

# ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ



УДК 553.044

© Н.П.Митрофанов, А.Б.Павловский, 2006

## ЛОКАЛЬНОЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ — ОСНОВА РАСЧЕТА ПРОГНОЗНЫХ РЕСУРСОВ

Н.П.Митрофанов, А.Б.Павловский (ВИМС Роснедра МПР России)

Время легко открываемых месторождений твердых полезных ископаемых осталось в прошлом веке. В настоящем перспективы связываются в основном с поисками слабо проявленных и скрытых рудных объектов. В связи с этим встает вопрос о достоверности оценок потенциальных и прогнозных ресурсов категорий  $P_3$  и  $P_2$ , которые даются локальным металлогеническим таксонам — рудным районам, узлам и полям [3]. Оценки ресурсов, как правило, производятся по благоприятным предпосылкам и аналогии с изученными рудоносными площадями и месторождениями (Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, 1997). Достоверность их во многом зависит от опыта и знаний специалистов, осуществлявших прогноз, т.е. оценки являются субъективными, их нельзя воспроизвести, проверить и т.д. Авторами предлагается перейти от экспертной оценки к научно обоснованному расчету прогнозных ресурсов.

В настоящее время имеющаяся информация позволяет рассматривать локальные рудные таксоны как самостоятельные рудно-магматические системы [7, 12 и др.]. У них свои границы, объемы, вещественное наполнение, геохимические и геофизические характеристики. Знания объема системы, в которой происходили мобилизация, концентрация и рудоотложение полезного ископаемого [10], плотности слагающих пород и геохимического содержания в них рудных элементов позволяют рассчитать ее прогнозные ресурсы. Однако, чтобы провести расчеты, надо прежде всего систематизировать существующую информационную базу. Для этого необходимо следующее.

1. Разработать модели рудно-магматических систем — рудных районов, узлов и полей.

Одна из главных характеристик системы, помимо структуры и геологического наполнения, — ее

масштаб. В предлагаемом наукой ранжированном ряду локальных металлогенических объектов [6, 8] размеры рудных районов должны находиться в пределах  $n \cdot 10^3$  км<sup>2</sup>, узлов —  $n \cdot 10^2$  км<sup>2</sup>, полей —  $n \cdot 10$  км<sup>2</sup>. Из этого вытекает важное следствие: подчиняясь закону перехода количества в качество, разные по градации системы должны оцениваться соответствующими только им категориями прогнозных ресурсов.

2. Провести локальное металлогеническое районирование перспективных территорий для выделения рудно-магматических систем на местности.

В системе МПР РФ локальное металлогеническое районирование осуществляется в основном местными геологическими организациями. Для прогнозирования используются карты закономерностей размещения полезных ископаемых. Они составлялись при геологических съемках различного масштаба, перед которыми не стояла задача выделения рудно-магматических систем [9]. На картах размеры рудных районов варьируют от сотен до сотен тысяч квадратных километров, рудных полей — от первых километров до сотен квадратных километров. Главный недостаток этих карт — отсутствие соразмерности выделяемых локальных металлогенических подразделений локальным структурным подразделениям и, как следствие, крайне разноречивое обоснование границ рудных таксонов. Подтверждением служит несопоставимость прогнозных карт, составленных разными исследователями. Поэтому использование существующего локального районирования для расчета прогнозных ресурсов ненадежно и не соответствует современным требованиям.

Научными разработками предложено выделение локальных рудно-магматических систем в рамках орогенных структур [7, 12]. В первую очередь,

это относится к системам, оруденение в которых связано с гранитоидными интрузиями. Внедряясь в породы кровли, они создают эндогенные купольные постройки. Неуровненность интрузий с вмещающей средой обуславливает продолжающееся их вздымание. Локальные купольные поднятия, выступы, штоки гранитоидов, в апикальных и надынтрузивных частях которых локализуются месторождения, проявляются на поверхности морфоструктурами центрального типа [2]. В их иерархии несложно выделить своды и купола, ранжированные в той же градации, что и рудные таксоны. Используя принцип геолого-геоморфологической конформности [5], в границах данных морфоструктур можно распознать рудные районы, узлы и поля. На основании известных закономерностей размещения полезных ископаемых производится разбивка структур и составляется карта локального районирования. Выполненная на такой основе карта имеет всю необходимую нагрузку для расчета прогнозных ресурсов.

3. Произвести определение параметров рудно-магматических систем.

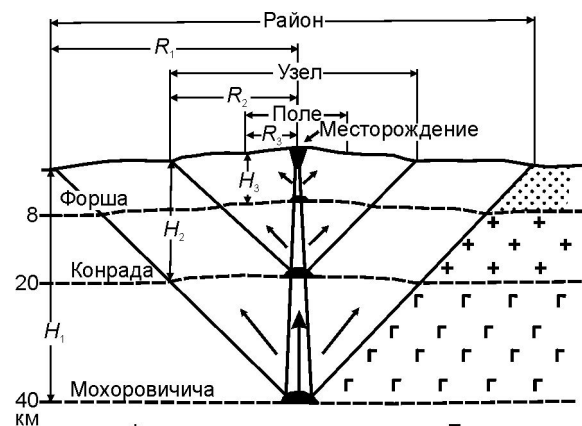
Морфоструктуры центрального типа, являясь отображением на поверхности эндогенных рудно-магматических систем, в объеме представляют собой конус, обращенный вершиной вниз. Такая форма создается полем тяготения Земли и определяется законом симметрии [13]. Проводившие изучение морфоструктур центрального типа В.В.Соловьев [11], Г.И.Худяков и др. [5] пришли к выводу о близости радиуса морфоструктур глубине их заложения. Глубина может корректироваться расстояниями до геофизических разделов слоев земной коры, где предполагается зарождение очагов-инициаторов гранитоидного магматизма. Глобальная статистика распределения морфоструктур центрального типа по радиусам в сопоставлении с глубинами геофизических разделов подтвердила близость радиуса глубине заложения [2]. Исходя из порядка площадных размеров морфоструктур, радиусы и, соответственно, глубины рудно-магматических систем района должны определяться в интервале 60–18 км, узла — 18–6 км, поля — менее 6 км. Эти цифры показывают, что глубины зарождения систем районов находятся на разделе Мохоровичича и выше в базальтовом слое. Так, в оловорудных районах на Востоке России граница Мохо устанавливается на глубинах 36–42 км [1], т.е. площади их будут занимать  $(4-6) \cdot 10^3$  км<sup>2</sup>, что и подтверждается размерами оловорудных площадей Кавалеровского (5000 км<sup>2</sup>), Комсомольского (4000 км<sup>2</sup>), Депутатского (6000 км<sup>2</sup>) и других районов, выделенных по морфоструктурным данным. Глубины заложения

структур рудных узлов располагаются на границе Конрада и выше в гранито-метаморфическом слое, а глубины зарождения рудных полей не ниже границы Форша на разделах в осадочном слое, где размещаются остаточные магматические очаги. Сказанное отображено в принципиальной модели положения и соподчиненности рудно-магматических систем в земной коре (рисунок). Более крупная система питает находящуюся внутри нее более мелкую. Схема показывает, что системы рудных полей, последовательно связанные с более крупными рудными структурами, перспективнее систем, в которых такая связь отсутствует.

В основу расчета прогнозных ресурсов положены следующие данные. Объем рудно-магматической системы — это та масса геологических образований, из которых при эндогенной переработке были экстрагированы и концентрированы рудные компоненты и перенесены в область рудоотложения [10]. Зная площадь рудно-магматической системы и определив через нее радиус, можно рассчитать объем ее конической структуры, а через него и металлогенический потенциал по формуле:

$$P = 1/3 \pi R^3 \rho c k,$$

где  $P$  — металлогенический ресурс рудно-магматической системы;  $R$  — усредненный радиус, равный глубине заложения системы;  $\rho$  — плотность слагающих пород системы;  $c$  — среднее содержание в



Формулы расчета	Потенциальный ресурс рудного района	Параметры систем в км
$P_n = 1/3 \pi R_n^3 \rho_n c_n k_n$	Потенциальный ресурс рудного района	$S_n = n \cdot 10$ $R_n = 1, 8-6$
$P_3 = 1/3 \pi R_3^3 \rho_3 c_3 k_3$	Прогнозный ресурс узла категории $P_3$	$S_3 = n \cdot 100$ $R_3 = 6-18$
$P_2 = 1/3 \pi R_2^3 \rho_2 c_2 k_2$	Прогнозный ресурс поля категории $P_2$	$S_2 = n \cdot 1000$ $R_2 = 18-60$

Принципиальная модель иерархической соподчиненности рудно-магматических систем в земной коре с параметрами для расчета металлогенических ресурсов рудных района, узла и поля

породах олова;  $k$  — коэффициент продуктивности, показывающий количество олова, способного переходить в рудные концентрации.

Формулы расчета разноранговых систем приведены на рисунке.

Для рудных районов плотность может быть принята равной значению средневзвешенной плотности слоев земной коры в составе системы, а средневзвешенное содержание полезного ископаемого соответствует распространенности элемента (кларку) в тех же слоях Земли. Эти же параметры для рудного узла становятся более определенными, так как могут быть конкретизированы по выходящим на поверхность интрузиям и осадочным отложениям, вскрытым в рудных районах. Для рудного поля можно использовать уже фактически зафиксированные на его территории значения указанных параметров. Коэффициент продуктивности рассчитывается на эталонных районах, узлах, полях как отношение разведанных запасов полезного ископаемого к общему его количеству в объеме рудно-магматической системы. По оловорудным месторождениям Кавалеровского района он равен  $6 \cdot 10^{-6}$ , Комсомольского —  $13 \cdot 10^{-6}$ , Депутатского —  $7 \cdot 10^{-6}$ . В Кавалеровском районе средние значения коэффициента, вычисленные по рудным полям с промышленными месторождениями олова силикатного типа, составляют 0,19, а для полей месторождений сульфидного типа — 0,06. Для новых рудных районов, не имеющих разведанных объектов, можно использовать коэффициент, рассчитанный в изученных таксонах со сходными по формационной принадлежности и промышленному типу месторождениями. Чтобы избежать субъективных аналогий, можно использовать в первом приближении обобщенный коэффициент продуктивности. Согласно эмпирическим данным по оловорудным районам Востока России, обобщенные коэффициенты продуктивности укладываются в порядки для рудных полей —  $n \cdot 10^{-2}$ , рудных узлов —  $n \cdot 10^{-4}$ , рудных районов —  $n \cdot 10^{-6}$ . Прямая корреляция между размерами рудного таксона и масштабом оруденения позволяет величину « $n$ » в коэффициенте принять равной известной величине « $n$ » в площади изучаемого таксона.

Из-за приближенности параметров рудного района его расчетный металлогенический потенциал следует относить к категории потенциальных ресурсов [3]. Более высокая надежность параметров рудного узла дает возможность расчетную оценку соотносить с прогнозными ресурсами категории  $P_3$ . Расчетная оценка рудного поля по фиксированным параметрам удовлетворит требованиям прогнозных ресурсов категории  $P_2$ . Таким обра-

зом, каждому рудному таксону соответствует своя категория прогноза.

В заключение заметим, что региональное металлогеническое районирование, проводившееся многие десятилетия на территории России, было надежным инструментом выявления рудоперспективных площадей. В настоящее время, когда встают задачи обнаружения скрытых месторождений и сужения территории их поисков, региональные исследования не решают их по своему статусу. Геолого-съёмочные работы м-ба 1:50 000, обеспечивающие внедрение рекомендаций региональных исследований и создававшие заделы для постановки поисковых и поисково-оценочных работ, в системе МПР России остановлены. Организация прогнозно-поисковых работ по заверке многочисленных рудопроявлений и аномалий на территориях с прогнозными ресурсами, оцененных традиционными методами, все реже приводит к положительному результату. Поэтому для наращивания минерально-сырьевой базы России, восстановления утраченного поискового задела, надежной подготовки площадей для лицензирования необходимо начать на рудоперспективных площадях проведение локального металлогенического районирования. Эти работы могут стать еще более эффективными, если сопровождать их геохимической томографией — новым методом геохимических поисков по коренным породам [4]. Метод позволяет выявлять не выходящие на поверхность аномальные объекты с геометризацией их в трехмерном пространстве, определять формационную принадлежность оруденения и прогнозные ресурсы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беляевский Н.А.* Земная кора в пределах территории СССР. — М.: Недра, 1974.
2. *Ежов Б.В., Худяков Г.И.* Морфоструктуры центрального типа и глубинные геофизические разделы // Докл. АН СССР. 1982. Т. 265. № 3.
3. *Информационно-аналитическая система «Государственная геологическая карта России» / А.Ф.Карпузов, А.Ф.Морозов, Г.Л.Чочия и др.* // Отечественная геология. 1999. № 2.
4. *Методология проведения прогнозно-поисковых работ в изученных рудных районах / Н.П.Митрофанов, А.Б.Павловский, А.И.Бураго и др.* // Разведка и охрана недр. 2006. № 1.
5. *Морфотектонические системы центрального типа Сибири и Дальнего Востока / Г.И.Худяков, А.П.Кулаков, Б.В.Ежов и др.* — М.: Недра, 1988.
6. *Овчинников Л.Н.* Прогноз рудных месторождений. — М.: Недра, 1992.

7. *Покалов В.Т.* Рудно-магматические системы гидротермальных месторождений. – М.: Недра, 1992.
8. *Региональная металлогения и ее роль в воспроизводстве минерально-сырьевой базы России / В.М.Терехов, А.Ф.Карпузов, К.А.Марков и др. // Региональная геология и металлогения. 2000. № 11.*
9. *Российский металлогенический словарь.* – СПб.: ВСЕГЕИ, 2003.
10. *Рудные узлы России / Под ред. Е.В.Плющева.* – СПб.: ВСЕГЕИ, 2001.
11. *Соловьев В.В., Рыжкова В.М.* Морфоструктурный метод изучения глубинного строения литосферы.– Л.: ЛГУ, 1983.
12. *Томсон И.Н.* Металлогения рудных районов. – М.: Недра, 1988.
13. *Шафрановский И.И.* Симметрия в природе. – Л.: Недра, 1968.