УДК: 553.3/4

А.А.СМЫСЛОВ, С.В.СЕНДЕК
Санкт-Петербургский горный институт

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КРУПНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

В России, как и в других ведущих горно-добывающих странах мира, основу минерально-сырьевой базы составляют уникальные по запасам полезных ископаемых месторождения. На долю единичных объектов таких месторождений приходится до 50-70 % запасов и добычи минерального сырья. Для прогнозирования и оценки крупных и уникальных месторождений необходима разработка специфических поисковых критериев, признаков и технологий геологоразведочных работ, так как эти объекты часто отличаются по своей геологической позиции, структурно-вещественным и другим параметрам. В связи с этим в 2001 г. в Санкт-Петербургском горном институте были начаты исследования по разработке научных основ формирования крупных и уникальных месторождений и их прогнозирования на территории России (тема научных исследований 22/2001). С этой целью начато обобщение материалов по всем типам полезных ископаемых для всех континентов. Синтез и интерпретация этих материалов будут проводиться на основе составления минерагенических карт мира (масштаб 1:45 000 000) и России (масштаб 1:10 000 000). Для территории России, кроме обозначения месторождений, будет выполнено металлогеническое районирование с элементами прогноза. Кроме того, для уникальных месторождений предложена классификация критериев их прогнозирования (геодинамических, структурно-вещественных и др.), на основе которых будут разработаны поисковые признаки полезных ископаемых. Разработка легенды и критериев прогноза позволит выделить потенциально рудоносные и нефтегазоносные районы и провинции на выявление уникальных месторождений, составляющих основу минерально-сырьевых ресурсов страны. Особое внимание будет уделено прогнозированию месторождений-гигантов, выявленных в последние годы за рубежом и пока на обнаруженных на территории России, в частности комплексных месторождений золотоурановых, платиновых и других руд протерозойского возраста.

Minerals industry of Russia as well of other countries endowed with mineral resources in great extent is based upon the deposits with large or unique reserves. Such kinds of deposits usually cover 50-70 % of the mineral wealth including energy-, metals- and non-metals minerals. So, it is of great importance to work out the basic geological criteria of identification of large and uniquely large deposits, specify relevant geological features of the deposits and develop appropriate prospecting technique taking into account the diversity of such parameters as geological occurrence, components content, structural peculiarities etc.

This problem has been under study in St. Petersburg Mining Institute since 2001. The project 22/2001 aims at studying the formation of large and unique minerals deposits all over the world and working out the philosophy of forecasting the locations of such kinds of deposits within Russia. The first stage of the project is devoted to collecting and analyzing the data as to energy-, metals-and non-metals minerals deposits all over the continents. Interpretation of the data obtained is going to be held on the basis of two sets of mineral-genesis maps related to the territory of Russia (1:10 000 000) and the continents(1:45 000 000). The map of Russia will be elaborated with information of metals-genetic regions and preliminary information of the unique deposits. Basic geodynamic and structural criteria of identification of large and unique deposits as well as specific features to be rendered to in prospecting should be considered as main results of the project. This enables to locate ore-, gas-, and oil-bearing areas. Strategic goal of the project is to identify possible areas of super-giant deposits of gold-, platinum- and uranium-bearing ores.

В России и других крупнейших горно-добывающих странах мира (США, Канаде, Австралии, ЮАР, Китае и др.) основу минерально-сырьевой базы составляют крупные

и уникальные месторождения, на долю которых приходится до 50-70 % запасов и добычи полезных ископаемых. Несмотря на важное практическое значение уникальных месторождений в минерально-сырьевом балансе многих стран мира, а в ряде случаев и необычность их формирования, вопросы генезиса и поисковые критерии и признаки данных объектов остаются до сих пор слабо разработанными. Это в значительной степени тормозит выявление на территории страны крупных и уникальных месторождений, в том числе и тех типов, которые известны за рубежом.

Выполненные в 80-90-х гг. XX в. в Санкт-Петербургском горном институте и других организациях научные исследования показали, что единичные объекты с крупными запасами топливно-энергетического минерального сырья по условиям формирования, тектонической позиции и вещественному составу отличаются от мелких и средних месторождений, что требует разработки специальных прогнозно-оценочных критериев поисков и прогнозирования. Для единичных и уникальных объектов не применимы методы статистики и на первый план выступает анализ геодинамических условий миграции и концентрации рудного вещества. Для выявления геодинамических и других факторов формирования месторождений и их прогнозирования на территории страны особое значение могут иметь материалы по закономерностям формирования новых типов крупных и уникальных месторождений золота, урана, меди и других металлов, выявленных в последние десятилетия в Австралии, Канаде, ЮАР и других странах мира (Олимпик-Дам, Сигар-Лейк, Маккартур и др.), аналоги которых пока не найдены в России.

На основе комплексного анализа новейших материалов по геологическому строению, геофизике и геодинамике недр России и мира предполагается к концу 2003 г. разработать региональные критерии и методологию комплексного картирования и изучения геологической и географической среды для решения фундаментальных проблем геологии, экологии природопользования и прикладных задач, связанных с воспроизводством минерально-сырьевых, топливно-энергетических и других ресурсов на основе прогноза крупных и уникальных месторождений. Особое внимание будет уделено использованию и интерпретации геодинамических и структурно-вещественных данных для прогнозирования и оценки уникальных и крупных месторождений на территории России (включая зону шельфа) с учетом выявленных новых типов богатых и масштабных объектов в других регионах мира. В качестве итоговых документов будут составлены «Прогнозно-минерагеническая карта России масштаба 1:10 000 000»; «Металлогеническая карта мира на геологической основе масштаба 1:45 000 000». Конечной целью всех этих работ является разработка научных основ комплексного изучения геологической и географической среды России, критериев воспроизводства запасов в недрах и рационального использования природных ресурсов. В 2001 г. тематический план предусматривал следующие работы:

- обработку фактических материалов и составление легенд к картам России и мира;
- подготовку отдельных фрагментов этих карт;
- составление каталога критериев уникальных и крупных месторождений мира.

В статье приведены материалы по итогам этих работ и предварительный анализ геодинамических и других критериев формирования уникальных месторождений.

Несмотря на то, что на территории России имеются крупные и уникальные месторождения для подавляющего большинства видов минерального сырья и металлов, состояние минерально-сырьевой базы по отдельным типам полезных ископаемых существенно различается. С учетом имеющихся опубликованных материалов [2-4] можно выделить относительно благополучные с этой точки зрения и неблагополучные виды сырья. С учетом имеющихся крупных и уникальных месторождений к первой группе можно отнести следующие виды сырья:

- топливно-энергетическое – уголь, газ, горючие сланцы;

• металлы – Pb, Zn, Cu, Ni, Co, редкие металлы и др.;

• неметаллические полезные ископаемые – апатиты, соли, самоцветы и др.

Для отдельных видов минерального сырья осложняющим фактором является неблагоприятное географическое расположение месторождений (в районах Крайнего Севера с многолетнемерзлыми породами и т.д.), что существенно снижает рентабельность добычи.

В группу неблагополучных сырьевых ресурсов недр входят следующие:

• топливно-энергетические – нефть, уран (имеющиеся на территории России уникальные объекты в значительной степени отработаны или относятся к объектам с трудно извлекаемыми запасами);

• металлы – марганец, хром, частично титан, алюминий, коренное золото;

• неметаллические – фосфориты и некоторые виды горно-химического сырья.

Изучению и прогнозированию таких объектов будет уделено максимальное внимание.

При составлении легенды металлогенических карт для прогнозирования крупных и уникальных месторождений в качестве геологической основы выбрана геодинамическая, которая была апробирована при составлении и публикации «Геодинамической карты мира масштаба 1:45 000 000» [1] и «Карты геодинамических систем литосферы России масштаба 1:10 000 000» (1996). При составлении этих карт учитывались структурно-вещественные, историко-эволюционные и геодинамические особенности осадочного и гранитно-метаморфического слоев земной коры и проявления глубинных (в том числе мантийных) процессов в зонах раздвигов (рифтогенез линейный и полигональный, зоны сжатия и растяжения и т.д.). Именно такая основа позволяет отразить как приповерхностные процессы мобилизации и концентрации рудного вещества, так и глубинные факторы тепломассопереноса, контролирующие размещение большой группы уникальных месторождений.

На необходимость использования геодинамических карт, учитывающих весь комплекс признаков литосферного и мантийного рудообразования, указывали А.Д.Щеглов и И.Н.Говоров в своей книге «Нелинейная металлогения и глубины Земли» (М.: Наука, 1985): «Более чем вероятно, что по пути составления подобных карт пойдет в дальнейшем металлогеническая картография, рассматривая их как основу для анализа закономерностей совместного размещения в структурах земной коры коровых и мантийных месторождений и их взаимосвязей» (с.290).

Предварительный вариант легенды будущих карт включает показ следующих главных элементов:

• геодинамических систем литосферы и верхней мантии;

• возраста, эволюции и состава осадочных, магматических и метаморфический комплексов земной коры;

• наиболее существенных, по мнению авторов, геодинамических и других признаков формирования крупных и уникальных месторождений (зоны рифтогенеза и глубинные разломы с явлениями интенсивного тепломассопереноса, зоны региональных структурно-стратиграфических несогласий, углеродсодержащие геохимические специализированные комплексы пород и др.);

• месторождений топливно-энергетических, металлических и неметаллических полезных ископаемых, классифицированных по возрасту, вещественному составу и масштабам;

• минерагенического районирования по территории России с учетом прогнозных критериев месторождений, выявленных в разных регионах мира.

В качестве регионов, на примере которых началась апробация легенды, разработка геодинамических и других критериев и признаков металлогенического районирования и прогноза уникальных и крупных месторождений, выбраны Северо-Западный регион России, Прибайкалье и Забайкалье и Австралийский континент.

Северо-Западный регион России. В пределах этого региона находятся Балтийский щит, чехлы древней (Русской) и молодой (Тимано-Печорской, выходящей в пери-

континентальные бассейны шельфа) платформ, Предуральский краевой прогиб и складчатые сооружения Северного Урала и Новой Земли. Здесь установлены и эксплуатируются следующие крупные и уникальные месторождения:

• топливно-энергетических ресурсов – нефти и газа в северной части Тимано-Печорской синеклизы и на шельфе Печорского и Баренцева морей, угля в Печорском бассейне, горючих сланцев и торфа, перспективные месторождения урана;

• металлических полезных ископаемых – железа (Костомукшинское месторождение), бокситов, цветных, редких и редкоземельных металлов, платины и др.;

• неметаллических полезных ископаемых – алмазов, агроруд, слюд, шунгитов и др.

Наиболее перспективным для выявления новых крупных и уникальных месторождений мы полагаем юго-восточный склон Балтийского щита вдоль границы платформенного чехла. В пределах этой полосы, заходящей как в структуры фундамента, так и в плитные комплексы Русской платформы, наибольший интерес представляют зоны рифейской и более молодой активизации, перспективные на золото, уран, ванадий, алмазы, бокситы и другие виды сырья.

Прибайкалье и Забайкалье. Это территория ряда крупных геологических структур юга Сибирской платформы: плитных комплексов чехла, метаморфических и магматических пород Алданского щита и Становой области, складчатых сооружений фанерозойского возраста. В этом регионе интенсивно проявились процессы тектоно-магматической активизации в позднем палеозое, мезозое и неоген-четвертичное время, сопровождавшиеся интенсивным глубинным тепломассопереносом, с которым связано формирование многочисленных геохимически и металлически специализированных магматических комплексов и гидротермальных месторождений полезных ископаемых, в том числе крупных и уникальных: Сухой Лог (Au, Pt), Стрельцовский и Алданский рудные узлы (U), Удоканское месторождение (Cu, Ag, Au и др.) и ряд других объектов. Широкое развитие в этом регионе углеродистых сланцев, гидротермально измененных пород, региональных зон структурно-стратиграфических несогласий, рифтов самого разного возраста (от позднепротерозойских до кайнозойских, например, Байкальского рифта) позволяет рассчитывать на открытие в этом регионе новых крупных и уникальных месторождений, в первую очередь, редких и благородных металлов (Au, Pt, U, TR и др.).

Австралийский континент. В качестве первого континента для изучения условий формирования и разработки критериев прогнозирования уникальных месторождений выбрана Австралия, где на относительно небольшой по сравнению с другими материками площади (7,7 млн км^2) сконцентрировано большое количество крупных и уникальных месторождений, главным образом, металлов (медь, золото, полиметаллы, алюминий, уран и др.) и алмазов. Благодаря наличию крупных и уникальных месторождений, Австралия по сравнению с другими ведущими горно-добывающими державами мира имеет самый высокий уровень добычи минерального сырья на одного человека (1150 долларов в год). Для сравнения в США, России и Канаде 600, 655 и 930 долларов в год. Соответственно наибольший интерес для прогнозирования на территории России представляют выявленные в последние десятилетия в Австралии крупнейшие месторождения алмазов в лампроитах, комплексных богатых золотоурановых руд в протерозойских углеродистых формациях провинции Арнемленд (Джабилука, Кунгарро и др.), крупнейшее в мире месторождение меди, золота и урана в брекчиях позднепротерозойского рифта (Олимпик-Дам) и др.

При выполнении исследований будут учитываться прогнозные признаки с учетом следующих важнейших факторов:

• геодинамических – активный геодинамический и гидродинамический режим;

• структурных – глубинные разломы, зоны региональных структурно-стратиграфических несогласий, антиклинальные и другие ловушки;

• вещественных – наличие углеродистых формаций, с которыми связано образо-

вание благородно-метальных и урановых месторождений, геохимические и металлогенические специализированные магматические формации;

• историко-эволюционных – приуроченность определенных типов уникальных месторождений к четким стратиграфическим рубежам, полихронность и длительность формирования некоторых типов рудных месторождений.

Эти и некоторые другие критерии проявляются в геологических, геохимических и геофизических характеристиках конкретных участков земной коры, которые будут анализироваться при интерпретации карт и выделении потенциально перспективных структур. В большинстве случаев наиболее благоприятными являются те структуры, где совмещается влияние геодинамических, структурных, вещественных и других факторов (критериев).

Повторим снова, что изучение вопросов формирования и освоения уникальных объектов является для России важнейшей научной проблемой и одним из главных направлений наращивания запасов минерального сырья в XXI в.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геодинамическая карта мира масштаба 1:45 000 000 / Отв. ред. А.А.Смыслов. Л., 1986.

2. Геологический атлас России / Отв. ред. А.А.Смыслов. СПб, 1996.

3. Недра России. Т.1. Полезные ископаемые / Под ред. Н.В.Межеловского, А.А.Смыслова. М.-СПб, 2000.

4. Крупные и уникальные месторождения редких и благородных металлов: Сб. научных статей / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1998.