образуют закономерные, нередко повторяющиеся во времени пространственно сближенные парагенезисы (семейства, группы). Рудоносные офиолитовые поля, характеризующиеся одинаковой минерагенической специализацией (локализацией в них того или иного набора месторождений полезных ископаемых), сходными особенностями размещения, геологического строения, вещественного состава и истории развития, объединены автором в минерагенические типы.

Среди рудоносных офиолитов выделены следующие минерагенические типы, вмещающие месторождения благородных и цветных металлов (в скобках — названия геолого-промышленных, рудно-формационных типов месторождений; примеры рудоносных офиолитовых полей).

1. Медно-хромитовый (медь — кипрский, хромиты — западнокемпирсайский; Семаил в Омане).
2. Хромит-медно-хризотил-асбестовый (медь — кипрский, хромиты — кемпирсайский, хризотил-асбест — баженковский; Тродос на о-ве Кипр).
3. Медноколчеданно-марганцевый (медь — кипрский, марганец — гидротермально-осадочный стратиформный; Северо-Апеннинские в Италии).
4. Медноколчеданный (медь — кипрский; Эргани-Маден в Турции, Жарлы-Аша, Весенне-Аларчинское на Южном Урале, ТАГ в Центральной Атлантике).
5. Никель-кобальт-медный (никель-кобальт-медный апоультрамафитовый и апобазитовый; Пышминское на Среднем Урале).
6. Хризопраз-бентонит-магнезит-железо-кобальт-никелевый (железо-кобальт-никелевый силикатный, пелитоморфного магнезита, хризопраза, элювиальных щелочноземельных бентонитов; Буруктаьское на Южном Урале, Сарыкобулды в Казахстане).
7. Никель-кобальт арсенидный (Бу-Аззер, Марокко).
8. Ртутный с подтипами: 8а — собственно ртутный; Чаганузунское в Горном Алтае, Тамватнейское в Корякском нагорье; 8б — золото-ртутный; Ноксвилл в поясе Береговых Хребтов в США; 8в — жадеит-хризотил-асбест-ртутный (ртуть, золото-лиственитовый, жадеит — апоультрамафитового жадеита, хризотил-асбест-баженковский динамометаморфизованный); Нью-Идрия, там же.
9. Золото-лиственитовый (Березовское на Урале).
10. Золото-кварцевый (Нуралинское на Урале, Сан-Хосе, Хобоси на Кубе).
11. Золото-хлограпитовый (Золотая Гора на Южном Урале).
12. Золото-талк-хризотил-асбестовый (золото — золото-кварцевый, талк — талкового камня, хризотил-асбест — баженковский; Джетыгаринское на Южном Урале).
13. Хромитовый с подтипами: 13а — кемпирсайский, 13б — верхневинский, 13в — кракинский (подтип 13а — высокохромистых хромитов с платиноидами — Os, Ir, Ru, Pt, Rh, Pd; подтип 13б — хромитов повышенной железистости с платиноидами — Ru, Os, Ir, Pt, Pd, Ph; подтип 13в — высокоглиноземистых хромитов с платиноидами — Pt, Ru, Os, Ir, Pd; Кемпирсайское, Верхневинское и Кракинское на Южном Урале).

Известные рудоносные офиолиты, принадлежащие к конкретным минерагеническим типам, имеют различный возраст: МЗ (типы 1, 2, подтипы 8б и 8в); РZ₁ (типы 5, 12); R, РZ₁₋₂ и МЗ (типы 6, 9, 10, 13 и подтип 8а); РZ₁, МЗ и КZ₂ (тип 4); РZ₃ и МЗ (тип 3); R (тип 7). Это дает возможность проводить предварительную прогнозно-минерагеническую оценку офиолитов по времени их формирования.

Разработанная минерагеническая классификация офиолитов может быть использо-

вана при проведении прогнозно-минералогических исследований, в том числе сопровождающих средне-, крупномасштабные геолого-съемочные и поисковые (как комплексные, так и специализированные на отдельные группы или виды полезных ископаемых) работы, для определения потенциальной рудоносности офиолитовых полей, минералогическая специализация которых неясна или нуждается в уточнении. Тожественность или близость геологических характеристик изучаемого офиолитового комплекса или поля с аналогичными показателями того или иного минералогического типа (или типов) офиолитов определяет потенциальную минералогическую (рудно-формационную) его специализацию и перспективность на определенные виды металлов и неметаллов.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ ЭКЗОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ МЕТАЛЛООБЕСПЕЧЕНИЯ РОССИИ В XXI ВЕКЕ

Н.М. Риндзюнская (ЦНИГРИ МПР России)

К настоящему времени запасы традиционных россыпей, которым принадлежала ведущая роль в добыче золота на территории РФ, в значительной степени истощены. В связи с этим назрела необходимость в определении наиболее перспективных типов экзогенных месторождений, за счет которых можно восполнить ресурсы золота, сохранив при этом важнейшие характеристики ранее отработанных россыпей: относительно невысокую капиталоемкость, оперативность при освоении, близповерхностное положение, минимальную степень ущерба окружающей среде в период эксплуатации. Этим требованиям могут соответствовать ряд прогнозируемых типов месторождений, разделенных на две группы. В первую группу входят объекты, которые уже в первое десятилетие XXI в. могут быть вовлечены в эксплуатацию, так как для них разработаны методы поисков и рациональные технологии извлечения золота или намечены явные тенденции для их решения. Ко второй группе относятся объекты, прогнозируемые на более отдаленную перспективу из-за слабой изученности или необходимости разработок принципиально новых рациональных технологий.

В первую группу входят золотоносные коры выветривания, техногенные россыпи, аллювиальные и пляжевые легкопромывистые россыпи с мелким и тонким золотом (МТЗ). Наибольшее значение имеют два первых типа. Особое внимание следует уделить золотоносным корам выветривания, прогнозные ресурсы которых оцениваются очень высоко. Среди них выделяются богатые и бедные глинистые руды, отличающиеся большим разнообразием геолого-промышленных типов. В отличие от традиционных россыпей в них преобладает тонкое и тонкодисперсное золото и они характеризуются более высокими содержаниями металла. Даже в бедных рудах содержания золота в 2—3 раза выше, чем в техногенных россыпях. Ресурсы техногенных россыпей оцениваются высоко, но качество их уступает первичным россыпям; характерно преобладание МТЗ.

На всех перечисленных типах месторождений необходимо применение рациональных современных технологий, в том числе и нетрадиционных для России. Проблема рационального освоения техногенных россыпей тесно переплетается с проблемой разработки эффективных технологий извлечения МТЗ. Решение этой задачи может привести к увеличению запасов золота в уже разведанных традиционных россыпях, содержащих МТЗ в количествах 20—50 %. Совершенствование рациональных способов обогащения экзогенных месторождений с МТЗ актуальны для объектов как первой, так и второй групп.

Ко второй группе экзогенных месторождений относятся россыпи МТЗ различных морфогенетических типов, а также погребенные россыпи долин, карстовых депрессий и впадин с относительно крупным золотом. Среди россыпей МТЗ следует выделить гетерогенные высокоглинистые эрозионно-структурно-карстовых депрессий и долин-грабен. Эти россыпи труднообогатимы, но отличаются значительными запасами при

низких содержаниях золота. Многие такие объекты давно разведаны, но из-за отсутствия рациональных технологий не осваиваются. При решении данного вопроса такие россыпи могут быть быстро вовлечены в эксплуатацию.

Большие потенциальные ресурсы МТЗ заключены в прибрежно-морских россыпях, в отложениях крупных дельт, пролювиально-аллювиальных шлейфов зон тектонических уступов, в аллювии крупных рек и впадин, пространственно связанных с рудно-россыпными районами. В ряде случаев из этих объектов из-за низких содержаний металла рентабельно только попутное извлечение золота. Перечисленные типы россыпей и золотосодержащих отложений очень слабо изучены, нуждаются в разработке методик и технических средств для проведения поисково-разведочных работ, поэтому освоение их отодвигается на дальнюю перспективу.

Не исчерпаны полностью ресурсы и погребенных россыпей долин, впадин и карстовых депрессий. Применяемые устаревшие способы их отработки в современных условиях малорентабельны. С учетом возможных перспектив открытия богатых погребенных россыпей и намечающихся тенденций в создании принципиально новых технологий ресурсы погребенных россыпей также могут быть востребованы в первой половине XXI в.

Используя новые технические возможности для всех указанных типов экзогенных месторождений, необходимо организовать попутное извлечение ценных компонентов и утилизацию отходов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ДЛЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

**А.И. Романчук, В.П. Ивановская, Т.Н. Матевич, А.Б. Королев (ЦНИГРИ
МНР России)**

Предпосылками использования железомарганцевых образований (ЖМО) для обезвреживания промышленных отходов служат особенности вещественного состава этого вида минерального сырья, основным компонентом которого являются сорбционно-активные гидроксиды марганца, железа, кальция, магния, алюминия и др.

Наиболее эффективно применение ЖМО для утилизации сернистого ангидрида из выбрасываемых газов предприятий. Процесс основан на окислении диоксида серы с образованием растворимого сульфата марганца при контакте с ЖМО. В ЦНИГРИ изучены два способа глубокой очистки газов: «сухой», основанный на контактировании газа с сорбентом при температуре 200—250 °С, и «мокрый», в котором используется водная пульпа конкреций. Экспериментально установлено, что одной тонны ЖМО достаточно для улавливания и окисления 300—500 кг сернистого ангидрида. Достоинствами нового природного сорбента являются высокие скорости окисления диоксида серы и возможность очистки дымовых газов. Образующиеся растворы сульфата марганца после соответствующей подготовки служат сырьем для производства электролитического марганца или сульфата марганца для нужд различных отраслей хозяйства. Проведенными исследованиями показана высокая эффективность очистки газов от диоксида серы — более 99 %. Разработана технология утилизации отработанных ЖМО с извлечением цветных металлов и марганца в товарные продукты.

Не менее эффективно применение ЖМО и для обезвреживания цианидов. В процессе исследований на модельных и реальных цианосодержащих растворах кучного выщелачивания золотосодержащих руд определены оптимальные режим обезвреживания и условия регенерации сорбента. Выполненный комплекс исследований по обезвреживанию цианосодержащих растворов с использованием в качестве сорбента железомарганцевых образований показал возможность регенерации и многократного использования ЖМО, при сохранении сорбционной активности на первоначальном уровне, с достижением степени очистки от цианидов более 97 %.

Исследования по применению ЖМО для очистки промышленных стоков проведены на синтетических растворах, содержащих медь, никель, кобальт. Установлено, что ЖМО обладают высокими емкостными характеристиками: сорбционная емкость составляет от первых килограммов металла на 1 т ЖМО до десятков килограммов металла на 1 т в зависимости от исходной концентрации металлов в растворах и условий ведения процесса. Наибольшая скорость сорбции наблюдается в первые 30—60 мин. За это время поглощается до 97 % тяжелых металлов. Исследования на реальных промышленных растворах гальванических производств подтвердили высокую эффективность очистки с достижением ПДК по содержанию тяжелых цветных металлов.

Таким образом, разведанные российскими геологами глубокоководные железомарганцевые образования являются не только ценным минеральным сырьем для извлечения цветных металлов и марганца, но и эффективным природным сорбентом-катализатором, на основе применения которого может быть решен ряд экологических проблем.

НОВЫЙ ГРАВИТАЦИОННЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ПЕСКОВ

**А.И. Романчук, А.И. Никулин, В.В. Жарков, В.В. Коблов,
В.П. Пономаренко, Н.Н. Павлова (ЦНИГРИ МПР России)**

В настоящее время добыча золота из россыпей продолжает оставаться основным способом получения благородных металлов. При запасах, составляющих 25 % от числящихся на государственном балансе, доля добычи золота из россыпей превышает 70 % от общей. Интенсивная отработка россыпей привела к истощению сырьевой базы россыпного золота и увеличению доли труднообогатимых песков с мелким (–0,25 мм) и тонким (–0,1 мм) золотом и высоким процентом глинистых составляющих (до 60 %). Применяемое обогатительное оборудование недостаточно эффективно при оценке и эксплуатации россыпей с мелким и тонким золотом (МТЗ). В результате потери золота при обогащении достигают 30—80 %.

В последнее время для извлечения тонкого и мелкого золота в отечественной и зарубежной практике используют центробежные аппараты, наиболее распространенным из которых является концентратор Кнелсона. Наряду с несомненными достоинствами, указанный аппарат имеет ряд недостатков, основные из которых — жесткие ограничения по крупности обогащаемого материала, высокие требования к качеству подготовки технологической воды и высокий ее расход.

В ЦНИГРИ разработан новый гравитационный аппарат, предназначенный для обработки геолого-разведочных проб руд и песков, в том числе содержащих МТЗ, а также для доводки концентратов, полученных на шлюзах, отсадочных машинах, центробежных концентраторах и др. Принцип действия аппарата основан на прецессионном движении разделяющего устройства. В настоящее время прошел испытания опытный образец прецессионного сепаратора производительностью до 300 кг/ч.

Особенностями сепаратора являются:

- возможность проведения в одном аппарате (без разгрузки) первичного обогащения и доводки концентратов при высоких показателях извлечения золота, в том числе МТЗ;
- возможность обогащения материала различного гранулометрического состава;
- возможность остановки и запуска аппарата без потери золота и ряд других преимуществ.

Результаты испытаний опытного образца нового гравитационного аппарата показали его высокие технические и эксплуатационные возможности.

При обогащении техногенных и аллювиальных песков (табл. 1) технологические показатели обогащения соответствуют или превышают результаты переработки данного сырья на известном обогатительном оборудовании, включая зарубежные аналоги. Применение данного аппарата позволяет повысить достоверность опробования золотосодержащих песков при поиске и разведке месторождений россыпного золота.

1. Результаты обогащения техногенных и аллювиальных золотосодержащих песков, фракция -3 мм

Наименование продукта	Выход, %	Содержание золота, г/т	Извлечение золота, %
<i>Техногенные пески, содержание золота крупностью -0,15 мм — 95 %</i>			
Гравитационный концентрат	0,13	4466,2	95,8*
Промпродукт	0,23	50,37	2,0
Хвосты гравитации	99,64	0,13	2,2
Итого	100,00	6,06	100,0
<i>Геолого-разведочная проба аллювиальных песков, содержание золота крупностью -0,25 мм — 90 %</i>			
Гравитационный концентрат	0,01	1160,6	87,74 **
Промпродукт	0,09	0,105	0,06
Хвосты гравитации	99,90	0,02	12,20
Итого	100,00	0,16	100,00

* При обогащении песков на концентраторе «Knelson» модели ЗКС извлечение золота составило 95,15 % при его содержании в концентрате 703,5 г/т.

** Извлечение золота при обогащении песков на концентраторе «Knelson» составило 84,9 % при его содержании в концентрате 28,8 г/т.

2. Результаты доводки на прецессионном сепараторе и концентрационном столе концентратов, полученных при сортировке сульфидной золотосодержащей руды

Наименование продукта	Выход, %	Содержание золота, г/т	Извлечение золота, %
<i>Обогащение на прецессионном сепараторе (измельчение концентрата до -0,25 мм)*</i>			
«Золотая головка»	0,07	148 875,6	64,7
Гравитационный концентрат	0,20	5515,6	6,9
Промпродукт	0,32	725,26	1,4
Хвосты гравитации	99,41	43,7	27,0
Итого	100,00	161,0	100,0
<i>Обогащение на концентрационном столе (измельчение концентрата до -0,14 мм)**</i>			
«Золотая головка»	0,38	25 801,7	76,6
Гравитационный концентрат	6,62	339,7	17,8
Хвосты гравитации	93,0	7,6	5,6
Итого	100,0	126,6	100,0

* Доводка концентрата для получения богатой «золотой головки», пригодной для плавки.

** Двухстадийное обогащение с доизмельчением хвостов первой стадии.

3. Результаты обогащения на прецессионном сепараторе вторичного сырья — лом электронной промышленности*, дробление до -5 мм

Наименование продукта	Выход, %	Содержание золота, г/т	Извлечение золота, %
Гравитационный концентрат	6,38	1,47	44,05
Промпродукт перерешетки	1,25	0,66	3,86
Хвосты гравитации	92,37	0,12	52,09
Итого	100,00	0,213	100,0

* Продукт представлен дроблеными деталями электронной и электротехнической промышленности; золото присутствует в нем в виде тонкого поверхностного слоя на металлической, пластмассовой, керамической или смешанной (металлокерамика) основе.

Использование аппарата для доводки первичного гравитационного концентрата (табл. 2) позволяет получать конечный продукт с высоким содержанием золота, пригодный непосредственно для плавки. Качество продукта выше, чем «золотой головки» концентратного стола, наиболее часто применяемого в технологических схемах на ШОФ, ШОУ.

Интересные результаты получены при обработке на новом аппарате отходов разборки электронного лома (табл. 3), для обогащения которых не пригоден ни один из известных гравитационных аппаратов. Простая одностадийная операция позволила выделить часть золота в богатый продукт, оплачиваемый по более высокой цене, за счет чего общая стоимость золота в отходах увеличилась на 60 %.

ЗОЛОТО ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ — ВОЗМОЖНЫЙ РЕЗЕРВ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССИИ XXI ВЕКА

Г.В. Ручкин (ЦНИГРИ МПР России)

Золоторудные месторождения раннедокембрийских зеленокаменных структур имеют существенное значение в современном мировом производстве металла. По разным оценкам их доля в добыче составляет 20—25 %. По Ю.М. Щепотьеву, среднее золотое месторождение зеленокаменных поясов обладает запасами золота в 20 т, а более 15 % всех учтенных месторождений относятся к числу крупных с запасами более 100 т Au. Содержание золота в среднем месторождении, по Д. Коксу и Д. Зингеру, достигает 9,2 г/т, а в 10 % месторождений — 19 г/т и более.

В настоящее время на территории России выявлены многочисленные мелкие месторождения и рудопроявления коренного золота в раннедокембрийских зеленокаменных поясах Балтийского и Алданского щитов и Воронежского кристаллического массива. Как показывает анализ имеющихся материалов по золотоносности этих структур, выполненный сотрудниками ЦНИГРИ, зеленокаменные пояса России, даже наиболее полно изученные, например некоторые зеленокаменные структуры Балтийского щита, в геолого-поисковом отношении изучены крайне неравномерно и недостаточно для принятия обоснованных решений по количественной оценке их перспектив на золото. Их металлогенический потенциал на обнаружение новых золоторудных месторождений не реализован.

Золоторудные месторождения зеленокаменных поясов по особенностям вещественного состава и геологическим обстановкам подразделяются на ряд рудно-формационных типов, отличающихся возможным диапазоном запасов металла в каждом типе.

Первоочередной интерес в развитии минерально-сырьевой базы золотодобычи в России представляют зеленокаменные пояса Карелии из-за их разительного сходства с аналогичными золоторудными провинциями мира, выгодного географо-экономического положения и развитой инфраструктуры. Как показывают результаты выполнения целевой программы «Золото Карелии», осуществляемой «Карелприродресурсом» и рядом производственных и научно-исследовательских организаций, здесь имеются перспективные проявления золота, отвечающие по масштабам средним, мелким и реже крупным объектам всех возможных типов.

Принимая во внимание опыт зарубежных и, в первую очередь, финских компаний, создавших в Финляндии новую минерально-сырьевую базу золотодобычи на основе выявленных в последнее десятилетие золоторудных месторождений пояса Иломанси, рентабельной может оказаться их отработка мелкими открытыми выработками с применением современных модульных обогатительных фабрик. С учетом геолого-экономических условий Карелии, по оценкам ряда экспертов, в том числе и сотрудников ЦНИГРИ, рентабельными для отработки при такой технологии являются месторождения и рудные тела с глубиной залегания до 50—100 м, запасами от 5 т и более и содержаниями золота 4—6 г/т.

Значительными перспективами на обнаружение месторождений золота некоторых

рудно-формационных типов обладают зеленокаменные пояса Кольского полуострова — Титовско-Колмозерский и Имандра-Варгузский.

По особенностям формационного выполнения, в том числе по масштабам развития потенциально золотосодержащих геологических формаций, зеленокаменные пояса Воронежского кристаллического массива с единичными проявлениями золота сходны с зеленокаменными поясами Среднего Приднепровья (Украинский щит), в которых в последнее время выявлен ряд золоторудных месторождений и рудопроявлений (Балка Широкая, Балка Золотая, Сергеевское и др.). Реализация значительного потенциала на золото зеленокаменных структур Воронежского кристаллического массива в ближайшей перспективе будет сдерживаться из-за большой мощности отложений перекрывающего их платформенного чехла.

Анализ материалов по золотосодержимости зеленокаменных поясов Алданского щита показывает, что эти структуры, скорее всего, обладают ограниченными перспективами на обнаружение в них рассматриваемых типов золоторудных месторождений. Они имеют существенно меньшие мощности разрезов при повышенной роли осадочных формаций; в их строении отсутствуют некоторые характерные для зеленокаменных поясов потенциально золотосодержащие геологические формации. Вместе с тем, обоснованное заключение о перспективах докембрийской золотосодержимости зеленокаменных поясов Алданского щита можно сделать только в результате дальнейшего целенаправленного прогнозно-металлогенетического исследования этих структур.

Таким образом, в России в ближайшей перспективе существует объективная возможность развития и укрепления минерально-сырьевой базы золотодобычи за счет открытия и освоения нетрадиционных для страны золоторудных месторождений раннедокембрийских зеленокаменных поясов.

НОВЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА УРАЛЕ, КРИТЕРИИ ИХ ПРОГНОЗА

**К.П. Савельева, В.Н. Хрыпов (Комитет по природным ресурсам
Свердловской области МПР России)**

В последние годы на Урале оцениваются золоторудные месторождения, среди которых доминирующее промышленное значение приобретает оруденение трех генетических типов:

метаморфогенно-гидротермальное золото-кварц-сульфидной формации, сформированное в метавулканогенно-терригенном обрамлении гранито-гнейсовых куполов главного гранитного пояса Урала (светлинский тип);

гидротермальное низкотемпературное золото-сульфидной формации, развивающееся в шовных зонах глубинных разломов Восточно-Уральского и Центрально-Уральского поднятий, в областях проявления позднепалеозойско-раннемезозойской тектономагматической активизации (воронцовский тип);

гипергенное, связанное с мезозойскими корами выветривания собственно золоторудных месторождений и золотосодержащих минерализованных зон.

Эндеогенное оруденение первых двух типов и гипергенное образуют тесную пространственную связь, что резко повышает промышленную ценность месторождений.

Светлинский тип оруденения имеет полигенный и полихронный характер. В его формировании фиксируются два этапа: ранний, представленный рудоносными метасоматитами лиственит-березитовой формации с убогими рудами, связанный с проявлением тоналит-гранодиоритового магматизма в среднем карбоне, и поздний, сопряженный с позднепалеозойско-раннемезозойским тектономагматическим циклом. С ним связано формирование в основном апотерригенных низкотемпературных метасоматитов золото-аргиллизитовой формации. Полигенный характер рудообразования привел к формированию мощных зон прожилково-вкрапленных руд золото-кварц-сульфидной формации с

широким спектром рудных минералов (пирит, самородное золото, халькопирит, галенит, сфалерит, шеелит, теллуриды сурьмы и висмута) с невыдержанным, иногда высоким содержанием золота. Процессы химического выветривания в мезозое обусловили гипергенное перераспределение золота на верхних горизонтах месторождения. Рудные тела отличаются сложной морфологией, не имеют четких границ, оконтуриваются по данным опробования, при этом образуют крупные месторождения, пригодные для открытой отработки.

Месторождения золото-сульфидной формации **воронцовского типа** также относятся к полигенным и полихронным. Их формирование происходило в три этапа: два из них (золото-медно-железо-скарновый и лиственит-березитовый) связываются с многофазной Ауэрбаховской габбро-диорит-гранитной интрузией среднедевонского возраста, а последний, характеризующийся проявлением низкотемпературных золотоносных кварц-серicitовых и аргиллизитовых метасоматитов, — с позднепалеозойско-раннемезозойской тектономагматической активизацией. В зависимости от состава рудовмещающих пород руды подразделяются на силикатные и карбонатные. Продуктивная минеральная ассоциация: пирит, антимонит, арсенопирит, самородное золото, реальгар, аурипигмент, киноварь. Распределение золота относительно выдержанное, максимальные концентрации сосредоточены в карбонатных рудах. Рудные тела отличаются относительно простой морфологией, не имеют четких границ, выделяются по данным опробования. В верхней части месторождения по силикатным рудам развивается площадной, а на контактах с карбонатными породами — контактово-карстовый золотоносный элювий.

В благоприятной геоморфологической обстановке — зонах мезозойского пенепплена Южного Урала, абрадированного пенепплена и останцах мезозойской денудационной поверхности на Среднем и Северном Урале — выделенные типы золоторудных месторождений сопровождаются мощными золотоносными линейными корами выветривания. Контакты с карбонатными породами осложнены процессами карстообразования. «Рудный карст» развит до глубин 200—250 м. Рудоносные коры выветривания представлены дресвяно-глинистыми, дресвяными и глинистыми образованиями, по составу кварц-каолинит-монтмориллонит-гидроslюдистыми с гидроксидами железа, окисленными сульфидами, реликтами рудных метасоматитов и рудовмещающих пород. Золото в них обычно свободное (до 80 %), геохимическая специализация наследуется от первичных руд, содержание золота в основном близкое к уровню концентраций в первичных рудах. Руды высокотехнологичны.

Потенциально рудоносные площади, перспективные на выявление метаморфогенно-гидротермальных и низкотемпературных гидротермальных золоторудных объектов, определяются сочетанием региональных и локальных геологических факторов. К региональным относятся:

- приуроченность к зонам региональных глубинных разломов, в том числе к периферийным зонам гранито-гнейсовых куполов или крупных интрузивных массивов, особенно к узлам пересечения их диагональными разломами;

- интенсивное развитие разрывной тектоники в узлах пересечения разнонаправленных разломов, а также наличие сдвига-надвиговых структур;

- наличие в составе рудовмещающих вулканогенно-осадочных пород туфогенно-терригенных и терригенно-карбонатных разностей;

- проявление среди рудовмещающих пород гидротермалитов скарновой, лиственит-березитовой и аргиллизитовой формаций;

- присутствие рудогенерирующих магматитов плагиогранитовой, гранодиорит-гранитовой, монцодиорит-гранитовой формаций.

К локальным критериям прогноза рудных полей и рудных узлов относятся:

- резко дифференцированные магнитные и гравитационные поля, отрицательные аномалии силы тяжести, положительные аномалии вызванной поляризации и гамма-спектрометрии, фиксирующие сульфидную минерализацию первичных руд и калиевый метасоматоз;

наличие золоторудных метасоматитов лиственит-березитовой и аргиллизитовой формаций с признаками золото-кварцевого и золото-кварц-сульфидного оруденения;

остаточные геохимические аномалии со спектром элементов: для объектов светлинского типа — золото, серебро, вольфрам, мышьяк, для воронцовского — золото, серебро, сурьма, мышьяк, ртуть, барий, марганец.

Открытие на Урале новых промышленных генетических типов золоторудных месторождений значительно расширяет перспективы развития его МСБ как крупной золотоносной провинции.

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПАКЕТ АСС-ГИС — СРЕДСТВО РАЗРАБОТКИ НАСТОЛЬНЫХ ГИС-ПРОЕКТОВ ДЛЯ ЗАДАЧ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

С.К. Сакоян (АСС-45, Узбекистан), Е.С. Макуркин (ГлавНИВЦ)

Выдвижение в последнее время в ряд первостепенных таких проблем, как управление природопользованием, а также базирующихся на них более общих проблем управления территориями стимулировало использование и развитие ГИС-технологий на основе различных типов ГИС-продуктов. Разнообразие возникающих при этом задач и условий их реализации, а также отсутствие стандартных подходов, обуславливают использование всего спектра существующих ГИС-продуктов: от самых простых и дешевых потребительских для решения частных задач до полнофункциональных и наиболее дорогих профессиональных ГИС (ARC/INFO, SMALLWORLD, INTERGRAPH) для получения достаточно общих решений.

Наиболее содержательные и практически важные задачи природопользования, такие как ведение отраслевых кадастров, лицензирование недропользования, экологический мониторинг, являются комплексными. Для их обслуживания используют разнообразные средства поддержки цифровых карт местности, необходимого документооборота, формирования тематических слоев, ведения фактографических и документографических баз данных, а также решения аналитических задач (прогнозных, оптимизационных и т. д.). Кроме того, эти задачи обычно многоуровневые, что служит отражением существующего иерархического процесса управления. Поэтому для реализации ГИС-проектов, адекватных таким задачам, необходимы многоуровневые интегрированные технологические решения.

В Министерстве природных ресурсов России в рамках Государственного банка цифровой геологической информации в ГлавНИВЦ и некоторых крупных региональных ИКЦ реализуются различные по сложности ГИС-проекты на основе полнофункционального профессионального ГИС-продукта ARC/INFO и одной из самых мощных СУБД ORACLE, которые приняты в качестве базовых программных средств. Для эксплуатации таких ГИС-проектов необходимы мощная вычислительная техника, квалифицированный персонал и крупные ассигнования. Однако совокупностью таких качеств не обладает большинство ИКЦ региональных и территориальных подразделений МПР России, где сосредоточена большая часть отраслевых специалистов, занятых вопросами управления фондом недр и обычно слабо разбирающихся в тонкостях ГИС-технологий. В расчете на такую категорию конечных пользователей и создавался пакет АСС-ГИС — простое в эксплуатации инструментальное средство для разработки интегрированных ГИС-проектов. С другой стороны, удачные реализация ГИС-проектов по недропользованию на базе дешевых настольных интегрированных систем могут служить действующими прототипами корпоративных систем регионального и федерального уровней. В книге Г. Буча приведено очень точное высказывание по этому поводу Гэлла: «Любая работающая сложная система является результатом развития работавшей более простой системы.. Сложная система, спроектированная с «нуля», никогда не заработает. Следует начинать с работающей простой системы».

Базовыми платформами для пакета АСС-ГИС выбраны наиболее распространенные в настоящее время Windows 95 и NT, позволяющие разрабатывать и эксплуатировать достаточно мощные 32-разрядные приложения на популярной и дешевой PC-совместимой вычислительной технике. Кроме того, они поддерживают простые сетевые решения, что весьма важно, если иметь в виду перспективы развития рассматриваемых средств.

В качестве инструментальной среды разработки пользовательских Windows приложений используется пакет визуального программирования Delphi 3.0. Он содержит эффективные средства визуального программирования, богатую библиотеку функций BDE (Borland Database Engine) для создания и ведения реляционных баз данных, а также набор драйверов, позволяющих обращаться к таблицам из различных наиболее распространенных баз данных, таких как Dbase, FoxPro, Paradox, Access, Informix, ORACLE.

В качестве пользовательской программной среды используется MS Office 97, ставший в последнее время фактически стандартом для разработчиков настольных систем. Интерфейс с компонентами АСС-ГИС реализуется на языке Visual Basic. Так, все необходимые выходные документы экспортируются по предварительно созданным шаблонам в MS Word, при желании редактируются, а затем выводятся на печать или запоминаются в виде документов MS Word. Таким образом могут быть получены регистрационные документы, ситуационные планы, паспорта и т. д.

Использование для создания пакета АСС-ГИС таких стандартных средств, как Windows 95, MS Office 97, Delphi 3.0 от ведущих мировых производителей, позволяет не только значительно ускорить и удешевить разработку, но также поддерживать его на достаточно высоком уровне, обновляя вслед за появлением новых версий соответствующих продуктов.

В состав пакета АСС-ГИС входят следующие компоненты:

- векторный редактор ACC-Edit;
- конструктор объектов ACC-VED;
- конструктор проектов ACC-Project;
- визуализатор ACC-View;
- анализатор ACC-Analist;
- преобразователь Transform.

Векторный редактор ACC-Edit реализован на объектно-ориентированном языке C++, однако архитектура этой компоненты процедурно-ориентирована. При его проектировании использован наиболее простой и популярный подход с однородными слоями и дуго-узловой топологией при представлении картографической информации.

Конструктор объектов ACC-VED реализован на объектно-ориентированном языке Object Pascal с использованием объектно-ориентированного программирования. В отличие от ACC-Edit основным для ACC-VED является понятие объекта, а не слоя. При этом все векторные слои, служащие контейнерами для неоднородных объектов, равноправны. При визуализации применяется потоковая обработка картографической информации и используются MDI (Multiple Document Interface) окна, что дает возможность значительно ускорить процесс прорисовки в разных окнах, а также синхронизировать операции в них. Использование сложных и неоднородных графических образов объектов в одном слое позволяет значительно проще, чем при многослойном подходе к их представлению, решать множество практических задач (например, кадастровых), в которых реальные объекты по-существу неоднородны.

Конструктор проектов ACC-Project представляет собой инструментальное (мастер) средство, предназначенное для отображения многоуровневой и многослойной цифровой карты, визуального метаописания структур реляционных баз данных, формирования макетов входных и выходных форм документов, получения сводных таблиц, написания аналитических процедур на специальном встроенном языке, а также осуществления ряда других функций. В текущей версии пакета АСС-ГИС визуализатор и конструктор проектов объединены в одну компоненту. Конструктор проектов становится визуализатором при отключении функций модификации ГИС-проекта.

Анализатор АСС-Analyst реализован с помощью объектно-ориентированного проектирования с использованием визуализации в MDI-окнах. Он предназначен для синхронного отображения объектов (классов) в тематических слоях, порожденных различными типами проекций в различных окнах, а также для статистической обработки всех типов признаков, ведения классификационного анализа данных, прогнозирования с помощью метода аналогий по решающим правилам и т. д.

Пакет по преобразованию данных под названием Transform, предназначенный для преобразования координат и форматов, является автономным и может быть использован в других пакетах.

С помощью пакета АСС-ГИС решен ряд геолого-прогнозных задач, реализовано несколько геоэкологических ГИС-проектов на основе карт м-бов 1:1 000 000, 1:200 000 и 1:25 000, ведутся кадастровые ГИС-проекты в землепользовании. Наиболее крупные проекты, реализуемые в настоящее время с помощью АСС-ГИС, — это ГИС-проекты «Лицензирования недропользования и госгеолконтроль» федерального и регионального уровней для МПР России.

ИСТОРИЯ ДОБЫЧИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА В РОССИИ

А.А. Сапрыкин, Г.Л. Колосова (ЦНИГРИ МПР России)

Добыча золота в России в промышленных масштабах началась в 1823 г. с разработки россыпей на Урале в районе Березовского месторождения.

История россыпной золотодобычи в России может быть разделена на ряд этапов.

1 этап. 1823—1917 гг. Открытие, начало освоения основных золотonosных районов Урала, Южной и Восточной Сибири, Забайкалья, юга Дальнего Востока. Преобладание мускульной добычи во всех районах; в Енисейском кряже широко развита дражная добыча. Постепенный рост ежегодной добычи до 50 т.

1917—1922 гг. Резкое падение золотодобычи с началом первой мировой войны, почти полное прекращение ее в период гражданской войны.

2 этап. 1923—1941 гг. Восстановление довоенного уровня добычи. Интенсивная разработка месторождений в известных районах. Открытие новых золотороссыпных районов, таких как Аллах-Юнь, Центральный Алдан (Якутия), Октябрьский узел (Амурская область). Главное событие — открытие Колымских россыпей. Увеличение наряду с мускульным трудом роли механизированных способов добычи — гидравлического, дражного (паровые драги).

1941—1945 гг. Падение добычи золота в период Великой Отечественной войны.

3 этап. 1946—1975 гг. Широкое развитие геолого-съемочных и геолого-разведочных работ, внедрение мощной техники. Открытие богатейших золотороссыпных районов на севере Чукотки и в Якутии. Рост разведанных запасов и уровня золотодобычи до максимального (147 т в 1974 г.).

4 этап. 1975—1991 гг. Постепенное закономерное снижение уровней прироста запасов и добычи вследствие естественного истощения сырьевой базы многих ведущих золотороссыпных районов. Открытие и начало освоения ряда новых золотороссыпных площадей (Кожимский район, Корякия).

5 этап. С 1992 г. резкое ухудшение состояния отрасли, закрытие ряда приисков.

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА РОССИИ

**А.А. Сапрыкин, О.С. Набровенков, Г.Л. Колосова, В.И. Семенюк
(ЦНИГРИ МПР России)**

Более полутора веков основная масса золота в России добывалась из россыпей. В обозримом будущем добыча россыпного золота по-прежнему составит значительную долю общей добычи.

Основная часть ежегодной добычи и разведанных запасов россыпного золота России сосредоточена в золотоносных районах Востока России — в Магаданской области, Якутии, на Чукотке, в Иркутской, Амурской и Читинской областях.

Особенно интенсивно добыча россыпного золота велась в 60—70-х годах. По сравнению с послевоенным временем она увеличилась в 2,5 раза. Это было обусловлено широким развитием геолого-съемочных и геолого-разведочных работ, приведших к открытию ряда богатейших золотороссыпных узлов и районов главным образом в северных районах Чукотки и Якутии, а также переоснащением золотодобывающих предприятий высокопроизводительной техникой. В последние десятилетия прирост запасов происходил в основном за счет освоения участков известных месторождений, характеризующихся более низким качеством и более высокой себестоимостью разведки и отработки. Увеличиваются глубина залегания россыпей и соответственно объемы удаляемых торфов. Уменьшается содержание золота в разведываемых и отрабатываемых месторождениях. В целом по России содержание золота за последние четверть века в месторождениях, разрабатываемых дражным способом, снизилось в 1,5 раза, а в месторождениях, разрабатываемых открытым способом (70 % добычи), — в 2,1 раза.

На территории России известны россыпи ряда геолого-промышленных типов, из которых наибольшее промышленное значение имеют аллювиальные россыпи с преобладанием мелкозалегающих (до глубины 10 м) россыпей. По мере отработки этих объектов возрастает значение техногенных (по аллювиальным) россыпей. Аллювиальные и техногенные по аллювиальным россыпи будут и в дальнейшем составлять основу добычи россыпного золота.

В последние десятилетия происходит неизбежное и закономерное истощение минерально-сырьевой базы россыпного золота. Снижается уровень ежегодных приростов запасов и восполнения сырьевой базы. В последние годы развал экономики страны привел к тому, что во всех ведущих золотороссыпных районах количество ежегодно добываемого золота превышает количество разведанного. Разведанные запасы и учтенные прогнозные ресурсы позволят сохранить уровень добычи (при определенном снижении его) при условии разработки законодательства, оптимизирующего рентабельную разработку месторождений.

НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССИИ (БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ)

Ю.Г. Сафонов (ИГЕМ РАН)

Оценка состояния и перспектив использования и воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов на ближайшее и отдаленное будущее неизбежно базируется на научном знании и аналитическом прогнозировании. На их основе определяются главные тенденции в освоении минерально-сырьевых ресурсов мира и отдельных стран или регионов.

В XX в. резко проявились тенденции:

интенсивного роста добычи рудного сырья благородных и ведущих цветных (медь, никель, свинец, цинк) металлов;

повышения значимости фактора экономической рентабельности освоения минеральных ресурсов;

быстрой истощаемости высококачественных руд, невосполняемости некоторых видов рудного сырья;

увеличения негативного воздействия горно-металлургического производства на природную среду, среду обитания человека;

усиления влияния крупных интернациональных горно-рудных компаний, их корпоративных интересов на конъюнктуру рынка металлов.

Эти тенденции, очевидно, сохранятся в XXI в. при естественных различиях применительно к конкретным категориям и видам рудного сырья.

Неподготовленное вхождение России в систему мировых рыночных отношений, реальные условия переходного периода, сложившиеся в стране, первостепенное значение минерально-сырьевых ресурсов в ее сегодняшней экономике предопределяют особую значимость разработки и реализации государственной политики по созданию и развитию надежной базы минерально-сырьевых ресурсов, по рациональному использованию этой базы в ближайшей и долгосрочной перспективе.

На всех стадиях формирования и использования МСБ научно-исследовательская часть является необходимой составляющей, в значительной мере опережающей по отношению к производственной деятельности.

В докладе рассматривается главным образом научное обеспечение собственно геологических работ — прогнозирования, поисков и разведки рудных месторождений. Геолого-экономические и технологические вопросы затрагиваются только в связи с этими работами.

В металлогеническом прогнозировании важнейшее значение приобретает разработка теоретических основ количественной металлогении и современных методов регионального и локального прогнозирования на основе компьютерных технологий. Эффективность поисковых и разведочных работ прямо увязывается с разработкой моделей-образов рудоносных площадей — рудных районов — полей — месторождений — применительно к различным геологическим обстановкам.

Многообразие геолого-генетических типов месторождений рассматриваемой группы металлов предопределяет необходимость параллельной разработки теоретических моделей рудообразующих систем для месторождений основных генетических классов (категорий) и факторных моделей рудных месторождений различных типов.

Опыт теоретического моделирования рудообразующих процессов значителен, но проблемы массопереноса, продуктивности рудообразующих систем разработаны недостаточно. Как правило, количественные параметры (концентрации рудных компонентов, размерность) отсутствуют в генетических моделях месторождений и рудных формаций. Положительный опыт разработки факторных моделей и образов рудных месторождений пока весьма ограничен (Атласы... ЦНИГРИ и др.). Факторные модели (структурные, геохимические, минералогические и др.) месторождений непосредственно влияют на совершенствование технологий поисков и разведки месторождений. Соединение принципов теоретического и реального факторного моделирования важно при прогнозировании нетрадиционных типов рассматриваемых рудных месторождений.

Выявление новых экономически важных видов рудного минерального сырья для различных металлов имеет неодинаковую перспективу: более реалистичную для благородных металлов, менее — для цветных. Эти перспективы прямо связаны с технологическим прогрессом, подготавливаемым опережающими целевыми научными исследованиями. Основные направления этих исследований: изучение закономерностей скрытого залегания рудных скоплений для разработки рентабельных способов их добычи; исследование форм нахождения и закономерностей распределения рудных и сопутствующих компонентов в малых концентрациях («бедных» рудах) для разработки эффективных технологий извлечения благородных и цветных металлов из таких руд и переработки накопленных техногенных продуктов.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ XXI ВЕКА: ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ

Г.В. Седельникова (ЦНИГРИ МПР России)

Увеличение производства благородных и цветных металлов неразрывно связано с разработкой новых высокорентабельных и экологически безопасных технологий переработки минерального сырья. В настоящее время научно-технический уровень развития горно-рудной и металлургической промышленности России не отвечает достижениям мировой науки и практики. Действующая практика переработки минерального сырья благородных и цветных металлов не реализует главный экономический принцип — направлять богатое сырье на фабрику, а бедное перерабатывать дешевыми способами кучного и подземного выщелачивания, как делается во всех ведущих странах-производителях золота, меди и других металлов. Практически не используются методы предварительного обогащения руд с помощью рентгенорадиометрической и фотометрической сепарации. Отсутствуют современные компьютерные технологии контроля качества руд в цепочке рудник — фабрика — склад. Применяется физически и морально устаревшее оборудование, недостаточен уровень механизации и автоматизации производства.

Основным способом извлечения благородных металлов из легкообогатимых руд золото-кварц-сульфидного и золото-серебряного типов продолжает оставаться высокотоксичная технология цианирования со сложной схемой регенерации смолы. В дополнение к этому практически все реагенты и материалы закупаются за рубежом — смола, цианид, тиомочевина, щелочь и др., что значительно удорожает себестоимость получения 1 г золота и в ряде случаев делает его не рентабельным. При обезвреживании цианосодержащих стоков применяется хлоридный метод, который не является экологически безопасным. Не используются малотоксичные растворители золота, озонирование и микробиологическое разрушение цианидов.

Упорные золото-мышьяковые руды как существенный источник благородных металлов (запасы их составляют 23 % в общих запасах рудного золота) не вовлекаются в эксплуатацию из-за отсутствия промышленно-апробированной технологии переработки упорных концентратов. Разработанная ЦНИГРИ передовая биогидрометаллургическая технология в настоящее время проходит опытно-промышленное освоение на Олимпиадинской ЗИФ. Золотодобывающая промышленность не использует прогрессивную автоклавную технологию, а цветная металлургия (кроме Норильского ГМК) недостаточно применяет ее при переработке руд и концентратов. Чрезвычайно велик удельный вес экологически вредных пирометаллургических способов извлечения меди, цинка и свинца.

При добыче россыпного золота слабо используются современные рудные технологии и технические средства. Основным аппаратом для извлечения золота на протяжении многих десятилетий остается шлюз, в результате чего потери золота, в том числе мелкого (–0,25 мм) и тонкого (–0,1 мм), достигают 80 %, особенно при переработке высокоглинистых россыпей с содержанием глин 20–60 %.

Сохраняющаяся тенденция снижения качества минерального сырья, увеличения доли бедных и труднообогатимых руд, песков и техногенного сырья, наряду с возрастающими требованиями к охране окружающей среды, ставят перед исследователями задачу разработки рентабельных и экологически безопасных технологий.

Основные направления исследований в области создания технологий XXI в. следующие: разработка принципиально новых способов раскрытия и обогащения полезных ископаемых на основе применения энергии ускоренных электронов, электроплазменной сепарации и других энергетических воздействий;

создание новых способов извлечения благородных металлов из руд и песков, в том числе комплексных, с использованием процессов коагуляции поверхностно-активными веществами и парафинами, галламации (жидким галлием) взамен амальгамации, а также

обогащения в центробежных и других полях, позволяющих извлекать золото крупностью до 5—10 мкм;

разработка технологий и технических средств радиометрической и электростатической сепарации;

испытание и широкое внедрение в промышленность рентабельной технологии кучного и подземного выщелачивания золота, меди и других металлов из бедного рудного и техногенного сырья;

разработка и освоение отечественной технологии извлечения благородных металлов на основе использования высокопрочных активированных углей типа АГ-90, ФАС-3 и др.;

изыскание и применение малотоксичных растворителей золота, в том числе бром- и йодсодержащих, взамен цианида;

создание легкорегенерируемого анионита для сорбции благородных металлов из растворов и пульпы;

разработка и промышленное освоение биогидрометаллургической технологии переработки упорного золотосодержащего сырья, в том числе золото-мышьяковых концентратов;

создание новых экологически безопасных микробиологических способов обезвреживания цианидов взамен хлоридной технологии;

испытание автоклавной технологии выщелачивания руд и концентратов цветных и благородных металлов для снижения использования дорогостоящих и токсичных пирометаллургических способов;

разработка нового способа флотации руд в аппаратах колонного типа;

изыскание и применение эффективных и экологически безопасных флотационных реагентов;

разработка и изготовление модульных передвижных установок для освоения мелких и удаленных месторождений;

создание современных компьютерных технологий контроля и управления качеством перерабатываемого сырья.

Успешная реализация намеченной программы развития научных исследований позволит повысить технический уровень отечественной горно-рудной и металлургической промышленности и увеличить производство благородных и цветных металлов в XXI в.

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Л.Г. Симакова, Б.Л. Серебряный, А.В. Мандругин (ЦНИГРИ МПР России)

Сточные воды золотоизвлекательных производств нередко содержат такие высокотоксичные компоненты, как сурьма, мышьяк, цианиды. Сурьма и мышьяк обычно присутствуют в золотосодержащих рудах, а цианид — реагент, используемый в ряде технологических схем переработки этих руд.

Экологический контроль, повышение требований к чистоте сбрасываемых сточных вод обуславливают необходимость создания методик, позволяющих анализировать сточные воды на содержание токсичных компонентов на уровне действующих в настоящее время норм ПДК, которые для перечисленных компонентов составляют 0,05 мг/л.

Разработанные в ЦНИГРИ методики фотометрического определения цианидов, мышьяка и сурьмы в сточных водах золотоизвлекательных производств, позволяющие определять эти компоненты на уровне ПДК и выше, просты в исполнении и характеризуются высокой селективностью.

Нами разработана методика определения общего содержания цианидов в водах. Она основана на разложении комплексных цианидов в сильноокислой среде, отгонке всех форм цианидов в виде синильной кислоты и фотометрическом определении их в оттоне пиридин-барбитуровым методом. В качестве поглотителя использовали раствор щелочи.

Отгонку проводили из среды серной кислоты. Исследования показали, что в таких условиях отгоняются все формы цианидов, в том числе цианиды, связанные в прочные комплексы с железом и кобальтом.

Методы определения цианидов отработаны применительно к реальным технологическим растворам обработки золотосодержащих руд, прошедшим различные схемы очистки от цианидов. Предложен способ устранения влияния окислителей, используемых для обезвреживания цианидов, на результаты анализа. Разработанная методика аттестована в качестве отраслевой. Интервал аттестованных содержаний цианид-иона 0,01 — 0,1 мг/л.

В предлагаемой методике определения сурьмы использованы экстракционное концентрирование (после восстановления всех форм сурьмы до трехвалентного состояния) в виде диэтилдитиокарбамината хлороформом, рекстракция концентрированной соляной кислотой и экстракционно-фотометрическое определение сурьмы с красителем — бриллиантовым зеленым. Использование на первой стадии анализа экстракционного концентрирования позволило на порядок увеличить чувствительность определения сурьмы и устранить влияние золота и мышьяка, отмечаемых при прямом определении с бриллиантовым зеленым. Методика аттестована в интервале содержаний сурьмы 0,01 — 0,1 мг/л и подготовлена к утверждению в качестве отраслевой.

Для определения мышьяка использован известный метод, основанный на выделении мышьяка в виде гидрида и поглощении его пиридиновым раствором диэтилдитиокарбамината серебра с образованием интенсивно окрашенного соединения. Предложен менее токсичный и более чувствительный состав поглотительного раствора. Определены условия фотометрического определения мышьяка в присутствии значительных количеств сурьмы. Методика проверена на модельных растворах. Чувствительность определения мышьяка 0,01 мг/л.

Разработанные в ЦНИГРИ методики фотометрического определения цианидов, мышьяка и сурьмы позволяют определять эти элементы на уровне ПДК и ниже на фоне значительного избытка других элементов — железа, меди, цинка, свинца, никеля, кобальта, натрия, калия, кальция, магния, золота, серебра и др. и могут использоваться для определения токсичных компонентов в сточных водах.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ УКРАИНСКОГО ЩИТА

В.Н. Сорокин, Г.В. Ломакина (ЦНИГРИ МПР России), А.Х. Бакаржиев, О.Ф. Макивчук (ПГО «Кировгеология», Украина)

В конце 80-х годов ПГО «Кировгеология» в Чертомлыкской зеленокаменной структуре Среднеприднепровской гранит-зеленокаменной области (ГЗО) Украинского щита в железистых кварцитах выявлено золоторудное месторождение Балка Широкая. В настоящее время оно оценено как наиболее значительный объект среднего масштаба среди проявлений золото-джеспилитовой минерализации в раннедокембрийских комплексах на территории бывшего СССР. Нами оно рассматривается в качестве модельного золоторудного месторождения в железистых кварцитах для оценки зеленокаменных структур Среднеприднепровской ГЗО на золото-джеспилитовый тип оруденения.

Детальные минералого-петрографические работы позволили выявить ряд особенностей месторождения Балка Широкая:

приуроченность к той части разреза позднеархейских осадочно-вулканогенных толщ конкской свиты, где преобладают метаморфические образования первично-осадочной, вулканогенно-осадочной природы (сланцево-джеспилит-толеитовая формация) — карбонатные породы, вулканиты основного состава, железистые кварциты;

локализация в лежащем боку мощной зоны оталькования (по карбонатным породам) на участке с многочисленными, вероятно, разновозрастными телами магматических пород пестрого состава;

концентрация золотого оруденения в железистых кварцитах и в меньшей степени в метакarbonатных, метабазитовых и жильных магматических породах. Выделено четыре минеральных типа оруденения — пирит-пирротиновый, пиритовый (главные) и пирит-арсенопиритовый, серебро-полисульфидный. Предполагается полигенная природа золотой минерализации, которая формировалась в связи с позднеархейскими осадочно-вулканогенными и ортогидротермальными (вероятно, связанными с сурско-токовским гранитоидным комплексом) процессами.

Наиболее перспективными на золото-джеспилитовый тип оруденения, кроме Чертомлыкской, представляются Конкская и Софиевская зеленокаменные структуры. Все они располагаются в центральной части Среднеприднепровской ГЗО в пределах узкого блока, ограниченного широтными разломами. В составе их зеленокаменного комплекса присутствует продуктивная в Чертомлыкском синклинории сланцево-джеспилит-толеитовая формация. Упомянутые структуры в отличие от других зеленокаменных структур Среднего Приднепровья характеризуются мощным развитием в низах разреза дацит-андезит-толеитовой формации и пространственной близостью к ареалам проявления гранитоидов сурско-токовского комплекса.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЦЕН НА ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В.В. Стефанович (ЦНИГРИ МПР России)

Методической основой экспрессного способа прогнозирования состояния сырьевой базы при изменении цены на полезное ископаемое служат установленные автором экспоненциальные зависимости основных характеристик промышленных запасов от ограничивающих их условий (кондиций, цен и т. д.).

Экспоненциальная форма зависимостей общая для всех типов объектов и подтверждается результатами исследований, проведенных по материалам многих десятков (более 70) месторождений различных твердых полезных ископаемых, таких как уголь, барит, слюда, железо, марганец, медь, свинец, цинк, олово, никель, молибден, золото, серебро, алмазы и др. Цена, как и себестоимость полезного ископаемого, — один из факторов, ограничивающих его промышленные запасы.

Правомерность применения экспоненциальных зависимостей для прогнозирования состояния сырьевой базы полезных ископаемых была подтверждена результатами экспериментальных расчетов на примерах разнотипных (двух коренных и четырех россыпных) месторождений золота.

По данным опорных вариантов соответствующих ТЭО кондиций для каждого из этой группы месторождения были составлены уравнения зависимости запасов от цены металла и определена их экономическая структура. Расчет параметров уравнений осуществлялся на IBM PC по специальной программе. Эта операция длится считанные минуты.

По результатам суммирования запасов металлов всех объектов группы с одинаковой ценой золота составлено аналогичное уравнение для сырьевой базы в целом.

Таким образом, был создан инструмент для экспрессного прогнозирования состояния сырьевой базы металла при изменении цены на него без ограничения возможного числа вариантов.

Еще более быстрый и наглядный способ прогнозирования состояния сырьевой базы — графическая разновидность предлагаемого метода.

Высокая точность оценки состояния сырьевой базы при различных ценах в проведенном эксперименте проверена прямыми расчетами и подтверждает надежность экспрессных определений.

Универсальный характер используемой формы математической зависимости обеспечивает возможность ее применения для любых месторождений твердых полезных ископаемых.

МИНЕРАГЕНИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПЛАТИНОНОСНЫХ УЛЬТРАОСНОВНЫХ ЯДЕР В МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА КАК КРИТЕРИЙ ИХ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ЕДИНСТВА

В.В. Столяренко (ЦНИГРИ МПР России)

В настоящий момент все известные собственно платиновые россыпи относятся к иридисто-платиновому минералого-геохимическому типу и связаны с клинопироксенит-дунитовыми массивами, слагающими ядра магматических, концентрически зональных комплексов. Последние проявляются в разных геотектонических обстановках и представлены разнообразными интрузивными породами, что послужило основанием для отнесения их к различным магматическим формациям. Кроме того, большинство исследователей трактуют возраст одних и тех же клинопироксенит-дунитовых массивов в очень широком временном диапазоне (AR—J), что не дает возможности связать эти образования с определенным этапом тектонического развития территории.

Клинопироксенит-дунитовые массивы известны в пределах зон активизации древних платформ в составе полихронных, полиформационных щелочно-ультраосновных комплексов алданского типа (массивы Кондер, Чад, Инагли) и габбро-клинопироксенит-дунитовых комплексов, возможно, связанных с рифтовыми зонами, эфиопского типа (массив Юбдо). В складчатых областях клинопироксенит-дунитовые массивы установлены в составе габбро-клинопироксенит-дунитовых комплексов уральско-алаянского типа (массивы Платинового пояса, Урал; Ред Маунтин, Аляска; Сьерра-Торро, Колумбия) и в щелочно-ультраосновных комплексах приморского типа (массив Кокшаровка, Сихотэ-Алинь; Феклистовский массив, Шантарский архипелаг и, вероятно, массив Туламин, Канада).

Особенности внутреннего строения клинопироксенит-дунитовых массивов зависят от уровня денудационного среза. Наиболее сложным строением отличаются глубоко вскрытые Нижне-Тагильский и Кондерский массивы, относимые к разным магматическим формациям. Они состоят из дунитового ядра и клинопироксенитовой оторочки. Ядро, представленное хромитонесными форстеритовыми дунитами, характеризуется значительной неоднородностью и концентрически-зональным строением.

Выделяются три элемента неоднородности ядра: центральная часть, сложенная пегматоидными и крупнозернистыми фациями дунитов с содержанием хромшпинелидов до 5 %; кольцевая зона вокруг центральной части, сложенная крупнозернистыми дунитами с повышенным содержанием хромшпинелидов (в том числе шпировых выделений) до 15 %; внешняя часть дунитового ядра представлена мелко-, среднезернистыми фациями дунитов с содержанием хромшпинелидов 1—2 %. Подобное строение ядра определяется температурной зональностью и зональностью проявления пластических деформаций в пределах дунитового ядра в момент его становления, что указывает на сходные условия образования этих массивов.

Металлогеническая специализация перечисленных массивов определяется рассеянной акцессорной вкрапленностью МПГ в ультрамафитовых породах ядра, главным образом в дунитах. Характерна приуроченность повышенных содержаний платины к кольцевой зоне центральной части ядра.

Н.С. Рудашевским для этих массивов был выделен парагенезис МПГ, который представлен железорудными сплавами и доминирует при процессах россыпеобразования. Показано преобразование первичного осмиевого парагенезиса, сформированного в условиях мантийного зарождения гипербазитов, в платиновый в результате коровых метаморфо-метасоматических изменений ультрамафитов.

С учетом высокой информативности типовых минералого-геохимических признаков МПГ и их тесной парагенетической связи с ядрами ультрамафитовых пород,

входящих в состав различных комплексов, их можно рассматривать как индикатор формационной принадлежности этих ядер.

Состав элементов примесей (Fe, Os, Ir, Rh и Pd) в изоферроплатине из массивов различной формационной принадлежности, вынесенный на барицентрическую диаграмму, показывает полное совпадение полей составов изоферроплатины из концентрически-зональных комплексов, включающих дунитовые ядра. И, напротив, четко отделяется от поля состава изоферроплатины из полосчатого комплекса гипербазитовой формации.

Подтверждением единой мантийной природы МПГ из различных магматических комплексов служат данные осмиевой изотопии. Полученные нами отношения $^{187}\text{Os}/^{186}\text{Os}$ для шлихового самородного осмия из Кондерского и Чадского щелочно-ультрамафитовых массивов близки к таковым для МПГ из Нижне-Тагильского и Омутнинского габбро-клинопироксенит-дунитовых массивов и изменяются в пределах 1,01—1,09. Подобные изотопные отношения, соответствующие значениям, принятым для мантии, отмечены для МПГ зональных массивов аляскинского типа и альпинотипных дунит-гарцбургитовых массивов. При этом платиновый парагенезис, характерный для полосчатого комплекса дунит-гарцбургитовых массивов, может, вероятно, рассматриваться как сформированный в переходных условиях от мантийных к коровым.

Таким образом, повторяющиеся ассоциации ультрамафитовых пород как в ядрах массивов габбро-клинопироксенит-дунитовой, так и в щелочно-ультраосновой формации, особенности их внутреннего строения и соотношения друг с другом, а также их сходная металлогенетическая специализация позволяют сделать вывод о полигенном и полиформационном характере комплексов, включающих платиносодержащие дунитовые ядра, относящиеся к единой магматической формации.

Совокупность ассоциаций горных пород, определяющая принадлежность всего комплекса к той или иной формации, зависит в этом случае от характера метаморфо-метасоматических преобразований первичных мантийных ультрамафитов, происходящих либо в океанской, либо в континентальной земной коре.

СТРУКТУРА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СЕРЕБРА РОССИИ ПО МАСШТАБАМ И ТИПАМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Т.А. Тихонова (ЦНИГРИ МПР России)

Одним из наиболее приоритетных факторов прогнозирования перспектив развития и использования МСБ серебра является динамика (1960—1997 гг.) по геолого-промышленным типам, а также по масштабу месторождений. Так, если на 01.01.60 г. почти 85 % запасов серебра были сосредоточены в медноколчеданных (30,4 %), медистых песчаниках (28 %), свинцово-цинковых и полиметаллических (26,5 %) месторождениях, то по состоянию на 01.01.98 г. почти 90 % запасов серебра приходится на собственно серебряные (24,6 %), свинцово-цинковые и полиметаллические (23,3 %), медноколчеданные (20,3 %), медистые песчаники (10,6 %) и медно-никелевые (10,2 %) месторождения.

За период 1960—1997 гг. были открыты и разведаны собственно серебряные месторождения, почти в 8 раз выросли запасы медно-никелевых руд при абсолютном росте запасов во всех других типах. В целом же по России за этот период запасы серебра возросли более чем в 3 раза.

В использовании МСБ серебра за период с 1960 по 1997 гг. также произошли изменения. Так, в 1960 г. 46 % серебра было добыто из медноколчеданных руд, 34,4 % — из свинцово-цинковых и полиметаллических, 10 % — из золоторудных; в 1996 г. 41,3 % — из медноколчеданных, 19,6 % — из медно-никелевых, 16,8 % — из собственно серебряных, 12,1 % — из свинцово-цинковых и полиметаллических месторождений. Предполагалось, что с вводом второй очереди Дукатского ГОКа основная добыча серебра будет производиться из месторождений собственно серебряного типа. Однако в связи с экономическими трудностями в стране строительство ГОКа было остановлено.

Анализ распределения запасов и добычи МСБ серебра по масштабу месторождений показал, что в настоящее время отмечается значительное преобладание как в запасах, так и в добыче доли крупных объектов. Особенностью МСБ серебра является то, что 75,4 % запасов и 83,2 % добычи серебра по состоянию на 01.01.97 г. составляют комплексные месторождения и лишь 24,6 % запасов и 16,8 % добычи — собственно серебряные.

Для того чтобы серебряная промышленность могла более гибко реагировать на потребности страны в серебре, в нужный момент увеличить или уменьшить добычу и быть независимой от количества серебра из комплексных руд, необходимо развивать собственно серебряную отрасль. Тем более, что в стране для этого имеются предпосылки. Россия обладает значительным потенциалом для укрепления и развития МСБ серебра за счет собственно серебряных месторождений. При этом основные перспективы связаны с традиционным Дальневосточным экономическим районом — Магаданской областью, Республикой Саха, Приморским краем, Чукотским и Корякским национальными округами, а также с Западно-Сибирским и Республикой Алтай.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ЗОЛОТОНОСНОСТЬ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ БАРЗАССКОГО РАЙОНА

**А.А. Торгунаков (ЗАО «Южсибгеоцентр»), А.Е. Аввакумов
(ЗАО «Тэтис-М»)**

Барзасский золотоносный район расположен в северо-западных предгорьях Кузнецкого Алатау и охватывает водораздельные пространства рек Барзас, Кельбес и Золотой Китат. В целом для района характерна тесная пространственная связь золотороссыпных узлов с коренным оруденением.

Примером, иллюстрирующим эволюционный ряд золотоносных образований района, может служить участок, охватывающий верховье р. Едениса и ее водораздел с руч. Солонешным. В пределах этого участка зафиксированы практически все возрастные и генетические типы золотоносных образований, отмеченные в районе.

По данным геолого-геофизических исследований здесь расположен золотоносный узел, представленный сложной зоной сочленения серии даек основного состава и секущих, разнонаправленных дизъюнктивов. Приконтактные части даек интенсивно изменены — окварцованы, сульфидизированы и пронизаны сетью кварцевых жил и прожилков. По измененным породам и вдоль разрывных нарушений развиты рыхлые продукты гидро-слюдисто-каолининовой коры выветривания, корневые части которой распространяются до глубины 40—60 м.

В правобережье р. Едениса, непосредственно над корой выветривания, расположена неоген-четвертичная россыпь переуглубленной долины (увальная), частично вскрытая подземными старательскими отработками. Плотиком россыпи являются выветрелые каолинизированные сланцы, диабазы и осветленные лимонитизированные метасоматиты. Распределение золота в «песках» крайне неравномерное, кусково-кочковое — от 300—700 мг/м³ до 30—60 г/м³. Золотины очень крупные, основная масса золота размерностью 2—4 мм, часты мелкие самородки в «рубашке» и в сростках с кварцем.

Средняя продуктивность россыпи составляла 2,3 г/м². В тех местах, где «пески» подстилались измененными, обохренными породами (рудоносными метасоматитами в экзо- и эндоконтактах даек), продуктивность россыпи возрастала в 3—4 раза — до 6—9 г/м². Обычно в этих же местах старателями отрабатывались наиболее богатые гнезда («кочки») с содержаниями в несколько десятков г/м³.

В ряде случаев пройденные в плотике россыпи гезенки показывают весьма значительные содержания золота в подстилающих россыпь образованиях коры выветривания (до 17,69 г/м³), отработка которых не производилась из-за сложностей с водоотливом.

В северо-западной части данного рудно-россыпного узла, где золотоносные структуры

перекрыты чехлом меловых отложений, буровыми работами выявлена промышленная золотоносность гравийно-галечниково-песчанистых отложений симоновской свиты верхнего мела и подстилающего эти отложения щебнисто-глинистого элювия, развитого по девонским вулканогенным породам. Разрез меловых отложений представлен переслаиванием хорошо окатанного гравийно-галечного материала с песчано-глинистыми породами и пестрыми гидрослюдисто-каолинистыми глинами. Наибольшие содержания золота — более 2 г/м^3 (до $10\text{--}15 \text{ г/м}^3$) — приурочены к грубогалечниковым прослоям и линзам. Мощность золотоносных «песков» $0,4\text{--}2 \text{ м}$. Вниз по разрезу, от подошвы меловых отложений, вскрыт структурный элювий площадной гидрослюдисто-каолинитовой коры выветривания. Мощность продуктов коры выветривания от 17 до $30\text{--}40 \text{ м}$. В верхней половине разреза, там где преобладает каолинистая глина, отмечается золотоносность до $1,6 \text{ г/м}^3$ при мощности интервала $3,5 \text{ м}$. В нижней части разреза на глубинах более 40 м , где уже преобладает гидрослюдисто-щебнистый элювий, концентрации золота заметно возрастают и достигают 237 г/м^3 при средних содержаниях $66,8 \text{ г/м}^3$ на мощность 2 м .

Современные водотоки, берущие начало в пределах рассматриваемого рудно-россыпного узла, формируют протяженные долинны россыпи, которые эксплуатируются в настоящее время. Средние содержания золота в этих россыпях значительно ниже, чем в отмеченных выше золотоносных образованиях, несомненно, являющихся источником металла современных россыпей.

За последние два года в изучаемом районе обнаружены четыре аналогичных рудно-россыпных узла с суммарными прогнозными ресурсами металла 140 т . Основная доля прогнозных ресурсов (около 90%) приходится на рудное золото, $8,2 \%$ связано с остаточными и переотложенными продуктами кор выветривания, $0,7 \%$ находится в глубокозалегающих остаточных подувальных россыпях, $0,9 \%$ содержат современные долинны россыпи.

Таким образом, по совокупности региональных структурно-металлогенических критериев и комплексу прямых поисковых признаков Барзасский золоторудный район перспективен на выявление значительных по масштабам месторождений золота. Особенности геолого-геоморфологического развития территории способствовали активному формированию и консервации золотоносных кор выветривания и россыпей разных возрастных и генетических типов, в том числе и россыпей, связанных с меловыми гравийно-галечными отложениями, имеющими площадное распространение. В настоящее время хорошо изучены, разведаны и активно отрабатываются лишь мелкозалегающие долинны россыпи, являющиеся конечным звеном многообразного ряда полигенных и полихронных золотоносных образований района; эти россыпи содержат менее 1% ресурсов благородного металла Барзасского района.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ВЫЯВЛЕНИЯ БАЛАНСОВЫХ ПОДБЛОКОВ В НЕКОНДИЦИОННЫХ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Ф.М. Федоров (НИИ прикладной математики и информатики при ЯГУ),
В.Р. Ларионов, А.И. Матвеев (Институт горного дела Севера ЯНЦ СО
РАН), Ю.И. Гольдфарб (ГУП «ЯПСЭ»)**

Введение института эксплуатационных кондиций на месторождениях твердых полезных ископаемых продиктовано необходимостью более детальной производственно-экономической оценки отдельных участков и блоков. С другой стороны, корректный расчет кондиций позволяет рационально эксплуатировать естественные запасы минеральных ресурсов с учетом особенностей их залегания.

В условиях крайне неравномерного распределения полезных компонентов по отдельным участкам месторождений расчет эксплуатационных кондиций при более детальной разведке позволяет разбить данные участки на подблоки и сортировать их. Эта проблема

становится особенно актуальной, когда рассматривается некондиционный (подсчитанный по традиционной методике) участок, где задача состоит в определении неизвестных границ (по плану) искомым подблоков, которые должны быть уже кондиционными. Для решения этой задачи поступим следующим образом.

Параметры эксплуатационных кондиций для оценки запасов искомого подблока $C_{э.к}$ ($C_{м.э}$ или $C_{б.э}$) определяются по общепринятому принципу — из условия равенства извлекаемой ценности $I_э$ всей конечной продукции из данного подблока и предстоящих затрат $Z_п$ на получение этой продукции:

$$I_э = Z_п \quad (1)$$

Заметим, что уравнение (1) составляется в отличие от традиционно принятого для всего запаса искомого подблока, т. е. в него должны входить неизвестные линейные параметры (в данном случае — ширина подблока L).

С учетом сказанного общая формула определения параметров эксплуатационных кондиций $C_{э.к}$ ($C_{м.э}$ или $C_{б.э}$), исходя из уравнения (1), имеет вид:

$$C_{э.к} = \frac{Z_{1,п}(L) + Z_{2,п}}{\Pi_{х.э} K_{и} (1-P) V(L)} \quad (2)$$

где $Z_п = Z_{1,п}(L) + Z_{2,п}$ — полная затрата на добычу и переработку горной массы; $Z_{1,п}(L)$ — затрата, зависящая от L ; $Z_{2,п}$ — остальные затраты, тыс. руб.; $\Pi_{х.э}$ — цена 1 г химически чистого золота, тыс. руб.; $K_{и}$ — коэффициент сквозного извлечения золота, доли ед.; P — коэффициент разубоживания при добыче, доли ед.; $V(L)$ — объем искомого подблока в зависимости от L , м³.

Уравнение (2) содержит две неизвестные величины — $C_{э.к}$ и L , и для определения их необходимо задать дополнительное условие. За критерий (дополнительное условие) кондиционности или балансовости запасов искомого подблока возьмем традиционное условие:

$$C_{м.э}(L) \leq \beta(L), \quad (3)$$

где $\beta(L)$ — фактическое содержание полезного компонента по заданной геологической линии; $C_{м.э}(L)$ — минимальное содержание запасов, которое определяется по формуле (2), допустимое для данного подблока с учетом состояния его подготовленности и горно-геологических условий разработки, а также затрат на переработку полезного ископаемого.

Фактическое содержание $\beta(L)$ на заданной линии аппроксимируем кривой $\beta(L)$, для того чтобы автоматически выполнялось условие (3). Затем для этого выделенного подблока подсчитываем кондицию по формуле (2). Для этого на отрезке монотонности $\beta(L)$ определяем обратную зависимость $L = f(\beta) = f(C_{м.э})$ и ее значение подставляем в формулу (2), тем самым определяем искомые величины, сначала $C_{м.э}$, затем L . Если значение $C_{м.э}$ лежит на выделенном отрезке монотонности, то найденный подблок — кондиционный, в противном случае — некондиционный. Таким образом оконтуриваем балансовый подблок в некондиционном выемочном участке.

Предложенный метод выявления и определения балансовых подблоков позволяет дополнительно вовлечь в добычу отдельные участки при их селективной отработке.

ОСНОВНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РОССЫПНОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ СЕВЕРО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В.П. Филиппов, Е.В. Матвеева, Н.М. Иванов, А.В. Мельникова (ЦНИГРИ МПР России)

Особенности ареалов россыпной золотоносности северо-востока Русской платформы определяются различной геолого-металлогенической спецификой обстановок их формирования.

Геолого-структурно позиции россыпных площадей, тяготеющих к **внутриплатформенным областям**, пространственно отвечают зонам авлакогенов (Центрально-Русского, Казимского и Кирово-Казанского). Источниками питания россыпей являются золотоносные коллекторы, главным образом мезозойского комплекса осадочных формаций. Высокой продуктивностью обладают нижнетриасовые отложения, представленные пестро- и красноцветными континентальными формациями, с которыми ассоциирует древний аллювий (золотосодержащие гравелиты, галечники и конгломераты ветлужской серии). Золотоносны также юрские и меловые отложения, вмещающие многочисленные фосфоритсодержащие горизонты и прослои кварц-глауконитовых песков, где концентраторами золота служат фосфориты и глауконит. Активизация зон авлакогенов в кайнозое привела к формированию в пределах платформы протяженной системы разновысотных морфоструктур. В современном рельефе они выражены цепочкой разобценных гряд и возвышенностей — Смоленско-Московской, Галичской, Северных Увалов и др. В их пределах в результате восходящего режима развития создавались условия для интенсивных эрозионно-денудационных процессов, в которые были вовлечены и золотосодержащие коллекторы. С рассматриваемым типом обстановок связаны перспективные площади, которые охватывают верховья бассейна р. Ветлуги (в Костромской области), Вологодскую область, бассейны верховьев рек Камы и Вятки (Кировская область), юг Республики Коми, юго-восток Республики Татарстан.

В формировании россыпной золотоносности территорий, пространственно тяготеющих к **Предуральному прогибу**, большую роль играет комплекс осадочных отложений, типичных для краевых платформенных областей — бассейнов накопления молассовой и молассоидной формаций перми. Повышенная золотоносность формаций обусловлена интенсивным выносом обломочного материала с горных сооружений Уральского поднятия. В Предуральском прогибе наиболее продуктивны толщи сероцветной молассы перми, представленной чередованием прибрежно-морских и дельтовых фаций, содержащих кластогенное золото и платиноиды. Отложения молассы окраинного прогиба включают медное оруденение, также несущее золотую минерализацию. Краевой платформенный прогиб — типичная область формирования угольных и нефтегазоносных бассейнов. С последними ассоциирует битуминозно-глинисто-карбонатная группа формаций — потенциально золотоносный тип формаций. К настоящему времени известны многочисленные примеры проявления золотоносности в связи с месторождениями угля. В триасовом литосборном бассейне происходило накопление ильменитсодержащих песков, несущих высокие концентрации золота (бассейн среднего течения р. Печоры).

Благоприятная морфоструктурная обстановка для россыпеобразования складывалась там, где имели место восходящие умеренные поднятия, позволяющие сформироваться хорошо развитой гидросети с нормальной мощностью аллювия и глубиной четвертичного вреза 30—50 м. Отличительной особенностью морфоструктур предуральского типа является то, что в них наиболее отчетливо проявляется фактор унаследованности развития. Значительное влияние на конфигурацию морфоструктур разного порядка оказывают также зоны уральских разломов. Поэтому гряды, валы и возвышенности предуральской зоны имеют в основном «уральскую ориентировку» — северо-западную (Полюдов Кряж), субмеридиональную (Тулвинская возвышенность и др.) и северо-восточную (Гряда Чернышова и др.).

Роль широтных линеаментов выражается в основном в ограничении различных морфоструктур. С рассматриваемым типом геологической обстановки ассоциирует россыпная золотоносность внутренних поднятий Предуральского краевого прогиба, Немской, Лемъюнской, Печорской гряд, Гряды Чернышова и др.

Широким комплексом благоприятных признаков для россыпеобразования характеризуется **Тиманское поднятие** и сопредельная с ним область. Продуктивные золотосодержащие формации (в частности, в девоне) накапливались в пределах шельфа на периферии поднятия. Здесь распространены комплексные титаноциркониевые золотосодержащие россыпи. В ходе развития платформы происходили многократное переотложение древних россыпей на более высокие стратиграфические уровни и формирование новых промежуточных коллекторов (в частности, юрских осадочных формаций), являющихся источниками питания многочисленных четвертичных россыпей Притиманья.

Благоприятная морфоструктурная позиция образования россыпей обусловлена также умеренными поднятиями и возможностью формирования в их пределах гидросети с нормальной мощностью аллювия. Для притиманских структур также велик фактор унаследованности. Однако здесь наиболее отчетливо сказывается влияние сводово-глыбового поднятия, расположенного в междуречье Северная Двина — Печора, на восточном крыле которого находится собственно Тиманское поднятие. Для Междуреченской сводово-глыбовой морфоструктуры наиболее характерны линеаменты северо-западного простирания. С рассматриваемым типом связываются перспективы правых притоков р. Вычегды, верховьев и среднего течения рек Мезень, Вашка, Пинега.

СТРУКТУРА СОСТОЯНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЗОЛОТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА РУБЕЖЕ XXI ВЕКА

И.С. Чанышев, И.С. Бойко (ЦНИГРИ МПР России)

Структура состояния МСБ золота РФ проанализирована в динамике ее развития и использования по геолого-промышленным типам, масштабам месторождений и технологиям переработки руд за 1960—1997 гг. (таблица).

Динамика общих запасов $A+B+C_1+C_2$ и добычи золота по основным типам Госбаланса, %

Типы месторождений	Запасы $A+B+C_1+C_2$		Добыча	
	на 01.01.60 г.	на 01.01.97 г.	за 1960 г.	за 1997 г.
Коренные	33,3	53,6	30,7	29,8
Россыпные	34,4	18,5	58,5	59,4
Комплексные	32,2	27,9	10,8	10,8
Всего по РФ	100	100	100	100

Из таблицы следует:

соотношение общих запасов коренных, россыпных и комплексных месторождений резко изменилось вследствие увеличения удельного веса коренных месторождений за счет россыпных и комплексных;

в использовании запасов возросла диспропорция в запасах и добыче россыпного золота;

сохранение удельного веса коренного золота в добыче обусловлено вводом в последние годы в эксплуатацию двух крупных месторождений (Олимпиадинского и Кубакинского), доля которых в добыче коренного золота составила 62,7%.

По геолого-промышленным типам коренных месторождений золота в структуре запасов и добычи по сравнению с 1960 г. произошли значительные изменения:

при относительно небольшом росте запасов легкообогатимых руд наблюдается опережающий рост за счет окисленных руд Олимпиадинского месторождения; удельный вес этих руд в добыче соответственно 29,7 и 63,7%;

при значительном удельном весе в запасах труднообогатимых мышьяковых руд (23 %) их роль в добыче незначительна (0,3 %);

опережающий рост добычи (29 %) по отношению к запасам (12,7 %) золото-серебряных месторождений за счет ввода Кубакинского месторождения;

при значительном росте удельного веса золото-сульфидно-кварцевых и золото-полиметаллических месторождений в запасах (34,6 %) за счет Сухоложского месторождения их роль в добыче золота уменьшилась (7 %).

Таким образом, основные тенденции изменения структуры состояния и использования МСБ золота РФ за последние 40 лет указывают на необходимость сбалансированного ее развития на основе оптимизации пропорций запасы — добыча за счет выявления высокорентабельных запасов новых месторождений, в первую очередь, легкообогатимых собственно золотых и золото-серебряных руд известных и новых для РФ геолого-промышленных типов, эксплуатирующихся за рубежом, а также внедрения современных технологий переработки труднообогатимых и бедных руд.

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

И.А. Чижова, В.В. Кузнецов (ЦНИГРИ МПР России), Д.А. Покровский (МИФИ)

На основе анализа графических баз данных авторами было сделано предположение, что закономерности распространения литологических разностей пород, зон разломов связаны с размещением перспективных участков на исследуемой территории. Был разработан алгоритм оценки степени этой связи.

В качестве исходной информации использовалась геологическая карта анализируемой территории, представленная в компьютере в виде растрового изображения для каждого слоя информации. Его можно получить путем сканирования или в результате работы систем обработки картографической информации. В обработке изображений чаще всего используется квадратная сетка, состоящая из элементов-квадратиков. При этом точность представления растрового изображения должна быть достаточна, чтобы очертания областей определенного цвета оставались неизменными при восстановлении изображения.

Под анализом изображения понимается применение к нему системы преобразований, обеспечивающей извлечение из изображения полезной информации о свойствах изображаемого объекта или процесса.

Таким образом карта представляется в виде прямоугольной числовой матрицы, элемент которой (пиксел) является кодом цвета. Задача сводится к анализу размещения различных цветов на карте выделенного слоя информации. Анализ проводится методом скользящего окна.

Под n -окрестностью точки (пиксела) A понимается множество пикселей, в квадрате со стороной $(2n+1)$, центр которого находится в точке A .

Среди признаков, косвенно связанных с размещением перспективных участков, можно выделить два типа: 1 — коррелирующие с однообразием проявления значения признака (стабильность); 2 — коррелирующие с разнообразием проявления значения признака (нестабильность).

Под степенью проявления в окрестности точки A у признака свойства типа 1 будем понимать долю пикселей из этой окрестности, характеризующихся выделенным информативным значением признака. Под степенью проявления в окрестности точки A у признака свойства типа 2 будем понимать долю различных значений признака от общего их числа у пикселей, принадлежащих к этой окрестности.

На основе изучения эталонных объектов установлено, что для признака **литологическая разность пород** для выделения перспективных участков более информативно проявление свойства типа 2 (максимальное разнообразие пород), чем свойства типа 1 (конкретная порода), а для признака **зона разломов** — типа 2 (приуроченность к разломам).

На основе полученных оценок рассчитывается сводный показатель для оценки степени проявления косвенных признаков:

$$P^n(A) = vP_1^n(A) + (1-v)P_2^n(A),$$

где $P_1^n(A)$ — степень проявления у признака свойства типа 1 в n -окрестности точки A ; $P_2^n(A)$ — то же, свойства типа 2 в n -окрестности точки A ; v — некоторый весовой коэффициент ($0 \leq v \leq 1$).

Результаты оценки (карта доминант) представляются в виде тоновых карт или карт в изолиниях.

Данный алгоритм реализован в программе GEO на языке C⁺⁺ и функционирующей под управлением MS Windows. Программа входит в состав прогнозирующей интеллектуальной системы SPRING ver. 2 и предназначена для выделения перспективных участков, которые далее анализируются основным модулем прогнозирующей системы. Программа GEO апробирована на примере геосолкарты района Бериккульского месторождения (м-б 1:200 000). Расчет проводился при $v=0$, что соответствует выбору в качестве информативных признаков с проявлением свойства типа 2. Это обеспечило решение задачи оконтуривания (выделения) объекта и позволило представить результат в виде карт доминант, отображающих размещение перспективных участков на площади. Предложенный подход позволил расширить возможности ранее разработанной интеллектуально-графической системы SPRING [3]. Software, обеспечивающее функционирование SPRING ver. 2, разработано для ПЭВМ типа IBM PC/AT и функционирует под управлением MS Windows.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ И ВОСПРОИЗВОДСТВА СТРАТЕГИЧЕСКИХ И ДЕФИЦИТНЫХ ВИДОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

П.Я. Шабаршов, Л.И. Зубатарева, О.М. Конкина (ЦНИГРИ МПР России)

Минерально-сырьевой потенциал России, являющийся основой ее экономики, остается одним из важнейших факторов, позволяющих сохранять ей соответствующее место в мировых экономических структурах и поддерживать экономическую безопасность страны, особенно в современный нестабильный период ее развития. В этой связи создание системы сбалансированного использования и воспроизводства МСБ цветных металлов (меди, никеля, кобальта, свинца и цинка), относящихся к стратегическим и дефицитным видам минерального сырья, становится особенно актуальным.

Структура минерально-сырьевого комплекса перечисленных металлов включает следующие элементы и показатели его развития: добычу товарных руд, прирост запасов, компенсацию добычи приростами запасов и обеспеченность добычи разведанными запасами. Поиски оптимальных сочетаний этих показателей по МСБ каждого из металлов производились с учетом возможных уровней их потребления и производства. Выбор наиболее рациональных из них был обусловлен статусом металла, общим состоянием МСБ, ее территориальным размещением, рентабельностью освоения запасов и инфраструктурной обустроенностью районов залегания руд. Показатели реализации и воспроизводства МСБ как в предшествующий период (1981—1995 гг.), так и на перспективу (до 2025 г.) определялись в виде среднегодовых темпов роста (спада) добычи товарных руд, темпов приростов запасов и их соотношений с объемами добычи, а также в виде общей

динамики разведанных запасов и степени обеспеченности ими достигнутых уровней добычи металлов из недр.

Среднегодовые темпы добычи за период 1981—1990 гг. характеризовались как положительными значениями — Pb (0,9 %), Cu (1,2 %), Ni (2,6 %), Co (2,65 %), так и отрицательными — Zn (–1,6 %). Период резкого спада добычи всех металлов приходится на 1991—1995 гг.: Pb на 13 % в год, Zn — 7,5 %, Cu — 6,4 %, Ni — 4,2 %, Co — 3,8 %. Среднегодовые темпы увеличения запасов категорий А, В и С₁ в целом за 1981—1995 гг. составили, %: Pb 0,88, Cu 1,5, Ni 1,66, Co 2,08, Zn 2,11. Коэффициенты компенсации добычи приростами запасов до 1991 г. для всех металлов 1,5—3; в последующем (1991—1995 гг.) приросты запасов лишь компенсировали добычу и не всегда полностью (Pb — 1,1, Zn — 1,8, Cu — 0,7, Ni — 0,8). Обеспеченность добычи разведанными запасами, особенно свинца и цинка, характеризуется неоправданно высокими значениями; обеспеченность же рентабельными запасами намного ниже: Pb — 37 лет, Zn — 55 лет, Cu — 42 года, Ni — 38 лет.

Определение оптимальных показателей реализации и воспроизводства МСБ цветных металлов на перспективу до 2025 г. производилось, исходя из расчетных уровней добычи по опорным годам пятилетий и суммарных объемов добычи на весь прогнозируемый период начиная с 1995 г., запасы которого принимались за 100 %. При этом расчеты объемов добычи производились по двум вариантам: при среднегодовых темпах погашения запасов в 1 и 5 %. Возможные приросты запасов за этот период из-за их незначительности в окончательных расчетах не учитывались. При таких условиях реализация запасов 1995 года (100 %) за прогнозируемый период до 2025 г. по указанным вариантам (1 и 5 %) составит соответственно: Pb — 6,2 и 7,8 %, Zn — 14 и 17,6 %, Cu — 28,1 и 42,7 %, Ni — 40,1 и 61,1 %, Co — 36,2 и 55,1 %. Вместе с тем, ожидаемая реализация МСБ будет осуществляться в основном за счет рентабельных запасов, использование которых в соответствии с принятыми темпами добычи (1 и 5 %) приведет до 2025 г. к их существенному сокращению: запасов Pb соответственно на 31,3 и 39,2 %, Zn — 37,8 и 47,6 %, Cu — 42 и 64 %, Ni — 57,5 и 87,3 %, Co — 59,1 и 90 %. В этом случае для воспроизводства МСБ всех анализируемых металлов двукратной (и, вероятно, трехкратной) компенсации добычи приростами запасов будет недостаточно.

Анализ рассмотренных вариантов перспективного развития МСБ стратегических цветных металлов и экспертная оценка возможных показателей ее реализации и воспроизводства по каждому из металлов позволяют предварительно рекомендовать следующие значения этих показателей. Для удовлетворения внутренних потребностей в свинце и цинке и устранения их дефицита требуются более ускоренные темпы освоения МСБ — не менее 5 % в год. Однако и в этом случае к 2025 г. уровень добычи свинца 1990 года не будет достигнут, добыча же цинка может лишь сравняться с уровнем этого года. Для меди в качестве оптимального варианта реализации МСБ на перспективу можно принять наращивание объемов ее добычи в 2—2,5 % в год, что позволит уже к 2010 г. полностью обеспечить внутреннее потребление и в дальнейшем увеличивать экспортные поставки. Оптимальный вариант реализации МСБ никеля укладывается в темпы роста его добычи в 2,5 % в год, позволяющие удовлетворить до 2025 г. внутренний спрос и поставки металла на внешний рынок.

Приведенные прогнозируемые показатели реализации и воспроизводства МСБ стратегических и дефицитных видов минерального сырья будут меняться во времени в зависимости от внутренней и внешней конъюнктуры металлов и общей экономической ситуации в стране. Вместе с тем, приведенные данные указывают на вполне реальные возможности значительного истощения уже в ближайшей перспективе экономически доступных (рентабельных) запасов цветных металлов и на необходимость существенного расширения объемов ГРП по своевременному воспроизводству их конкурентоспособной МСБ.

ЗОЛОТО- И ПЛАТИНОНОСНОСТЬ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ПУТИ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В XXI ВЕКЕ

А.Н. Шелехов (ИГЕМ РАН)

Месторождения золота, связанные с эндогенной кварцево-сульфидной минерализацией в железистых кварцитах, достаточно широко распространены в мире, составляя около 5 % от общего числа промышленных докембрийских золоторудных месторождений.

В железистых кварцитах Русской платформы, помимо локальной эндогенной, установлены рассеянная сингенетичная сопутствующая золото- и сереброносность, а также аномальные содержания платины и палладия, приуроченные к маломощным (десятки сантиметров — первые метры) зонам гидротермального изменения кварцитов (месторождения Михайловское и Оленегорское).

Выявление и оценка практической значимости сопутствующих благородных металлов в железистых кварцитах представляют собой важную практическую задачу в связи с большими масштабами их добычи и переработки, особенно на таких объектах, где даже малые содержания сопутствующих благородных металлов способны существенно увеличить их добычу в стационарных условиях хорошо обжитых регионов страны.

При технологической переработке железистых кварцитов благородные металлы как самородные, так и связанные с сульфидами накапливаются преимущественно в отвалных хвостах мокрой магнитной сепарации и некоторых товарных железоокисных продуктах (гематитовые концентраты, окатыши), а также в продуктах пылегазовой фазы фабрик окомкования и металлургических заводов.

Извлечение сопутствующих металлов возможно уже при современном уровне науки и техники по гравитационно-флотационной схеме получения товарных концентратов и цианистой схеме извлечения металлов из них. Существенным недостатком такой технологии является пока низкое (до 50 %) извлечение свободного мелкого и тонкого золота, а также применение токсичных процессов.

Для достижения конечной цели — выхода промышленности на попутную добычу благородных металлов при промышленной переработке железистых кварцитов — в XXI в. необходимо осуществить многоплановые исследования, включая три основных направления:

комплекс научно-исследовательских работ прогнозно-оценочного характера в пределах железорудных узлов, полей и месторождений на сопутствующие благородные металлы;

комплекс геолого-технологических и собственно технологических исследований в целях выявления эффективных инженерных решений для организации попутной добычи благородных металлов при обогащении и пирометаллургическом переделе железистых кварцитов;

пробная добыча благородных и других сопутствующих ценных компонентов на наиболее изученных объектах на основе имеющихся научных разработок.

ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

Ю.М. Щепотьев (ЦНИГРИ МПР России)

В основе создания концепции развития МСБ лежит необходимость обеспечения минеральным сырьем отечественного производства, а также пополнения стратегического запаса и валютного резерва страны и увеличения экспортных возможностей минерального сырья и продуктов его переработки. В концепции стратегия развития геолого-разведочных работ должна быть тесно увязана с увеличивающейся в перспективе потреб-

ностью в полезных ископаемых и развитием горно-добывающих отраслей промышленности, с учетом достижений научно-технического прогресса в геологоразведке, горном деле, металлургии и других отраслях.

Для выбора наиболее рациональной концепции сбалансированного развития отраслевых минерально-сырьевых комплексов и их МСБ необходим учет социально-экономических, экологических, политических и других факторов и критериев.

Показатели концепции развития МСБ в основном аналогичны показателям мониторинга МСБ. Прогноз тенденций в динамике этих показателей и их уровней на определенные временные срезы является конкретным содержанием и количественным выражением концепции.

Критерии выбора приоритетов как среди видов полезных ископаемых, определенных типов месторождений или рудных районов, так и среди субъектов РФ необходимы для концентрации усилий на наиболее эффективных направлениях развития и использования МСБ.

Наличие минерально-сырьевых ресурсов само по себе еще не гарантирует широко-масштабного производства минерального сырья. Наличие мощной МСБ — основное условие для развития производства, но существует ряд факторов, сдерживающих или ускоряющих его развитие. Это конкурентоспособность МСБ, ограничения со стороны окружающей среды, развитие транспортных коммуникаций, обогащательного и металлургического производства и другие факторы, в разной степени характерные для различных технических, экономических и политических ситуаций, которые могут на длительный срок оставить ресурсы неиспользованными.

Влияние ряда критериев и факторов на прогноз основных показателей МСБ показано на конкретных примерах расчета прогнозируемых уровней потребления минерального сырья, производства, добычи из недр и прироста запасов по опорным годам пятилеток на период до 2025 г.

Анализ прогнозируемых уровней потребления благородных и цветных металлов на душу населения показывает, что по оптимистическому варианту потребления благородных металлов, свинца и цинка Россия поднимется до уровня развитых капиталистических стран к 2025 г. Потребление никеля на душу населения у нас на уровне западных стран. По меди удельное потребление на душу населения в России достигнет современного уровня развитых капиталистических стран при очень высоком темпе его роста (около 6 %) начиная с 2010 до 2025 г. Представляется, что темпы роста потребления благородных металлов и меди из-за опережающего развития таких отраслей, как ракетостроение, автомобилестроение, электротехническая, электронная и ювелирная промышленность, а также в связи с электрификацией страны будут выше (на 0,5 %), чем свинца, цинка и никеля.

Производство минерального сырья складывается из рудничного и вторичного сырья. Последнее во многом определяется объемом промышленного потребления в предшествующие годы. Коэффициент возврата минерального сырья из промышленного продукта сравнительно стабилен для каждого металла. В нашей стране этот коэффициент для золота и серебра существенно выше, а для цветных металлов ниже, чем в развитых капиталистических странах. В связи с этим при прогнозе вторичного производства применяемый к промышленному потреблению коэффициент в предшествующей пятилетке для меди, никеля, платиноидов и свинца увеличивался на 1 % каждую пятилетку, для цинка — на 1 % в две пятилетки, для золота и серебра сохранен на достигнутом уровне. Рудничное производство рассчитывалось с использованием динамики рудничного производства на душу населения аналогично расчетам прогноза промышленного потребления с учетом новых проектов и выбывающих перерабатывающих мощностей. Анализ промышленного потребления минерального сырья, сопоставление его с объемом производства раскрывают важный критерий выбора приоритетов полезных ископаемых. Во-первых, рудничное производство таких металлов, как серебро, медь, цинк, свинец и никель в большей мере определяется их промышленным потреблением. В этой группе можно выделить серебро, медь и никель, которые удовлетворяют промышленный спрос,

а также свинец и цинк — этот спрос не удовлетворяющие. В связи с этим возникает зависимость нашей промышленности в свинце и цинке от импорта данного сырья. Дефицитные полезные ископаемые должны иметь приоритет в развитии производства минерального сырья и МСБ. Во-вторых, такие полезные ископаемые, как золото, платиноиды и алмазы, производство которых многократно (в 10 раз и более) превышает промышленное потребление, и промышленным потреблением не определяется.

Добыча минерального сырья из недр — ключевое звено концепции развития МСБ. Добыча, с одной стороны, должна через производство обеспечить промышленное потребление, а с другой — ее объемы во многом зависят от подготовленной МСБ. То есть в этом звене должны быть сбалансированы необходимость промышленности и возможность минерально-сырьевой базы. В идеальном случае превышение возможности над необходимостью может характеризовать перспективы экспорта минерального сырья, а превышение необходимости над возможностью — объемы его импорта. В этой связи целесообразно многовариантное согласование уровней добычи, рассчитанных по двум способам.

Во-первых, прогнозируемые уровни добычи рассчитываются, исходя из прогнозируемых объемов рудничного производства по разным вариантам. С учетом научно-технического прогресса в переработке руд и концентратов предусматривается рост сквозного коэффициента извлечения на 1 % в пятилетку для свинца, цинка, меди и серебра, а также на 0,5 % для золота, платиноидов и никеля.

Во-вторых, объемы добычи прогнозируются, исходя из созданных и намечаемых к строительству горно-добывающих производственных мощностей и обеспеченности их минерально-сырьевой базой.

Количественное опережение прироста запасов над их погашением в недрах — необходимое условие функционирования системы расширенного воспроизводства МСБ. Ретроспективный анализ МСБ позволил А.Е. Козловскому утверждать, что двукратное превышение прироста разведанных запасов над их погашением на отраслевом уровне является минимальной величиной, обеспечивающей возможность расширения добычи минерального сырья. При прогнозировании уровня прироста запасов, полностью компенсирующих убыль запасов в результате их погашения в недрах, необходимо учитывать критерий обеспеченности прогнозными ресурсами. В приведенных расчетах все варианты прироста запасов обеспечены прогнозными ресурсами.

Для реализации выбранных вариантов прогноза развития и использования МСБ необходима разработка соответствующей государственной минерально-сырьевой политики, которая включала бы создание правовых, социально-экономических, налоговых и других условий, способствующих достижению максимальной экономической выгоды и минерально-сырьевой независимости Российской Федерации. В России уровень потребления благородных и цветных металлов на душу населения существенно уступает таковому ведущих развитых капиталистических стран. Расчеты прогнозируемых объемов основных показателей концепции развития и использования МСБ свидетельствует о возможности достижения этих уровней удельного потребления в первой четверти XXI в. Для реализации этой цели целесообразно создание специальной федеральной программы «Перспективы обеспечения минеральным сырьем потребностей России в XXI веке».

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ФОРМИРОВАНИЯ УНИКАЛЬНЫХ И КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА

В.М. Яновский (ЦНИГРИ МПР России)

Уникальные и крупные месторождения (УКМ) нередко рассматриваются как природные аномалии. Вместе с тем, проблема выявления закономерностей их формирования, а также критериев перспективной оценки территорий и прогнозирования УКМ весьма актуальна. Рассматривая условия локализации УКМ, в том числе благородных металлов,

И.Н. Томсон с соавторами (1979, 1994) выделил критерии оценки масштабности рудных месторождений, наметил черты их геологической позиции, обеспечивающие формирование объектов этого класса крупности. Признав «необычность» происхождения УКМ и «аномальность» их позиции, многие исследователи подчеркивают приуроченность оруденения к глубинным рудоконцентрирующим структурам и полихронность рудообразования.

Анализу геотектонической позиции и режима возникновения УКМ золота посвящен ряд известных публикаций; в них содержится систематизированная или фрагментарная информация о геодинамике этапа рудообразования УКМ и приводятся некоторые характеристики рудообразующих систем и процессов. Автор доклада, используя обобщающие и конкретные материалы по УКМ золота, придерживается следующих принципов: а) формирование УКМ — сложная природная закономерность, познание которой возможно при совокупном анализе и синтезе геолого-геофизических данных в системе объектов от месторождения до металлогенической провинции; при этом именно месторождения такого класса характеризуют типовые рудообразующие системы и процессы; б) рудообразующие процессы, даже генетически близкие, в геотектонических областях с различным геодинамическим режимом приобретают черты, определяющие основные признаки месторождений (геолого-промышленные, рудно-формационные и др.); существенно трансформируется характер рудообразующих процессов в разных ярусах и этажах слоисто-блоковой земной коры; в) реставрация рудообразующих систем и процессов эффективна только при вычленении элементарных фаз, стадий для полихронных и полигенных объектов; г) рудообразование, его главные фазы и этапы, протекают в относительно короткие (первые миллионы лет) интервалы времени по сравнению со временем образования геологических систем; д) реконструкция геодинамического режима этапа рудообразования на фоне предшествующих и последующих процессов и движений раскрывает важнейшие причинно-следственные связи оруденения с геотектоническими обстановками и геологическими комплексами.

Уникальные и крупные месторождения золота широко распространены в возрастном интервале более 2 млрд. лет. Из 26 типов планетарных геодинамических режимов 11 отмечены присутствием уникальных и крупных месторождений золота; большинство из них локализованы в различных частях литосферных плит, формируются в коре континентального и переходного типов, связаны с молодыми субдукционными поясами и островодужными системами. Выделены группы УКМ золота, различающиеся по времени возникновения, геодинамическому режиму металлогенических провинций, характеру рудообразующих процессов, геологической и геотектонической обстановке формирования месторождений.

Древнейшими являются архейские и раннепротерозойские месторождения зеленокаменных и гранито-зеленокаменных поясов (металлогенические провинции щитов и выступов раннедокембрийского фундамента). Оруденение концентрируется в системах длительно развивающихся структур, основу которых составляют трог и грабен-синклинали. Конформные им зеленокаменные и гранито-зеленокаменные пояса образуются на фоне поднятия, ультраметаморфизма и многократной гранитизации коры, обусловленных базальтоидным мантийным магматизмом. Месторождения локализуются в различной структурной позиции, образуя нередко несколько «продуктивных этажей» в единой провинции.

С древними платформами связаны УКМ, сформированные в режиме активизации чехла и зоны чехол — фундамент. Месторождения несут признаки стратификации и одновременно наложения оруденения на осадочные комплексы. Особенности геодинамического режима являются малоамплитудные колебательные движения с преимущественным опусканием, растяжение с интенсивным опусканием и осадконакоплением, дислокации чехла и зоны фундамент — чехол. Характерны контроль оруденения напластованием карбонатных и терригенных серий, небольшой (0,5 км) вертикальный размах оруденения.

Обособленную группу составляют месторождения золотоносных конгломератов, сформированные в крупных терригенных впадинах в условиях интенсивного прогибания (погружения блоков и компенсационного заполнения впадин отсортированным осадочным материалом, содержащим кластогенное золото из различных первичных или промежуточных

источников). Особенности геодинамического режима являются: линейное и полигональное рифтообразование, прерывистое интенсивное опускание блоков, корообразование и плоскостной снос материала, обеспечивающие стратиформное распределение золота. Вертикальный размах оруденения соответствует мощности осадочного комплекса, достигая нескольких километров.

В эвгеосинклинальных областях складчатых систем байкалид, палеозоид, мезозоид многих континентов известны УКМ золота. Режим формирования объектов включает рифтообразование начальных фаз, поднятие и складчатость после интенсивного опускания, сложные дифференцированные движения заключительных этапов. Общие признаки геодинамической обстановки рудообразования — фазы зарождения и активизации блоковых структур в осевых и пограничных частях антиклинорных поднятий с широко проявленным мантийно-коровым и коровым гранитоидным магматизмом.

В миогеосинклинальных областях складчатых систем в интервале времени от докембрия до мезозоя сформировались УКМ золота, локализованные в мощных углеродистых терригенных и карбонатно-терригенных комплексах. Характерные черты геодинамического режима металлоносных провинций — воздымание и складчатость после интенсивного опускания и начального рифтинга, а также складчатые структуры прерывистого типа, сформировавшиеся на блоковом основании, и фрагментарные пояса мантийно-коровых и коровых гранитоидов, подчиненные в терригенном этаже разрывно-блоковым системам. Общими для большинства провинций элементами рудообразующего процесса представляются: трансформации и участие в рудообразовании углеродистых веществ, предрудный дислокационный метаморфизм осадочных пород в специфических зонах рудомещающих дислокаций.

Существенная группа УКМ золота принадлежит к третичным островным дугам переходной зоны Тихоокеанского региона. Геодинамический режим геосинклинально-островодужный: поднятие — сжатие, формирование мантийно-коровых вулканических серий (формации трахибазальт-кератофировая, андезит-кератофировая, андезит-риодацитовая). Главным элементом объектов служат вулканоструктуры, образовавшиеся на фундаменте различного возраста. Рудообразование синхронно определенным фазам вулканизма.

Уникальные и крупные месторождения золота, близкие по возрасту к предыдущей группе, связаны с окраинно-континентальными вулканогенными поясами, в которых преобладают андезитовый и андезит-липаритовый формационные типы магматизма. Геодинамический режим этапа рудообразования — формирование положительных и отрицательных вулканоструктур в условиях латерального сжатия и растяжения. Месторождения локализуются в основании и нижних ярусах вулканогенного этажа. Вертикальный размах оруденения (0,7—1 км) соответствует мощности вулканитов.

Уникальные и крупные месторождения золота, относящиеся к провинциям внутриконтинентальных областей тектономагматической активизации, связаны с двумя типами рудно-магматических систем: плутоногенным (габбро-диорит-гранодиоритовая формация) и плутоногенно-вулканогенным (андезит-дацит-риолитовая формация). Геодинамический режим включает образование сводовых поднятий, континентальный рифтогенез, фазы подновления предшествующих блоковых и разломных систем, контролирующих поясовое и очаговое размещение месторождений.

Еще одну группу образуют УКМ золота, приуроченные к активизированным срединным массивам, глыбам, существенно различающимся историей своего дорудного развития. Для этих объектов характерны дифференцированные движения, отражающие геодинамические режимы сопредельных областей, вызывающие образование резонансных систем структур в обрамлении, чехле и основании срединных массивов и глыб.

На схемах и диаграммах сопоставляются режимы формирования девяти групп уникальных и крупных месторождений золота.

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОЗИЦИИ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА КАК КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ МЕТАЛЛОНОСНЫХ РАЙОНОВ

В.М. Яновский, В.А. Изотенкова (ЦНИГРИ МПР России)

Геолого-геофизические модели, разработанные в последние годы для металлогенических объектов разного ранга и различных геотектонических обстановок, подтверждают необходимость совершенствования анализа глубинных структур литосферы для перспективной оценки территорий. В ряде публикаций изучен широкий круг вопросов, предлагается рудный район рассматривать как особую категорию и объект крупномасштабного прогнозирования (В.А. Абрамов, Б.В. Рогачев, В.И. Шаров, Ю.Ф. Мальшев, Л.И. Брянский и др.). Общие связи оруденения с элементами глубинного строения, составом земной коры и верхней мантии, слоисто-блоковыми структурами коры используются при выяснении позиции, границ, некоторых особенностей развития металлогенических провинций, районов и крупных месторождений (Я. Кутина и др.).

Для прогнозирования наиболее разработаны методы гравитационного и сейсмогравитационного моделирования, а также магнитного, сейсмического, электромагнитного и геотермического, подкрепленные расчетными программами. Данные по глубинному строению рудных районов в то же время редко используются для установления статистических связей оруденения с физическими неоднородностями территорий, хотя многие исследователи полагают, что рудные объекты имеют «хорошо оформленные глубинные корни», допускают сопоставления ранга объекта с глубиной проникновения «структурных корней». При этом рудные районы и крупные рудные поля имеют глубины заложения 10—20 км и более, включая очаги зарождения рудно-магматической системы, пути транспортировки флюида и собственно интервал рудоотложения. По некоторым моделям рудным районам соответствуют полные вертикальные разрезы коры и верхней мантии, включая палеоструктуры и магматические палеоочаги. Примером служит геолого-геофизическая модель Центрально-Алданского золоторудного района (В.А. Абрамов), представляющая собой специфический блок земной коры, в границах которого выделяется сложная очаговая структура, сформировавшаяся в режиме мезозойской тектономагматической активизации Алданского щита. Рудно-магматическая система занимает интервал земной коры от поверхности до глубины 35—40 км. Золоторудному району в мантии соответствует кольцевая кальдерообразная структура.

Весьма перспективны разработки А.А. Фельдмана, Л.Н. Олофинского и В.И. Ваганова по геолого-геофизическому моделированию месторождений алмазов. Эти исследователи приходят к выводу, что возможны не только прогнозирование алмазоносных зон, но и оценка вероятного среднего уровня алмазоносности объектов.

Авторы настоящего сообщения проанализировали группу золоторудных месторождений, относящихся к уникальным и крупным, локализованных в различных геотектонических обстановках, сформировавшихся в разновозрастных золотоносных провинциях, в разных геодинамических режимах. В качестве эталонных рассмотрены геолого-геофизические модели позиции месторождений золота Верхояно-Чукотской складчатой области (Наталкинское, Нежданинское, Кючус, Майское), Енисейской (Советское, Олимпиадинское), Байкало-Патомской (Сухой Лог), Западно-Калбинской (Бакырчик), Центрально-Кызылкумской (Жокпатас, Даугыз, Мурунтау) провинций. Сопоставляются модели позиции крупных месторождений золота в глубинных структурах эвгеосинклинальных складчатых областей Южно-Казахстанской (Акбакай) и Уральской (Кочкарское, Березовское, Воронцовское) провинций, а также модели месторождений, приуроченных к активизированным срединным массивам (Васильковское, Зун-Холба, Кумтор, Кубака), к Балыгычано-Сугойской рифтогенной структуре (Дукат), к областям тектономагматичес-

кой активизации Забайкальской (Дарасун, Балей) и Южно-Якутской (Куранах) провинций.

На сопоставляемых месторождениях, большинство из которых разведаны и эксплуатируются, проведены комплексные геолого-геофизические исследования, решены многие локальные задачи на основе геолого-геофизического моделирования. Авторами учтены результаты этих работ, но основное внимание уделено анализу и синтезу геологической, гравиметрической, магнитометрической информации (в м-бе 1:1 000 000 и детальнее). Принципы такого подхода заключаются в признании крупных месторождений в качестве эталона рудообразующей системы и рудолокализирующей обстановки, а также в стремлении оценить возможности региональных геолого-геофизических данных с точки зрения прогнозирования крупных золоторудных объектов.

Для нескольких провинций использованы модели глубинного строения земной коры, полученные с помощью трансформации Саксова-Нигарда.

Общий характер размещения уникальных и крупных месторождений золота в терригенных комплексах миеосинклинальных областей проявляется в пространственной связи оруденения с системами блоков основания терригенного этажа, непроявленных или фрагментарно выраженных в структурах на эрозионном срезе. В мозаике блоков, выделяемых по гравиметрическим данным, месторождения проецируются на краевые части относительно опущенных блоков или на границы приподнятых и опущенных блоков. «Продуктивные блоки» образуют в ряде случаев ступени, ограниченные регулярными градиентными зонами, имеют размеры десятки и первые сотни километров в поперечном горизонтальном сечении. Ориентировка блоков может не совпадать с простиранием приповерхностных структур, в то же время наблюдаются сопряженность или идентичность в ориентировке зон рудовмещающих дислокаций и «граней скрытых блоков». «Продуктивные блоки» сопровождаются отрицательными гравиметрическими и положительными магнитометрическими локальными аномалиями, обусловленными скрытыми магматическими телами и ореолами контактового метаморфизма. Расчеты глубины размещения гранитоидных массивов для ряда объектов показывают, что их кровля находится в интервале глубин 1—6 км от эрозионного среза, а подошва — 6—10 км.

Размещение крупных месторождений золота в вулканогенно-осадочных комплексах эвгеосинклинальных областей в большей степени подчинено поясному распределению структурно-формационных комплексов, наследующему системы раннегеосинклинальных рифтогенных структур. Существенную роль в размещении оруденения играют ступени (ограниченные градиентными зонами), определяющие поперечную зональность областей, проявляющуюся в формационных неоднородностях, линейном размещении рудоконтролирующих структур, поясным характере рудообразующих систем. Уникальные и крупные месторождения золота этой группы тесно связаны с конкретными магматическими комплексами, локализуются внутри массивов, в системах даек экзоконтактовой зоны, во внешних частях ореолов измененных вулканогенно-осадочных пород. Протяженность продуктивных интервалов золотоносных поясов составляет десятки километров, оруденение сопровождают локальные гравиметрические и магнитометрические аномалии. Расчеты показывают вероятное присутствие скрытых магматических тел в интервале глубин от 0,4 км (кровля) до 12 км (подошва). Важную роль играют поперечные глубинные структуры, интерпретируемые как разломы, и магматические тела, развитые в границах поясов. С их участием в пределах металлогенических зон и подзон формируются системы блоков высоких порядков, позволяющие прогнозировать положение продуктивных частей пояса. Различаются позиции месторождений золота в структурах эвгеосинклиналей, относящихся к континентальному и островодужному типам земной коры.

Позиция крупных месторождений золота в срединных массивах, их чехле и обрамлении демонстрирует иной стиль развития рудообразующих систем и определяющую роль резонансно-тектонических структур, в понимании Ю.М. Пуцаровского. Выделено несколько типов позиции месторождений золота, обусловленных степенью консолидации или деструкции срединного массива, его размерами, конфигурацией, положе-

нием в системе региональных тектонических структур. В частности, в полосе деструкции, включающей край и обрамление срединного массива, намечаются ступени, конформные границе массива. Цепочки магматических тел в полосе деструкции подчинены градиентным зонам низких порядков. Месторождение приурочено к наиболее сложному структурному узлу в обрамлении срединного массива. В других случаях месторождения золота локализируются в градиентных зонах — крупных разломах, рассекающих массивы. При высокой степени деструкции срединного массива и делении на глыбы и блоки, приподнятые и опущенные, месторождения располагаются в покровно-надвиговых зонах чехла и основания массива. Позиция оруденения отражает в этом случае сложное сочетание структур рифтогенного и аккреционного типов.

Приведенные примеры геолого-геофизических моделей позиции месторождений золота позволяют использовать подобное моделирование при районировании и перспективной оценке крупных территорий.

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УНИКАЛЬНЫХ И КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В ТЕРРИГЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ (К ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА РУДОНОСНОСТИ)

В.М. Яновский, Н.П. Остроумова (ЦНИГРИ МПР России)

Создание моделей крупных месторождений и совершенствование на этой основе методологии прогнозирования и оценки оруденения — важнейшие вопросы наращивания сырьевой базы золота. Концепция устойчивого развития цивилизации в XXI в., принятая в 1992 г., базируется на вовлечении в эксплуатацию только крупных и гигантских месторождений полезных ископаемых. Уникальные и крупные месторождения (УКМ), приуроченные к углеродистым терригенным комплексам, составляют основу сырьевой базы многих золотоносных провинций мира. Доля рассматриваемой группы месторождений в запасах и ресурсах рудного золота существенно возросла в последние годы благодаря разработкам новых технологий, позволяющих эффективно извлекать золото из мышьяковистых руд и руд, содержащих углеродистые вещества. В мире насчитывается около 50 уникальных и крупных месторождений золота этого рудно-формационного типа, из них более десяти находятся на территориях России и СНГ.

Рассматриваемые золоторудные месторождения (Нежданкинское, Наталкинское, Ключус, Майское) относятся к золото-сульфидным прожилково-вкрапленным, локализованным в углеродистых терригенных толщах. Запасы (вместе с прогнозными ресурсами) составляют более 100 т металла, обычно — 300—600 т. Минерализованные интервалы зон тектонитов имеют протяженность сотни метров — первые километры при мощности первые метры — первые десятки метров. Вертикальный размах оруденения составляет первые километры, выдержанные рудные тела прослеживаются по склонению на 1,5—2,5 км. Преобладают золото-кварц-пиритовые или золото-кварц-арсенопиритовые метасоматические руды — вкрапленные и прожилково-вкрапленные, отмечаются различные соотношения жильного, вкрапленного и прожилково-вкрапленного оруденения. Зональность проявлена на всех разведанных месторождениях (в вертикальном интервале до 2—2,5 км). Верхняя зона колонны — ранние кварцевые тела (кварцевые ядра, стержневые жилы, жильные пояса), нижняя зона — преимущественно вкрапленное и прожилково-вкрапленное золото-сульфидное оруденение. Руды содержат 0,7—3 % $C_{орг}$ в составе углеродистых веществ, в разной степени преобразованных. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что на глубинах 2—5 км в терригенных толщах происходят активное преобразование и миграция углеродистых веществ. Очевидно, что для реализации этих процессов весьма благоприятны миогеосинклинальные области с углеродистыми терригенными формациями значительной мощности.

Реконструкции последовательности геологических событий позволяют сделать вывод

о позднем (наложенном по отношению к дислоцированному терригенному разрезу) времени образования кварцево-сульфидных прожилково-вкрапленных месторождений золота. Разрыв во времени составляет, вероятно, 100—150 млн. лет и более. Формирование месторождений Верхояно-Колымской области относится к концу раннего мела, а рудовмещающие терригенные отложения (интервалы разреза мощностью 2—3 км) принадлежат к различным по возрасту и позиции формациям верхоянского комплекса (C_2 — J_3k).

Можно говорить о сходном геодинамическом режиме их формирования в период рудообразования: деформации в каркасе разрывов в условиях взбросо-сдвига, усложнение зон тектонитов — разлинзование, милонитизация в одной из систем сопряженных разрывов (Нежданинское); повторные деформации в условиях взброса, трещиноватость, кливаж в центральной блок-пластине в обстановке латерального сжатия и вертикальных блоковых смещений (Наталкинское); деформации в обстановке взбросо-сдвига, многократные движения блоков высоких порядков в низах терригенного комплекса и межформационные срывы в верхних частях разреза (Кючус); повторные блоковые перемещения в условиях латерального сжатия — растяжения (Майское). Вероятно, общим в геодинамической обстановке образования крупных объектов можно считать режимы активных, синхронных рудообразования, движений, приводящие к преобразованию значительных масс пород терригенного этажа и усложнению структур предшествующих фаз деформации.

Системы новообразованных структур представляют собой крупные зоны проницаемости, в которых существенно трансформированы, сглажены литологические неоднородности разреза, нарушена «зональность углеродистой среды»; в трещинно-поровом пространстве перемещаются и концентрируются газово-жидкие фазы, которые могут участвовать в процессах транспортировки и отложения руд. Масштабы явлений адекватны мощностям терригенных толщ и размерам формирующихся структур.

Модель рудообразующей системы включает: рудовмещающую среду, рудовмещающую структуру (как элемент среды), определенные соотношения скоростей и последовательности процессов структуро- и рудообразования, дорудные и интарудные магматические комплексы, метаморфиты, гидротермалиты и иные составляющие процесса концентрирования металлов. Оруденение связано с активными структурами основания терригенного этажа — рифтами, ступенями, системами разломов глубокого заложения, гранями активизированных блоков. Эти структуры определяют положение и режим развития зон проницаемости в терригенном этаже, контролирующих и «концентрирующих» рудно-магматические системы. Флексуры, складки, блоки, сложные серии структур в терригенном этаже — отражение крупных глубинных неоднородностей коры. Дорудные и интарудные комплексы могут рассматриваться как проявления фаз эндогенной активности глубинных структур. Состав магматических комплексов, связанных с подобными элементами инфраструктуры, свидетельствует о вероятном корово-мантийном, нижнекоровом уровнях образования рудогенерирующих магм (габбро-диорит-гранодиоритовая формация).

Можно предположить, что на вертикальный размах оруденения влияет «углеродистая составляющая» среды — стабилизирующий фактор флюидной системы, выравнивающий литолого-петрофизические различия пород в мощных терригенных разрезах. Эффект трансформации углеродистой среды (в интервале разреза терригенных толщ и в зоне рудовмещающих дислокаций) обуславливает вертикальный размах оруденения, но не определяет собственно масштаб месторождений. Последний зависит от «подготовки пространства» (зоны транспортировки и зоны рудоотложения) — области проницаемости, в которой сочетаются кливажные структуры, ствольные разломы, зоны приразломных дислокаций, системы складок, блоков, блок-пластин и другие элементы, обуславливающие зональность, ярусность, этажность рудовмещающей структуры. Объем области проницаемости составляет десятки и сотни кубических километров. Предрудные дайковые комплексы, подчиняясь в своем размещении ее элементам, свидетельствуют о «зрелости» зон рудовмещающих дислокаций к началу рудоотложения. Можно выделить 2—3 переходные зоны в трехмерном пространстве, участвующем в рудообразовании:

внешнюю, промежуточную и центральную. Во внешней зоне сохраняются характеристики разреза осадочных пород, литолого-стратиграфические неоднородности проявляются в околорудных геохимических ореолах и свойствах гидротермально-метасоматических (вкрапленных) рудных тел; в промежуточной — «структурированной», «полупроницаемой» формируются рудные тела нескольких морфоструктурных типов; в центральной — преобладают линейные тектониты (милонитизация, пластическое течение, повторный кливаж и т.п.), фиксирующие позицию стволых разломов, каналов интенсивного перемещения флюидов. Режим выполнения такой неоднородной структуры зависит от соотношения различных частей «подготовленного пространства», объема рудообразующего флюида, характера его поступления в зону рудоотложения.

Рестаурации режима формирования месторождений в наблюдаемом вертикальном интервале позволяют оценить эффект «выполнения пространства». Режим «выполнения пространства» в упрощенной схеме следующий: а) резкий импульс активизации структуры и поступление высокотемпературного флюида с участием подвижных фаз углеродистых компонентов и ювенильной восстановленной газовой фазы; диффузия флюида от стержневых зон к внешним; открытая (?) система; б) ореол метасоматитов, вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд за контуром тектонитов, метасоматоз и ранние золото-сульфидные вкрапленно-прожилковые руды в полном объеме структуры; после стадии кислотного выщелачивания и формирования кварцевых жил — система закрытая или «полузакрытая»; в) инверсия и дифференциация гидротермального раствора, малоамплитудные движения, пульсационное выполнение трещин и полостей, отложение поздних продуктивных минеральных комплексов и позднего золота, образование жильных и прожилковых руд выполнения. Сопоставление критериев формирования крупных месторождений, приведенных в публикациях, позволяет заключить, что общая эндогенная активность определенных структур земной коры, наличие рудоносных систем, полихронность и полиформационность оруденения, связанного с рудоконцентрирующими структурами, не являются достаточными условиями образования УКМ, а повторение рудообразующих процессов в значительном интервале времени (сотни миллионов лет) и совмещение на месторождениях руд различных формационных типов весьма редки. «Рассеивание» и «концентрирование» оруденения — образование объектов разного масштаба — две постоянно сосуществующие в металлоносных провинциях тенденции.

Представляется, что главные различия состоят в сочетании применительно к рассмотренной группе месторождений эффектов трансформации углеродистой среды, геодинамической подготовки «пространства» и режима выполнения «пространства» рудообразующим флюидом. Уникальные и крупные месторождения образуются при поступлении крупных порций флюида в объемах, превышающих суммарное проницаемое пространство, в условиях «полузакрытой» системы, в которой метасоматическое рудоотложение преобладает над процессом выполнения полостей.

Авторский указатель

Абрамов В. Ю. — 4
Аввакумов А. Е. — 5, 115
Августинчик И. А. — 27, 80
Ажтирей Д. Г. — 6
Амосов Р. А. — 8
Анненкова Т. Е. — 80
Аргунов М. С. — 10
Арифулов Р. Ч. — 13
Арифулов Ч. Х. — 11, 13
Арутюнов В. В. — 14
Аслануков Р. Я. — 16
Астанин В. И. — 17

Бакаржиев А. Х. — 111
Баранников А. Г. — 18
Безносков Г. Ф. — 10
Беневольский В. И. — 11, 19, 65
Блинова Т. А. — 20
Богатых И. Я. — 25
Бойко И. С. — 119
Бровкин В. И. — 4
Буйнов А. А. — 22
Былинский Е. Н. — 23

Ваганов В. И. — 25, 26
Вартанян С. С. — 27, 80, 82
Васильев И. А. — 89
Васюта Ю. В. — 29
Виленкина Ю. В. — 43
Вихтер Б. Я. — 29
Волков А. В. — 30
Володин К. И. — 33
Воробьев А. Е. — 33
Воробьев В. И. — 34

Ганжа Л. М. — 41
Гангнус Н. П. — 43
Голубев Ю. К. — 25
Гордеев С. Г. — 4
Гольдфарб Ю. И. — 35, 37, 116
Горелов А. Г. — 38, 39
Грачев А. А. — 4

Демкина Г. В. — 39
Дерягин А. А. — 39, 94
Дружинин А. М. — 41

Елисеев В. Н. — 68
Елшина С. Л. — 38

Жарков В. В. — 99
Жиринов А. М. — 42

Заварзин А. В. — 53
Заири Н. М. — 29, 43, 44
Зеленов В. И. — 68
Здорова Э. П. — 45
Зубатарева Л. И. — 46, 121
Зубынин Ю. Л. — 8

Иванов Н. М. — 118
Иванова В. В. — 10
Ивановская В. П. — 98
Изотенкова В. А. — 128

Казаринов С. Л. — 48
Капанин В. П. — 89
Карпенко И. А. — 49, 50
Коблов В. В. — 99
Ковтонюк Н. П. — 89
Козорезов Е. В. — 50
Колосова Г. Л. — 106, 107
Конкин В. Д. — 51, 62
Конкина А. А. — 88
Конкина О. М. — 46, 121
Константинов В. М. — 53
Константинов М. М. — 54
Константиновский А. А. — 54
Коньшнев В. О. — 55
Королев А. В. — 98
Королев Н. И. — 68
Кочемасов Г. Г. — 57
Кочетков А. Я. — 59
Кочнев-Первухов В. И. — 62
Кривцов А. И. — 63, 65, 66, 67
Крылова Г. С. — 68
Кряжев С. Г. — 43
Кузнецов В. В. — 70, 120
Кузнецов Н. В. — 8
Курбанов Н. К. — 11, 72
Кучеревский П. Г. — 73

Ларионов В. Р. — 37, 116
Лихачев А. П. — 73
Лобач В. И. — 74
Ломакина Г. В. — 111
Ляшенко Л. Л. — 29

Макаров Б. П. — 76
Макивчук О. Ф. — 111
Максакова Р. Н. — 33
Макуркин Е. С. — 104
Мандрутин А. В. — 45, 110
Матвеев А. И. — 37, 116
Матвеева Е. В. — 118
Матевич Т. Н. — 98

- Матюшев Л. Г. — 8
Медведев В. А. — 70
Мельников В. Д. — 42, 77, 79, 89
Мельникова А. В. — 79, 118
Мигачев И. Ф. — 66
Минаков В. М. — 76
Минькин К. М. — 73
Михейкин В. И. — 8
Морозов И. В. — 76
Мызенкова Л. Ф. — 27, 80, 82
- Н**абровенков О. С. — 66, 107
Нарсеев В. А. — 83, 84
Некрасов Е. М. — 59
Некрасова А. Н. — 84
Никитина Л. П. — 45
Николаев А. С. — 8
Николаева Л. А. — 66, 84
Никонов В. Н. — 8
Никулин А. И. — 99
Новожилова И. М. — 67, 85, 86
Ноздря Е. В. — 70, 88
- О**всянников М. П. — 13
Орьев В. А. — 70
Остроумова Н. П. — 130
- П**авлова Н. Н. — 99
Пак В. А. — 89
Петраш Н. Г. — 49, 50
Петровский А. Д. — 83, 84, 91, 92, 93
Плешаков М. Д. — 94
Покровский Д. А. — 120
Полянин В. С. — 96
Пономаренко В. П. — 99
Пятницкий В. И. — 4
- Р**индзюнская Н. М. — 11, 66, 97
Романчук А. И. — 98, 99
Ручкин Г. В. — 51, 62, 66, 101
- С**авари Е. Е. — 16
Савельева К. П. — 102
Сакоян С. К. — 104
Самородский П. Н. — 50
Сапрыкин А. А. — 106, 107
- Сафонов Ю. Г. — 107
Седельникова Г. В. — 16, 68, 109
Семенюк В. И. — 107
Серебряный Б. Л. — 110
Сидоров А. А. — 30
Симакова Л. Г. — 110
Симонов О. Н. — 26
Сорокин В. Н. — 111
Спасенных Ю. С. — 4
Стефанович В. В. — 112
Столяренко В. В. — 113
Стороженко А. А. — 11, 65
Сынгаевский Е. Д. — 44
- Т**имохин А. В. — 39
Тихонова Т. А. — 114
Торгунаков А. А. — 115
- У**глов Б. Д. — 23
Угрюмов А. Н. — 18
- Ф**едоров Ф. М. — 37, 116
Фельтгейм П. Э. — 17
Филиппов В. П. — 79, 118
- Х**озяинов М. С. — 50
Хрыпов В. Н. — 102
- Ч**аньшев И. С. — 119
Чекваидзе В. Б. — 6
Чекушина Т. В. — 33
Чижова И. А. — 120
- Ш**абаршов П. Я. — 46, 65, 121
Шатилова Л. В. — 84
Шелехов А. Н. — 123
Шелягин В. А. — 17
Шерстов В. А. — 10
Шульгин А. С. — 53
- Щ**ербакова А. В. — 38
Щепотьев Ю. М. — 123
- Я**блокова С. В. — 66, 84
Яновский В. М. — 125, 128, 130

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ



НАТАЛИЮ ИСААКОВНУ НАЗАРОВУ —

кандидата геолого-минералогических наук, заместителя главного редактора журнала "Руды и металлы", ведущую это издание с момента его учреждения.

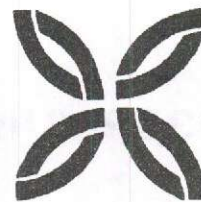
Наталья Исааковна много сделала для становления журнала, для расширения круга его подписчиков и авторов, для создания собственного имиджа "Руд и металлов".

Успешная редакционно-издательская деятельность Натальи Исааковны основана на многолетнем опыте геологических и металлогенических исследований, проводившихся ею в ряде золотоносных провинций Средней Азии. Особое внимание Н.И.Назаровой уделялось золотоносным черносланцевым формациям, происхождению углерода этих толщ, методам их картирования, прогноза и поисков золоторудных месторождений.

Работами Н.И.Назаровой внесен существенный вклад в создание минерально-сырьевой базы Узбекистана, в развитие теории рудогенеза. Результаты исследований Н.И.Назаровой широко известны благодаря ряду публикаций и выступлениям на многих научных форумах.

Желаем Наталье Исааковне доброго здоровья и успехов в благородном деле демонстрации достижений отечественной науки в журнале "Руды и металлы".

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ



АЛЛУ ГЕОРГИЕВНУ ВОЛАРОВИЧ, кандидата геолого-минералогических наук, старшего научного сотрудника, руководителя музея ЦНИГРИ "Золото России".

За многие годы научно-практической деятельности Аллой Георгиевной на многих месторождениях нашей страны внедрены прогрессивные методы фото- и теледокументации разведочных и эксплуатационных выработок на всех стадиях работ. Она руководила геологической фотодокументацией многих уникальных объектов, включая Мурунтаускую сверхглубокую скважину.

Аллой Георгиевной создана уникальная экспозиция пород и руд месторождений золота и цветных металлов, демонстрирующих богатство отечественной минерально-сырьевой базы и достижения нашего института.

Результаты исследований Аллы Георгиевны отражены во многих статьях и отраслевых методических работах, имеющих высокое научно-практическое значение.

Сердечно поздравляем Аллу Георгиевну со славным юбилеем, желаем ей крепкого здоровья, благополучия и удачи!



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

АТЛАС КАРТ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ АЛМАЗОВ, БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На базе компьютерной системы мониторинга созданы атласы геолого-экономических карт. Атласы реализованы в двух версиях — электронной и на бумажных носителях.

Основой геолого-экономических карт являются карта административно-территориального деления Российской Федерации по республикам, краям, областям, автономным округам и составленная ЦНИГРИ карта геоэкономических районов на алмазы, благородные и цветные металлы. Созданные банки данных обеспечивают картографическое отображение МСБ по 16 видам и разновидностям полезных ископаемых (ПИ): алмазы общие, алмазы коренные, алмазы россыпные; золото общее, золото коренное, золото россыпное, золото коренное и россыпное; платиноиды общие, платиноиды россыпные; серебро общее, серебро в собственных серебряных месторождениях; свинец, цинк, медь, никель, кобальт. На картах отображается 40 показателей (индикаторов) мониторинга минерально-сырьевой базы, объединенных в пять групп по принципу состояние — использование — развитие МСБ: ресурсы и запасы ПИ; структура МСБ; добыча ПИ и воспроизводство МСБ; обеспеченность добычи ПИ и воспроизводства МСБ; геоэкономика МСБ.

Интегрирующими межгрупповыми являются удельные показатели продуктивности на душу населения и площадной плотности.

При графической реализации полного набора показателей МСБ и их многовариантных сочетаниях Атлас включает 330 карт.

Атласы на бумажных носителях представляют собой многоцветные карты с изображением относительных величин показателей МСБ или их ранговых значений. Это позволяет дифференцировать территорию РФ по разным индикаторам и в наглядной форме проводить анализ роли отдельных субъектов Федерации и геолого-экономических районов в МСБ РФ.

При необходимости карты сопровождаются абсолютными и относительными статическими и динамическими показателями МСБ в различном выражении.

Карты создаются на определенную дату состояния МСБ или для определенных временных отрезков. Подготовленный банк данных по субъектам Федерации дает возможность отразить динамику развития сырьевой базы за ряд лет, а также проводить сопоставление с МСБ Мира и стран-производителей минерально-сырьевой продукции в различных сочетаниях и по разным показателям. Карты сопровождаются аналитическими комментариями по состоянию, использованию и развитию МСБ.

Атлас тиражируется в любых вариантах наборов карт либо в виде электронной версии по предварительным заказам на договорной основе.

R-6.34

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ
Телефон: (095) 313-18-18, 315-43-47, 315-43-47
Факс: (095) 313-18-18
E-mail: geolmos@tsnigri.msk.ru

© Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, 1998



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

БАЗА ДАННЫХ ПО САМОРОДНОМУ ЗОЛОТУ РОССЫПЕЙ ОСНОВНЫХ ЗОЛОДОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНОВ РФ

Впервые предлагается база данных по минералогическим признакам самородного золота. База составлена на основе изучения эксплуатационного и разведочного золота, полученного в годы его интенсивной добычи (1968—1992 гг.).

Информационная матрица содержит количественные характеристики гранулометрии, пробы, элементов-примесей, морфологии и внутреннего строения выделений, их гипергенных преобразований, дифференцированные по 140 признакам. В табличной форме или на магнитных носителях приводятся данные по 800 объектам.

База функционирует на ПЭВМ типа IBM PC в СУБД «Лист» и пригодна к хранению, пополнению и автоматизированной обработке информации. С помощью многофакторного анализа количественных соотношений отдельных признаков самородного золота разработаны признаковые модели золота различных формационных и минеральных типов, позволяющих определить тип оруденения и производить поиск аналогов.

База данных может быть использована при прогнозно-поисковых геологических и криминалистических исследованиях.

R-6.35

Адрес: 113545, г. Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ
Телефон: (095) 313-18-18, 315-43-47, 315-43-01
Факс: (095) 313-18-18
E-mail: geolmos@tsnigri.msk.ru

© Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов, 1998