

ҚР ҰҒА-ның Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы.
Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. 2012. №2. С. 41–47

УДК 549.002.3

Б.М. РАКИШЕВ¹, Л.М. ФИЛИНСКИЙ²

К ПРОБЛЕМЕ ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ГОРНОРУДНЫХ РАЙОНОВ

Жүйелік зерттеу өдістемесінің желісінде таулы рудалы аудандардагы минералды-шникізат базасының толтырылу мәселелері қарастырылған.

Рассмотрена проблема восполнения минерально-сырьевой базы горнорудных районов в свете методологии системных исследований

On is seed about the problem of ore reserves of the mining-ore districts in aspect of methodology of systematic research

Для решения задач генеральной Индустрально-инновационной Программы развития РК, в первую очередь, необходимо обеспечение минеральным сырьем ведущих отраслей – металлургической, топливно-энергетической, химической, сельскохозяйственной и др. В сложный переходный период к рыночной экономике добывача полезных ископаемых в Казахстане намного опережала восполнение их запасов, поэтому по многим приоритетным полезным ископаемым уже отмечается острый дефицит. В связи с этим фактом проблема восполнения отечественной МСБ была и остается исключительно актуальным и приоритетным направлением программ развития страны.

Авторами разработан новый метод комплексных прогнозно-минерагенических исследований с применением новейших технологий (геолого-геофизических, геохимических, аэрокосмических) – **системно-рудноинформационный анализ горнорудных районов (СРФА)**, который ставит своей основной задачей оценку и восполнение минерально-сырьевой базы (МСБ) горнорудных районов РК.

За последние полвека прогнозно-металлогенические исследования проводились регулярно во всех территориальных ПГО, а также по программам научно-исследовательских работ отраслевых и академических институтов бывшего СССР. Наиболее полная и содержательная информация представлена по результатам региональ-

ных структурно-металлогенических построений масштаба 1:500 000, выполненных в период 1978–1997 гг., а также при выполнении в 2001–2003 гг. программы по оценке прогнозных ресурсов руд черных, цветных, редких и благородных металлов.

Общей чертой всех проведенных исследований является неполная интерпретация рудно-формационной нагрузки как в плане систематики рудных объектов, так и в плане их структурно-металлогенического районирования. Так, все без исключения классификации рудных объектов, представленные в материалах структурно-металлогенических построений прошлых лет, ограничивались отраслевым подходом и соверенно не учитывали ни комбинаторику системообразующих факторов, ни внутри и ни межрудно-формационные связи, а структурно-металлогеническое районирование традиционно основано на формационных, а не на геотектонических построениях. Да и собственно геотектонические построения до сих пор базируются на выделении не граничных глубинных разломов соответствующего уровня, а *структурно-вещественных комплексов*, которые, являясь продуктом взаимодействия геотектонических систем, эти границы, как правило, маскируют. Таким образом, любые современные геотектонические карты и схемы по существу отражают структурно-формационные построения, широко и безальтернативно используемые в традиционных прогнозно-металлогенических исследованиях.

^{1,2} Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра 69 а, Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева.

На сегодняшний день кардинально изменились теоретические концепции о фундаментальных основах прогноза, поиск и разведки месторождений. Во-первых, по результатам изучения дна океанов и глубинного строения Земли последних десятилетий, получены данные, определившие необходимость создания новых теоретических моделей развития Земли и всего спектра геологических процессов. Во вторых, в Казахстане, как и во всем мире, исчерпан фонд легко открываемых месторождений, а процесс поисков и разведки месторождений стал более сложным и трудоемким, поэтому нужна новая стратегия и тактика работ по восполнению запасов.

Ведущие научные школы Мира занялись разработкой вышеназванных проблем, и Институт имени К.И. Сатпаева, стоящий у истоков прогнозно-металлогенических исследований и признанный мировым научным сообществом лидером в этой области, активно включился в этот процесс. Вниманию научной аудитории и специалистов по рудной геологии в очередной раз представлен комплексный метод системно-рудноинформационного анализа (СРФА), основные положения которого с иллюстрацией на конкретных примерах изложены ниже, а также в ряде авторских публикаций.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИЛОЖЕНИЯ СИСТЕМНО-РУДНОИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА (СРФА)

Цель и назначение СРФА – геолого-методическое оснащение прогнозно-металлогенических исследований эффективной комплексной методикой, базирующейся на новых теоретических разработках с применением новых технологий и, прежде всего, на рудноинформационно-классификационных генетических и функциональных матричных построениях и геотектоническом районировании соответствующих горнорудных районов (ГРР) с учетом палеотектонических реконструкций. Синтезом этих направлений явится новейшая схема структурно-минерагенического районирования, полностью удовлетворяющая требованиям системных исследований. (В авторских публикациях представлена *Система рудных формаций* в форме взаимосвязанных генетической и геохимической их матричных классификаций. Матричные классификации построены в общесистемных координатах, роль которых иг-

рают философские категории: *причина-условие, время-пространство и следствие*, отражающие сущность конкретных факторов эндогенного рудообразования.)

Общепринятая методика проведения прогнозно-металлогенических исследований не вызывает никаких возражений: структурно-металлогеническое районирование; выявление закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых в пределах металлогенических единиц; выделение рудоносных и рудовмещающих геологических формаций (осадочных - кластогенных и хемогенных, вулканогенно-осадочных, вулканогенных, интрузивных, метаморфических комплексов); определение рудоконтролирующих факторов – структурных, литолого-стратиграфических, магматических – на основе комплексного анализа данных геолого-геофизических, аэрокосмических и др. исследований; обоснование перспективности выделенных площадей на определенный промышленно-генетический тип оруденения с привлечением результатов геохимических исследований.

В то же время, содержательная часть выполнения этой программы и, прежде всего, решение проблемы геотектонического и структурно-металлогенического районирования, а также обоснование перспективности прогнозных объектов существенно отличаются в зависимости от подхода – системного либо формального. (Контекстовое примечание. Здесь понятие «формальный подход» противопоставлено системному по аналогии с формальной и диалектической логикой, каждая из которых соответственно отражает сущность этих подходов. Так, методологическим принципом формальных исследований является *принцип аналогии*, тогда как правилом системных исследований является *принцип внутрисистемных противоположностей*, который позволяет дать более объективный прогноз).

До последнего времени поисковые работы на всех стадиях геологоразведочного производства проводились с помощью формальных методов, содержанием которых являлось получение и многоплановая интерпретация фактического материала, отражающая современный структурно-информационный план того или иного ГРР. Практически по каждому ГРР уже имеется ряд обобщений с прогнозно-металлогеническими схемами, которые, базируясь на формальном структурном плане (с учетом только контуров структурно-информационных зон), фактически повторяют друг

друга и совершенно не удовлетворяют запрос практики на сегодняшний день. Формальные методы в достаточной мере удовлетворяли исполнителей при поисках рудных месторождений, выходящих на дневную поверхность, но в связи с практически полным исчерпанием фонда легко открываемых месторождений остро назрела и проблема методической перестройки поисковых работ (наряду с пересмотром программ экономического и организационно-технического содержания). Следует отметить, что формальные методы позволили выявить многие закономерности рудолокализации и еще могут послужить достаточно эффективно – с учетом критической оценки их возможностей применительно к конкретным условиям. Но для решения задач эффективного прогнозирования и целенаправленных поисков **скрытого оруденения** этих традиционных методов явно недостаточно; для этих целей необходимо рациональное сочетание *формальных* и *системных* методов исследований с четким разграничением задач: формальные методы – для получения и первичной обработки разнообразной аэрокосмической, геолого-геофизической и геохимической информации по району, системные – для ее многоплановой интерпретации с обязательным учетом данных реконструкции палеоструктурного плана района по соответствующим циклам его геотектонического развития. Подобная реконструкция предполагает, в первую очередь, поиск генетических, пространственно-временных и функциональных связей реальных и вероятных рудных объектов как однородных и неоднородных, совместных и несовместных системных событий. Такой поиск должен осуществляться последовательно на каждом структурно-металлогеническом уровне: *рудное поле – рудный узел – рудный район – регион* (в контурах корректно выделенных геотектонической области и района, а не структурно-формационных зон), что практически невозможно без примененияialectических принципов и законов системных исследований.

И по форме ведения и по содержанию СРФА представляет собой комплексные исследования и предлагается в качестве альтернативы многочисленным методикам количественного прогнозирования, также использующим принцип аналогии и практикуемым в широких масштабах последние четверть века.

Предваряя анализ *рудноинформационных* системных связей, необходимо отметить общие осо-

бенности закономерностей размещения эндогенных месторождений полезных ископаемых, а именно – их *двойственный* характер, обусловленный соответствующей глубиной формирования рудогенерирующих магматических очагов: *при коровом магматизме* имеет место *узловое разнотипное* (*сульфидное, оксидное*), а *при мантийном – поясовом* (*зонально-кустовое*) *однотипное* распределение рудных объектов (с учетом компенсирующей локализации объектов полярной рудной формации в геотектонически сопряженном рудном пояссе). Характер этих закономерностей должен безусловно учитываться при проведении любых исследований и, прежде всего, при производстве СРФА и широко практикуемого метода структурно-формационного (СФ) анализа. Так, степень эффективности СФ-анализа напрямую коррелируется с характером распределения рудных объектов: максимальная степень его эффективности – при *поясовом*, минимальная – при *узловом* распределении. Напротив, методика СРФА наиболее эффективна при анализе *узлового* распределения разнотипных месторождений, что позволяет считать эти, на первый взгляд, альтернативные методы дополняющими друг друга при производстве металлогенических исследований в конкретных районах с достоверно установленным характером распределения рудных объектов. Ниже изложены основные положения СРФА, отражающие особенности *внутрирудноинформационных и межрудноинформационных* отношений, с иллюстрацией на конкретных примерах.

Согласно принципу эквивалентности внутрисистемных противоположных свойств, на каждом структурном уровне рудноинформационных систем предполагается *компенсация* их полярных свойств, т.е., наличие своего компенсатора, конечно, в рамках соответствующего геотектонического цикла. *Именно принцип компенсации (эквивалентности) внутрисистемных полярных свойств должен стать инструментом эффективного прогноза на любом структурно-металлогеническом уровне как при поясовом, так и при узловом характере размещения месторождений.* Так, **на уровне рудного поля** известного промышленного месторождения возможно наличие подобного морфогенетического типа оруденения, но с противоположным соотношением значений концентраций (соответственно, и запасов) ведущих рудных компонентов той же рудноинформационной ассоциации. Именно в свете различных внутриинформационных межкомпонентных соотношений

и должен определяться *структурно-минерагенический тип рудного поля*:

1) *аксиальный (осевой или централизованный) тип* – с примерно равными соотношениями запасов ведущих компонентов в общем балансе комплексных руд месторождения (с учетом их кларков концентраций);

2) *экстремальный (децентрализованный или фланговый) тип* – с явной доминантой запасов одного из ведущих компонентов в каждом объекте с их общим изначальным балансом монокомпонентных руд, соответствующим балансу комплексного месторождения с аксиальным типом рудного поля.

Установленный *структурно-минерагенический тип рудного поля*, характеризуя пространственно-структурные соотношения *совместных и несовместных однородных событий*, позволяет уверенно прогнозировать в его контурах относительные масштабы проявления других возможных групп состояний – во всем спектре межкомпонентных соотношений (например, свинцово-цинковых): при аксиальном (централизованном) типе рудного поля, отражающем локализацию комплексного оруденения (*совместных событий*), маловероятны масштабные проявления *несовместных событий* – т.е., самостоятельные существенно свинцовые и существенно цинковые объекты не будут значимы. Напротив, при *экстремальном (децентрализованном или фланговом)* типе рудного поля, характеризующимся компенсацией свинцового оруденения существенно цинковым, маловероятны масштабные проявления совместного события (аксиального типа) – с примерно равными соотношениями свинца и цинка в комплексных рудах.

Так, рудное поле известного колчеданного свинцово-цинкового месторождения *Текели* относится к *централизованному* типу – как *совместное событие* с примерным балансом запасов свинца и цинка в комплексных рудах, что позволяет уверенно отнести его фланги к малоперспективным (вопреки традиционным представлениям об их высокой перспективности). Таким образом, прогноз на уровне *Текелийского* рудного поля сводится к обоснованным выводам, что на флангах рудного поля ранг объектов этого рудноинформационного типа, но с экстремальными соотношениями запасов свинца и цинка не будет превышать ранга рудопроявлений – в крайнем случае, не выше ранга мелких месторождений. И действительно, на восточном фланге руд-

ного поля известны существенно свинцовые объекты (Жельжотта и др.), на западном – существенно цинковые (Клубное и др.), по рангу относимые к рудопроявлениям. Этот же рудноинформационный тип в Тышкан-Усекском узле данного рудного района формирует Коккус-Усекское рудное поле – но уже противоположного – *флангового* типа с примерно равновеликими существенно цинковым (*Коккус*) и существенно свинцовыми (*Б.Усек*) объектами, общий баланс которых сопоставим с рудным балансом *Текелийского* рудного поля.

Для редкометалльных месторождений, характеризующихся обычно многокомпонентностью, определение ведущих рудных компонентов достаточно затруднительно. Так, грейзено-жильный редкометалльный рудноинформационный тип, представленный в Агадырском ГРР месторождениями Акшатау и Караоба, на первый взгляд, не дает однозначного отнесения их к *флюорит-редкометалльному* типу (например, акшатауские руды традиционно относят к вольфрам-молибденовым). Но открытие флюоритового месторождения Солнечное на фланге рудного поля месторождения Караоба дает основание отнести последнее к фланговому структурно-минерагеническому типу. Этот факт определяет полярный – аксиальный тип рудного поля месторождения Акшатау, т.е., для корректного определения ведущих компонентов акшатауских комплексных руд следует непременно учитывать и *флюорит*. Таким образом, прогнозирование в пределах рудных полей должно быть основано не только на оценке глубины эрозионного среза, сколько, прежде всего, на определении его *структурно-минерагенного типа* – по внутриинформационным соотношениям ведущих компонентов. В этом свете, программа изучения минерально-геохимической зональности рудных месторождений, а также их *моделирование* должны быть дополнены задачей *определения структурно-минерагенических типов рудных полей*. Следует еще раз подчеркнуть прогнозную функцию систематики рудных полей: при аксиальном типе рудного поля перспективы комплексного оруденения ограничиваются *центральной частью*, а при экстремальном, напротив, флангами с акцентом на выявление самостоятельных объектов с монокомпонентным оруденением. Словом, комплексный и монокомпонентный типы оруденения единой рудной формации как *совместные и несовместные однородные события* формируют и соответствую-

щие структурно-минерагенические типы их рудных полей, что и определяет прогнозные свойства последних. Изложенные принципиальные положения СРФА для уровня рудных полей подтверждают и углубляют неписаное правилоrudознатцев: *ищи руду около руды.*

На уровне рудного узла должны иметь (и имеет) место компенсационные соотношения сульфидных и оксидных рудных формаций одной и той же рудогенерации. Иначе говоря, в контурах конкретного рудного узла с высокой вероятностью следует ожидать объекты полярных рудноинформационных типов единой рудогенерации, характеризующиеся и полярными структурно-минерагеническими типами своих рудных полей. В этом свете рекомендуется бинарное наименование рудных узлов, используя названия соответствующих объектов, представляющих полярные рудноинформационные типы. Например, *Коксу-Текелийский рудный узел* представлен двумя полярными морфогенетическими типами оруденения единой позднегерцинской (!) андезит-гранодиоритовой рудогенерации: колчеданным свинцово-цинковым оруденением (*Текели*) и контактово-метасоматическим магнетит-редкометалльно-полиметаллическим (*Коксу, Сууктюбе, Кюелы, Тельманское* и др.). Таким же компенсационным соотношением полярных рудноинформационных типов характеризуется и *Тышкан-Усекский рудный узел* – на восточном фланге Текели-Усекского рудного района, но с противоположным соотношением структурно-минерагенических типов их рудных полей. Таким образом, **на уровне рудного района** выделенные рудные узлы отличаются полным спектром соотношений и *инверсионной симметрией* структурно-минерагенических типов рудных полей разнотипных месторождений, иллюстрируя, в общих чертах, *зеркально-симметричное* повторение рудноинформационных типов, составляющих системно-парагенетическую пару (в приведенном примере – колчеданно-свинцово-цинкового и скарнового магнетит-редкометалльно-полиметаллического оруденения). Подобные соотношения генетической и пространственно-временной симметрий являются проявлением основополагающего *принципа соотношения зеркальной и инверсионной симметрии* в общей теории систем, отражающего каузальные и пространственно-временные внутрисистемные связи и соответствующие законы сохранения.

Системно-рудноинформационная интерпретация **Агадырского ГРР** встретит явное непонимание специалистов-отраслевиков, традиционное представление которых об его металлогении основано на абсолютной автономизации генезиса редкометалльного грейзеново-жильного и полиметаллического оруденения замещенного («узынжальского») типа. Тем не менее, матричная систематика рудных формаций иллюстрирует генетическое родство («парагенез») редкометалльного грейзеново-жильного оруденения и свинцово-цинкового оруденения, наложенного на фамен-турнейские карбонатно-терригенные образования, как компенсирующих друг друга оксидных и сульфидных формаций *единой ультрасиалической генерации*. Одним из фактов, эмпирически подтверждающих парагенез этих полярных рудных формаций, является подтвержденный разведочным бурением разрез свинцового месторождения Аксоран, нижние уровни основного рудного тела которого уничтожены интрузией позднегерцинских аляскитовых гранитов. По данным СРФА, месторождение Аксоран в первозданном виде не уступало по масштабу промышленному месторождению Акжал. Кроме того, строго выдержано соотношение структурно-минерагенических типов рудных полей, представляющих сопряженные рудные узлы района: Акшатауское рудное поле с комплексным флюорит-редкометалльным оруденением – аксиального типа, тогда как его рудноинформационный компенсатор – Акжал-Аксоранская рудная поле свинцово-цинкового оруденения – флангового типа (Акжал – существенно цинковое месторождение, Аксоран – существенно свинцовое, причем, в структурном плане эти объекты локализованы в противоположных крыльях Аксоран-Акжальского разлома); в южном сопряженном рудном узле имеют место противоположные соотношения локализации оксидного и сульфидного оруденения – рудное поле месторождений Караба-Солнечное – флангового типа (в структурном плане – симметричное Аксоран-Акжальскому), а рудное поле его рудно-информационного компенсатора – месторождения Узынжал с комплексными свинцово-цинковыми рудами – аксиального типа. Сопряженные рудные узлы сходятся сульфидными формациями, что при значительных площадных размерах района и составляющих его узлов при относительно слабой экстенсивности оруденения свидетельствует о срав-

нительно большой глубине генерирующего его корового магматического очага.

СРФ-анализ Агадырского ГРР позволяет более корректно расставить акценты при оценке его прогнозных ресурсов и дать более объективную генетическую интерпретацию свинцово-цинкового оруденения. В плане оценки прогнозных ресурсов: наибольший интерес должна представить центральная часть Узынжальского рудного поля – собственно месторождение Узынжал; в первоначальном виде масштаб этого комплексного свинцово-цинкового месторождения вдвое превышал балансовые запасы руды крупного Акжальского месторождения, но, к сожалению, взброшенные блоки его подверглись интенсивной денудации, что несколько снижает его перспективы. Что касается флангов этого продуктивного рудного поля, то ранг монокомпонентных рудных объектов – существенно цинкового на западном фланге (Жундыз) и существенно свинцового – на восточном (Биринши) не должен превышать ранга мелких месторождений. В свою очередь, центральная часть Акжал-Аксоранского рудного поля (р-ние Металлометрическое) также малоперспективна для выявления промышленного комплексного свинцово-цинкового оруденения. В генетическом плане свинцово-цинковое оруденение данного рудного района (вопреки общепринятым мнению) отнюдь не идентифицируется с «атасуйским типом», а представляет сульфидную формацию замещенного типа ультрасиалической рудогенерации, тогда как «атасуйский тип» представляет собой типичный продукт мафической (габбро-диорит-базальтоидной) рудогенерации.

На уровне региона («складчатой» области) во временных рамках единого геотектонического мегацикла следует предполагать компенсирующее проявление рудных формаций *мафических и сиалических* рудогенераций. Иными словами, в пределах корректно выделенной геотектонической области, для которой характерен коровый магматизм с узловым распределением разнотипных рудных объектов, предполагается проявление относительно широкого спектра возможных рудно-формационных типов как мафических, так и сиалических рудогенераций, но с определенным характером соотношений масштабов их проявления. Прогнозируемый характер этих соотношений обусловлен **принципом компенсации** симметричных рудно-формационных

уровней, отраженных в матричной классификации рудных формаций (по соотношению *верхних–нижних и левых–правых* уровней) с обязательным учетом структурно-минерагенических типов рудных полей. Именно поэтому матричная классификация рудных формаций и служит инструментом эффективного металлогенического прогноза. Более того, – принцип рудноинформационной компенсации позволяет не только прогнозировать ранговый масштаб оруденения, но и уточнять интерпретацию спорного генезиса рудных объектов.

Межрудноинформационные связи проявляются также и на **поясовом уровне**, что позволяет уверенно прогнозировать характер и масштабы поясового оруденения в контурах единой провинции, объединяющей в структурном плане две сопряженные геотектонические области. Так, например, *Иртышский пояс* колчеданно-полиметаллического оруденения рудноалтайского типа, вероятнее всего, компенсируется соответствующим масштабом скарново-магнетитового оруденения Валерьяновской зоны «*Тобольского*» пояса – при условии твердо установленного их парагенеза как продукта общего **мантийного** источника рудообразования в пределах Тобол-Иртышской провинции Казахской буферной страны.

Таким образом, СРФА предполагает использование матричных классификаций рудных формаций и достоверного геотектонического плана всего региона с учетом результатов анализа его исторического развития. Примеры эффективного применения СРФА приведены в ряде авторских публикаций.

Изложенная схема СРФА горнорудных районов носит феноменологический характер и предполагает наличие исходной информации хотя бы об одном промышленном месторождении района с относительно достоверной интерпретацией его генезиса и геологического строения района в целом. В свою очередь, – *по правилу решения обратной задачи* – достоверная структурно-металлогеническая характеристика района позволит разрешить сомнения и скорректировать неоднозначную интерпретацию фактов по проблемным вопросам геодинамики, тектоники, стратиграфии и магматизма горнорудного района.

В тематической серии наших публикаций представлен широкомасштабный опыт внедрения системной методологии в анализ актуальных проблем геотектоники, геодинамики, магматизма,

металлогении и других природных процессов и событий, а также при решении конкретных задач моделирования для классификационной идентификации реальных и прогноза вероятныхрудных объектов. Основанием для этого явилась унифицированная классификационно-системная матрица «Уникласс», разработанная специально для решения прогнозных задач (не только геологических) и апробированная на фундаментальных примерах. Матрица «Уникласс», отражая внутри- и межсистемные связи, а также общий алгоритм существования и функционирования всех фундаментальных Систем – *прямую и обращенную периодичность* внутрисистемных свойств (в сущности, соответствующих *видов физических взаимодействий*), являет собой методологический фундамент системных исследований. В своих

конкретных приложениях матричная систематика представляет геометрическую интерпретацию теории исследуемых реальных и вероятных событий и инструмент для их эффективного ретроспективного анализа и прогноза. Метод матричной систематики (MMC) объединяет все известные методы познания – генетический, кондиционалистский, сравнительно-исторический, рангово-структурно-морфологический, и функциональный – в единый комплекс с учетом последовательности системообразующих факторов-координат, роль которых играют философские категории: **причина–условие, время–пространство, следствие**. В докладах и публикациях дано концептуальное, философско-методологическое и физико-математическое обоснование матрицы «Уникласс».