

<https://doi.org/10.51301/ejsu.2022.i4.04>

About the metallogeny of Kazakhstan and its significance for the forecast of mineral deposits

B.M. Rakishev*

Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

*Corresponding author: bolat_rakishev@mail.ru

Abstract. The metallogeny of Kazakhstan is considered from the standpoint of the concept of the Earth's crust stepwise development and geotectonogens. Using examples, new regularities are established that significantly complement the well-known scientific and theoretical ideas about metallogeny and the forecast of minerals, which have not previously been given due attention. Currently, for many priority types of minerals, especially those that are city-forming, there is already an acute shortage. Therefore, the replenishment of mineral reserves is an extremely urgent and important task for the country. In solving the problem, the predictive-metallogenic direction of the metallogenic school of Kazakhstan, which was founded by K.I. Satpaev. We have described new regularities in the formation and distribution of mineral deposits, especially unconventional ones. In selected promising areas, nodes and areas, large-scale integrated forecasting and prospecting and exploration work is proposed. Considering the established patterns, special attention is paid to the ore content of the Precambrian, Volcanogenic belts, Weathering crusts and stratiform mineralization. The role of predictive metallogenic studies of regional, special and local is shown, with an analysis of existing and new materials based on the latest scientific ideas. The use of advanced technologies will make it possible to establish new patterns of the deposit's development in time and space, to identify new, including non-traditional ore-bearing areas for Kazakhstan.

Keywords: *metallogeny, geochemistry, economic minerals, raw material resources, mineral deposits, predictive metallogenic research.*

1. Введение

Обеспеченность минерально-сырьевыми ресурсами страны – это и политика, и экономика, и национальная безопасность. Роль минерально-сырьевых ресурсов для экономики страны и хозяйственной деятельности человека неуклонно возрастает в связи с ростом потребления минерального сырья и расширением перечня используемых полезных ископаемых с привлечением все новых и новых их видов, потребность и цены, на которые постоянно растут. Из-за крайне неравномерного размещения месторождений полезных ископаемых по регионам и странам проблема обеспечения минеральным сырьем становится исключительно актуальной.

Ограниченность и невозобновляемость потенциала недр ставят обеспеченность минерально-сырьевой продукцией в число наиболее важных проблем, определяющих межгосударственные отношения и общемировую политико-экономическую обстановку. Борьба за источники дешевого сырья, а следовательно, за экономическое процветание и высокий жизненный уровень становится определяющим фактором как мировой экономики, так и геополитики. Минеральные ресурсы также во многом определяют развитие производительных сил и более полное использование трудовых ресурсов.

Восполнение минерально-сырьевой базы является одной из основных предпосылок успешного роста экономики страны как на этапе индустриального становления, так

и в период инновационного развития. Словом, минерально-сырьевые ресурсы являются источником экономического процветания, независимости и прогресса стран.

Минерально-сырьевые ресурсы остаются основой экономики Казахстана и, как показали наши исследования, могут быть базисом дальнейшего успешного развития и перспективы обнаружения различных полезных ископаемых достаточны для полного удовлетворения потребности страны и в будущем.

Открытие месторождений – это путь в неизведанное и, по сути, сложный исследовательский процесс. Полученные научные данные уже в середине XX века начали показывать, что распределение месторождений подчиняется определенным закономерностям. Их выявление и на основе этого прогнозирование открытия различных месторождений обусловлено появлению важного научного направления металлогении и синтезирующего достижения геологических знаний. Ценность этого направления в Казахстане была доказана впервые проведенными под руководством К.И. Сатпаева работами по Центральному Казахстану, заслуженно удостоенными Ленинской премии.

Таким образом, решение этой научно-практической задачи актуально, она имеет важное социально-экономическое значение и по многим полезным ископаемым является определяющей экономикой страны.

2. Методы и материалы

Сатпаевская металлогеническая школа Казахстана стала у истоков прогнозно-металлогенического направления, их лидерство признается во всем мире [1].

Инновационно-комплексные межведомственные и междисциплинарные работы впервые были начаты на основе разработанной модели ступенчатого развития земной коры и геотектоногенов по инициативе и под руководством одного из лидеров прогнозно-металлогенической школы, академика, лауреата Ленинской и Государственной премий СССР и КазССР Г.Н. Щербы [2-7]. С позиции мобилизма также впервые построены минерагеническая карты и карта мезозой-кайнозоя Казахстана при поддержке и непосредственном участии профильного министерства-С.Ж. Даукеев и Комитета геологии и недропользования- Б.С.Ужкенов и С.А. Акылбеков и ученых Института геологических наук, созданного К. И. Сатпаевым и носящего его имя-Х.А. Беспаяв, Н.М. Жуков, Л.А. Мирошниченко, Б.М. Ракишев [8,9].

Для реализации полученных прогнозов нужен второй этап исследований в выделенных перспективных зонах, бассейнах, горнорудных районах. Учитывая достаточно высокую изученность территории Казахстана с поверхности, в решении проблемы нами на первый план выдвигаются поиск и оценка скрытых месторождений на глубине и под чехлом рыхлых отложений. В современных условиях горнорудного производства именно такие объемы являются главным резервом восполнения минерально-сырьевых ресурсов.

При разработке методики и проведения металлогенического прогноза были учтены следующие положения:

1) по мере развития науки были получены новые революционные знания о Вселенной, планете Земля, кардинально изменившие представления о геологическом развитии и строении недр и образовании месторождений полезных ископаемых;

2) общее истощение невозобновляемых сырьевых ресурсов вызвало необходимость вовлечения в разработку труднодоступных месторождений со сложными горно-геологическими условиями и объектов с невысоким качеством сырья и низким содержанием полезных компонентов. Учитывая достаточно высокую изученность большинства горнорудных регионов с близкой поверхности, для решения проблемы начались работы по поиску и оценке скрытых месторождений на глубине и под чехлом рыхлых отложений, включая и их нетрадиционные типы;

3) в условиях осложнения задачи прогноза и поисков месторождений, большую роль начинает играть неоднородность, нелинейность геологической среды, неинвариантность геологических закономерностей и т. д.;

4) задачи, решаемые ранее в рамках одной дисциплины, все больше требуют мультидисциплинарного комплексного подхода, поскольку причины и реальные формы проявления природных процессов образования месторождений более сложны и многофакторны и их изучение требует комплексного подхода, нередко выходящего вообще за круг геологических наук и включающего их лишь как один из компонентов.

Вышеперечисленные положения явились важным фактором, побуждающим к развитию инновационной деятельности, необходимостью создания и освоения но-

вых концепций, принципиально новых методологий и наукоемких технологий с целью повышения эффективности прогноза, поисков и разведки полезных ископаемых.

Так, в Казахстане успешно развиваются инновационные подходы для прогноза полезных ископаемых [10], основанных на новых теоретических положениях с использованием дистанционных космогеологических исследований [11-13] и новых технологий переработки минерального сырья [14].

При этом комплексность прогнозирования, в нашем понимании, рассматривается как анализ всей совокупности геологических и других данных во взаимосвязи и взаимообусловленности, где нет незначительных фактов, в какой бы области геологических или других знаний они не были установлены – все они имеют свои важные прогнозно-металлогенические следствия. То есть, мы проводили анализ всей совокупности геологических и других данных с целью выявления наиболее вероятных мест локализации полезных ископаемых в земной коре, что предопределяло необходимость рассматривать явления рудообразования в их единстве и сложной взаимосвязи с тектоническими движениями, магматической деятельностью, метаморфизмом, с процессами осадконакопления и т. д. В первую очередь при прогнозе устанавливали связь геодинамического развития тектонических структур и процессов рудообразования с применением новых технологий геофизических, геохимических, космических и других.

Начало XX века ознаменовалось в истории геологических знаний крупнейшим событием – рождением геохимии [15, 16].

Эта новая отрасль геологии с ее важными проблемами и широкими возможностями не получила соответствующего развития пока на стыке тысячелетий не создались выше и нижеприведенные изменения обстоятельств и условия, кардинально изменившие стратегию и тактику прогноза, поисков и разведки месторождений, в решении которых приоритетными в теоретическом и практическом плане становятся также идеи и методы геохимии, благодаря также нижеследующим достижениям [7,20]:

1. Ускоренному становлению инновационных (аналитические, компьютерные и др.) методов, являющихся основой геохимии, привело к ее мощному развитию. Аналитические возможности позволили получить на вооружение огромное количество методов, при анализе и прогнозе. Выработка новых математических и компьютерных технологий дала возможность обработки огромного фонда геохимической информации и возможность перейти от качественного к количественному прогнозу. Отрасль перешла на качественно новый этап – практическое использование инновационных наукоемких технологий

2. Преимуществом геохимического направления состоящего в том, что представляется возможным при его использовании выделять потенциально рудоносные геологические формации и площади, более точно устанавливать границы рудоносных площадей, обнаруживать слепое, погребенное, невидимое и нетрадиционное оружие, повышать эффективность комплексной оценки месторождений и прогнозировать новые источники сырья. Особенно эффективность геохимического направления повысилась при изучении территорий, закрытых чехлом рыхлых мезозой-кайнозойских отложений [9].

3. Тенденцией к постоянному снижению минимальных бортовых промышленных содержаний многих химических элементов, вследствие чего определенные геохимические поля стали представлять интерес как промышленные.

4. Возможностью управления технологическим процессом и повышением его эффективности при комплексном использовании сырья путем геохимического изучения поведения и форм нахождения химических элементов, их полных ассоциаций и изотопов в конкретных месторождениях.

Работы [7,18-21] стоят у истоков геохимического направления и являются приоритетными, внесли существенный вклад в теорию и практику исследований, разработаны научно-теоретические основы, принципы и методы проведения исследований, базирующихся на особенностях геологии Казахстана. Тем более территория страны является уникальным полигоном для проведения исследований в новом направлении – геохимическом прогнозе.

Во-первых, существование благоприятных условий (ландшафтно-геохимических, хорошая обнаженность) на большей части территории Казахстана обусловило широкое (сотни миллионов анализов) применение литохимических съемок. Кроме того, имеются многочисленные геохимические материалы по геологическим и рудным формациям.

Во-вторых, Казахстан характеризуется сложным полициклическим строением, разнообразными по мощности и яркости проявлениями геологических, геохимических и металлогенических процессов на протяжении позднего докембрия и всего фанерозоя.

В связи с этим при обобщении геохимической информации мы стремились к комплексному подходу, а именно учету всего геохимического материала с анализом его на данных по геологическому и металлогеническому развитию региона. При этом в первую очередь использовался колоссальный массив данных литохимических съемок. Сложность строения и полициклическость развития региона обусловили, наряду с применением современных математического аппарата, необходимости анализа геохимической информации с учетом геологического и металлогенического развития территории, так как даже самые современные компьютерные программы при таких условиях не всегда могут отражать геологическую и металлогеническую природу определенного явления.

Типовые ассоциации получены в результате обобщения ассоциаций рудогенных элементов (РЭ), установленных по материалам литохимических и других съемок, а также геохимических данных по геологическим и рудным формациям, выявленных различными методами как сложными (метод многократной корреляции, главных компонент, факторный анализ и т. д.), так и простыми в том числе предложенными нами [7,19]. Впервые комплексно во взаимосвязи и взаимообусловленности удалось обобщить и проанализировать весь имеющийся металлогенический (рудные концентрации) и геохимический (сотни миллионов анализов) материал по всей территории Казахстана на фоне геологического развития с учетом особенности отдельных регионов.

На рисунке 1 иллюстрируется сравнительная характеристика традиционных и авторских понятий, исполь-

зуемых при обобщении и анализе геохимической и металлогенической информации.



Рисунок 1. Используемая при проведенных исследованиях информация и принятые понятия [21]

Мы при геохимическом анализе и прогнозе комплексно изучаем всю информацию, начиная от предмета изучения традиционной геохимии (от ниже-вышекларковых), прикладной геохимии (первичные и вторичные ореолы рассеяния) и металлогении (рудные концентрации). И всю эту информацию мы называем геохимической. Как известно, геохимия изучает состав, миграцию и концентрацию (в том числе месторождения полезных ископаемых) химических элементов геосферы Земли.

Познание особенностей развития, распространения и геохимических связей выявленных типовых и нетрадиционных для Казахстана ассоциаций рудогенных элементов, определение масштабности этих явлений и площадей развития каждой ассоциации способствовало установлению закономерности развития оруденения во времени и в пространстве, совершенствованию прогноза, в особенности новых, в том числе, нетрадиционных для Казахстана типов месторождений.

Благодаря нашим исследованиям, мы перешли от простой констатации эмпирически устанавливаемых закономерностей образования месторождений к подлинному объяснению их причин, к вскрытию основных законов истории развития Земли.

3. Результаты и обсуждение

Проведенные нами исследования показали, что металлогения Казахстана определяется геодинамическими особенностями геотектоники, которая имеет многоярусное линейно-мозаичное строение и состоит из линейных и каркасных геотектоногенов континентального типа, в основании которых находится в той или иной степени нарушенная древняя гранитизированная кора нижнего протерозоя. Нами выяснено [2-7,18-21], что металлогению Казахстана определяют структуры, которым дано название - «геотектоногены» [2], это основные элементы земной коры, отличающиеся от соседних блоков литосферы и образованных под влиянием развития глубинных подвижных зон (ГПЗ), вещественно-структурные геологические системы, уходящих своими корнями в

верхнюю мантию, характеризуются резкой геолого-геохимической активностью и высокой дифференцированностью вещества, главным образом, за счет восходящей миграции вещества (в том числе рудной) из верхней мантии и нижних слоев земной коры.

Аномальные физико-химические, физико-механические и термодинамические сквозные системы и тепло-массопотоки, зародившихся в ранее существовавшей земной коре и верхней мантии и являющихся основным механизмом всех процессов, ведущих сначала к возникновению земной коры, а затем и к преобразованию конкретного участка литосферы в новое состояние: океанический тип преобразуется в промежуточный, промежуточный – в континентальный, орогенный, платформенный, каждый из которых характеризуется своим определенным типом оруденения.

Развитие ГПЗ осуществляется путем смены знакопеременных напряжений «сжатия-растяжения» участков земной коры (ЗК) в силу воздействия на нее внутренних (эндогенных) и внешних (космических) сил. Раздвижение и сдвигание блоков, деформации, магматизм, метаморфизм, седиментогенез – основные процессы, ведущие к преобразованию ЗК и верхней мантии, разрастанию или уменьшению деструкции их слоев и приведению ЗК и мантии в равновесие на определенных этапах развития Земли с общей тенденцией к аккреции. Складчатые и магматические пояса, орогены, зоны глубинных разломов, зоны активизации, геосинклинали и геоантиклинали линейной и других форм – лишь элементы геотектоногенеза, результат проявления отдельных стадий их развития. Металлогенические провинции соответствуют каркасным геотектоногенам, а пояса – линейным. Развитие каркасных и линейных геотектоногенезов, характеризующиеся своими особенностями металлогении, наблюдается и в протерозое, но они в полном виде не сохранились. Многократные деструкции, тектономагматические и метаморфические преобразования пород ЗК привели к тому, что в настоящее время наблюдаются лишь отдельные фрагменты-реликты былых металлогенических провинций и поясов, сохранившие свое строение и комплексы пород.

Ступенчатое развитие ЗК особенно наглядно выражено в активных областях, где оно обусловлено наличием глубинно подвижной зоны, формирующей колонну преобразования (КП) – геолого-физико-химическую и пространственно-временную систему сложного динамизма, объединяющую три объективных начала – вещественный субстрат, структуру внутренних отношений и функциональные связи с внешней средой. Именно в колонне преобразования отдельных глубинных подвижных зон происходили и происходят активные металлогенические процессы и перемещение вещества из верхней мантии в вышележащие слои ЗК – metabазальтовый, метадиоритовый, метагранитный и седиментный. В результате эти слои качественно изменяются, наращиваются и имеют свой тип оруденения.

Особую роль в образовании определенных месторождений полезных ископаемых играют цикличность и стадийность геологических процессов, происходящих в колонне преобразования на всех ее уровнях. ЗК под влиянием каждого цикла или стадии развития, изменяясь качественно, становится иной, переходит на следующую ступень развития, которая выражается в появлении ново-

го для данного участка литосферы типа или подтипа ЗК со своим определенным типом месторождений полезных ископаемых. С этих позиций земная кора Казахстана представляется в виде сложного сочетания фрагментарно-мозаичных разновозрастных внутренне многослойных систем каркасных и линейных структур. Таким образом, металлогенические провинции и пояса различаются между собой по структуре, возрасту, проявлению цикличности и стадийности, составу, форме, размерам и другим признакам. Металлогенические провинции и пояса из-за тектонической активности региона, от первичной протобазальтовой оболочки и до современного в состоянии литосферы, в основном полицикличны. В связи с пространственным совмещением и наложением более поздних ГПЗ на уже сформировавшиеся металлогенические структуры они становятся полициклическими с выраженной стадийностью отдельных циклов (до трех стадий). Поскольку металлогенические пояса провинций возникли в определенное время на месте ГПЗ, заложенных на разных типах кор, то практически можно считать, что каждому типу кор, на которых заложилась ГПЗ, уходящими своими корнями в мантию, соответствует свои металлогенические особенности.

Ритмика смены во времени напряжений растяжения-сжатия в механизме ГПЗ определяло не только энергетику всех геологических процессов, но миграцию вещества (в том числе рудного) в колонне преобразования, которая для каждого тектономагматического цикла имеет по вертикали трехъярусное строение. Колонна преобразования – это повышенной сквозности, активной дифференциации вещества ЗК и верхней мантии, область интенсивного сложного взаимодействия глубинного тепло-массопотока (изменяющегося на разных уровнях) с разными слоями ЗК, мощного поступления глубинного вещества в верхние слои ЗК и на ее поверхность и, наконец, это область различных по характеру, крупных по масштабам, экстремальных по результатам тектонических процессов. Это запечатлено в конечном итоге в образовании и распределении определенных месторождений полезных ископаемых. Все эти установленные закономерности и определили металлогению Казахстана.

Нахождение Казахстана в сложной геодинамической обстановке обусловило его высокую тектономагматическую активность и, как следствие, высокую геохимическую специализацию геологических формаций, перерастающую в металлогеническую. Широко развиты месторождения Pb, Cu, Mo, Au, Ag, As, Bi, Sb, Fe, Ba, Zn, Sr, Mn, Cr, Ni, Co, V, P, W, Sn, Nb, Ta и др. (приведены по убывающей распространенности).

Металлогенический облик провинций и поясов Казахстана предопределяется изначально сидерофильным (Cr, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Au и др.) геохимическим профилем верхней мантии и низов земной коры, эволюционировавшим до халькофильного (Cu, Pb, Zn, Au и др.) в земной коре в период существенной палеозойской перестройки региона, с достижением литофильного (W, Mo, Sn, редкоземельные и др.) уровня в отдельных сиалитизированных блоках и зонах.

Общая металлогеническая латеральная зональность Казахстана имеет линейно-мозаичный характер с усилением халькофильных (Cu, Pb, Zn, Au и др.) ассоциаций РЭ в центральной части Восточного Казахстана, сидерофильных (Cr, Fe, Mn и др.) к западу, халькофильных (Cu,

Pb, Zn, Au и др.) к востоку, с возрастанием литофильности (W, Mo, Sn, редкоземельные и др.) с севера на юг. В поясах зональность приобретает продольно-полосчатый характер осевые зоны чаще сидеро-халькофильные (Cr, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Au и др.), бортовые литофильные (W, Mo, Sn, редкоземельные и др.), а в провинциях – линейно-узловой.

Провинции, пояса и структурно-металлогенические зоны совпадают пространственно с определенными морфологическими формами поверхностей М и К, а также имеют соответствующие типы мощности ЗК и ее слоев.

Закономерность геологических процессов в КП в течение каждого цикла определяет характер и состав месторождений. В ранней металлогенической эпохе оруденение связано с мантийными источниками, в средней - с преобразованием базальтового слоя и в поздней - с коровым диорит-гранитным слоем. Это самая общая схема, поскольку во всех случаях в формировании месторождений участвуют и смешанные источники. Устанавливается эволюционно-унаследованное развитие халькофильных (Cu, Pb, Zn, Au и др.) ассоциаций РЭ во всех циклах и эпохах при преобладании сидеро-халькофильных (Cr, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Au и др.) ассоциаций в ранние эпохи, халькофильных (Cu, Pb, Zn, Au и др.) в средние и литофильных в поздние. В последующие циклы наблюдается повторяемость ассоциаций (цикличность), усложнение их состава, дифференцированность и сдвиг к литофильности (W, Mo, Sn, редкоземельные и др.), направленность, необратимость.

Наиболее интенсивные концентрации (в виде месторождений, богатых рудных тел и геохимических аномалий) металлов образуются в местах сопряжения, сочленения, пересечения различного ранга тектонических структур. В целом наиболее интересна, в промышленном отношении, концентрации этих металлов наблюдаются в наиболее сложных соотношениях структурно-формационных и рудоконтролирующих зон с кольцевыми и древними региональными структурами широтного (Тянь-Шаньского) меридионального (Уральского направлений). Интенсивность оруденения наиболее четко контролируется поперечными к структурно-формационным зонами.

Нами разработаны научно-теоретические основы, принципы и методы проведения исследований, базирующихся на особенностях геологии Казахстана. Установлены закономерности развития оруденения во времени и в пространстве, существенно дополняющие известные научно-теоретические и практические представления о металлогении Казахстана. На основе выявленных закономерностей выделены зоны, узлы и перспективные площади для известных и нетрадиционных для Казахстана полезных ископаемых. Выяснено, что все месторождения Казахстана многокомпонентны, но эксплуатируются нерационально: добывается обычно не большинство, а один-два полезных компонента. Практически не принимаются во внимание редкие и рассеянные элементы-примеси. В результате теряются полезные компоненты, цены на которые значительно превышают стоимость основных, либо те компоненты, которые являются вредными для окружающей среды. Выделение зон и узлов с повышенным содержанием всех полезных и вредных (токсичных) компонентов, характерных для конкретных рудных формаций, позволяет выявлять новые и нетради-

ционные для Казахстана источники сырья для промышленности и комплексно использовать имеющиеся полезные ископаемые. Зная закономерности концентрации и распространения токсичных элементов, можно прогнозировать пути решения экологических проблем при отработке конкретных месторождений. Высокая эффективность и объективный характер геохимических методов в Казахстане определяют их важнейшее значение не только при поисках в слабо обнаженных районах, но и для выявления скрытых месторождений, которые являются основным резервом восполнения запасов руд в горнопромышленных районах.

На новом уровне – на основе глубокого анализа имеющихся (в особенности новых) материалов с учетом достижений мировой геологии и передовой геохимической технологии проведено геохимическое районирование территории Казахстана 1:1 500 000 масштаба с выделением перспективных площадей, рудоносных районов, зон и узлов [9]. Совпадение или близость выделенных геохимических площадей с металлогеническими наблюдается только в основном контуре и по главным рудным компонентам. На основе геохимических данных, обладающих значительной информативностью, возможностью более глубокого анализа на базе количественных характеристик с набором полных ассоциаций расширены перспективы известных и выделены новые, в том числе нетрадиционные для Казахстана, рудные районы, узлы, площади и типы оруденения, которые не выделяются при металлогенических исследованиях, где могут быть обнаружены слепые, погребенные, невидимые и нетрадиционные месторождения.

Особое внимание также обращалось на изучение резервных территорий, закрытых чехлом рыхлых мезозой-кайнозойских отложений [9]. Эти площади перспективны для выявления россыпных, погребенных, остаточных кор выветривания и других месторождений. Также особое внимание обращалось на нетрадиционные типы месторождений, которые могут представлять дополнительный источник полезных ископаемых. К ним относятся месторождения в докембрии, вулканогенных поясах, корях выветривания, стратиформные, в том числе золоторудные в древних и молодых конгломератах, апкарбонатные (джаспероидные) и штокверковые в гранитных плутонах, стратиформные полиметаллические и редкометалльные объекты, ювенильные алмазы, металлы платиновой группы и др.

Вулканогенные пояса. Исследования также показали, что потенциал вулканогенных поясов оценен далеко не полностью. На их территории могут быть обнаружены гиповулканогенные месторождения различных металлов. Например, чингизский сегмент в девонском вулканическом поясе перспективен на богатые золотом и серебром колчеданные полиметаллические руды, северный сегмент в тыловой зоне (Спасская и др.) – на золото-медно-порфировое оруденение, во фронтальной зоне наряду с традиционным медным – на золото-серебряное, западный и восточный сегменты – на медно-порфировое, западный на редкие земли, южный – на жильно-штокверковые комплексные уран-золото-медные и новые медно-порфировые с более богатым золото-медным оруденением. Некоторые мелкие объекты (Таскора, Архарлы и др.) могут перейти в разряд средних при дополнительной разведке флангов и глубоких горизонтов.

Новые месторождения могут быть выявлены при переоценке на золото, медь, свинец, цинк многочисленных гиповулканогенных проявлений и геохимических аномалий (Си, Мо, Рb, Ag, Sb, Ва, Hg, U, Bi). Здесь не исключены и крупные открытия. Основанием для такого прогноза служат наличие в соседних странах гиповулканогенных месторождений с запасами золота 100-200 т (например, Ащи в западной части Китая, Косбулак в Узбекистане), находящихся в структурах, аналогичных по истории развития, возрасту, составу пород и металлогенической специализации Казахстанским вулканическим поясам. Гиповулканогенные месторождения могут оказаться главным золотым резервом недр Казахстана. Здесь надо провести широкомасштабные прогнозные исследования с последующими поисками. Основные перспективные регионы – Северо-Казахстанский, Центрально-Казахстанский, Жонгарский, Шу-Иле-Кендыктас-Заилеский, Северо-Балхашский, Жарма-Саурский. К примеру, перспективными на золото и медь, являются Валерьяновский и Жарма-Саурский пояса. В них имеются проявления медно-порфировых (Бенкара-Валерьяновская), (Кызылкаин, Кенсай-Жармасаурский). Оба пояса слабо изучены, но и по тем предварительным данным, которые получены, нами можно утверждать, что они не менее перспективны, чем более изученные их Центрально-Казахстанские аналоги.

Наши исследования показывают, что девонский вулканический пояс в северном сегменте перспективен на медное оруденение, где в тыловой зоне сосредоточены золото-медно-порфировые месторождения (Нурказган, Сатпаевское, Коктасжалское), а во фронтальной (Спасская зона) на вулканогенные месторождения типа Эль-Кобре (Кажыкойган) и «манто» (Алтынтобе). В западном и восточном сегментах отмечаются перспективы на медно-порфировые объекты, связанных либо с фронтальной (типа Караомак, Восток-I-IV и др.), либо тыловой (типа Сарышаган) зонами пояса. В западном - также намечаются определенные перспективы на редкие земли. В южном сегменте предполагается нахождение жильно-штокверковых комплексных уран-золото-медных и новых медно-порфировых проявлений с более богатым золотомедным оруденением. Чингизский сегмент перспективен на богатые золотом и серебром колчеданные полиметаллические руды (космурын-абызский тип). Спасский, представляет интерес, кроме традиционного медного оруденения, на золотосеребряное в ассоциации с медью, свинцом и цинком. Западный – на редкие земли.

Стратиформное оруденение. Прогнозируется и нетрадиционное для Казахстана стратиформное оруденение. Работы по поискам нетрадиционного стратиформного мансфельдского типа месторождений платиноидов в Казахстане пока фрагментарны. В то же время получены материалы (шлихи, аномальные содержания в отдельных пробах), обнадеживающие для поиска месторождений этого типа. Наличие на ряде стратиграфических уровней углеродистых горизонтов с благоприятной геохимической специализацией позволяет считать территорию Казахстана потенциально перспективной для практически ценных скоплений платиноидов стратиформного типа. Первоочередными для проведения прогнозных и поисковых работ следует считать черносланцевые и угольные горизонты офиолитовых поясов, та-

ких, как Западно-Мугалжарский, Денисовский, Ерейментауский, повышенно углеродистые фации терригенно-сланцевых отложений, прилегающих к Чарскому поясу, Жалаир-Найманской зоны. Обнаружение месторождений стратиформной оловянной минерализации возможно в Кокшетауском срединном массиве, Шуском и Улытауском поднятиях, являющегося аналогом месторождений Чешского срединного массива и Бразилии. Большой интерес также представляют стратиформно-метаморфогенные шеелитовые месторождения. По полученным данным стратиформная вольфрамовая минерализация может быть проявлена в докембрии, кембрии, ордовике и девона. Первоочередным следует считать докембрийский уровень Кокшетауского, Мугалжарского, Улутауского массивов. Некоторые регионы Казахстана (Торгай, Каратау и др.) по развитию ГП стратиграфическим разрезам и интенсивным проявлением интрузивного и эффузивного магматизма основного и среднего состава в тектонически активных зонах похожи на районы развития стратиформных золотых месторождений в США.

Коры выветривания. В последние годы при оценке перспектив расширения и укрепления минерально-сырьевой базы все больше внимания уделяется формациям коры выветривания, которые часто представлены крупными (золото, полиметаллы) и уникальными (редкие земли) и другими месторождениями. Две трети площади территории Казахстана перекрыто чехлом – остаточными (коры выветривания) и осадочными геологическими формациями мезозоя и кайнозоя, с которыми связаны различные полезные ископаемые, на которые ранее уделялось недостаточное внимание. Наши исследования показывают эти площади перспективны для выявления россыпных, погребенных и других месторождений и остаточных кор выветривания разных полезных ископаемых. Соответственно требуется разработка принципиально новых технологий и методов прогнозирования и поиска скрытых месторождений. Коры выветривания установлены во многих районах: Урал, Северный, Центральный, Восточный Казахстан. Среди них выявлены рудоносные коры выветривания, которые, как правило, развиваются по первичным рудам золота, цветных и благородных металлов, марганца, редких металлов, олова и др. К примеру, проявления нового слабоизученного нетрадиционного типа платиноидов в корах выветривания по гипербазитам нами установлено в Западном (Кемпирсайский массив) и Восточном (Суровской) Казахстане. Это свидетельствует о перспективах платиноносности кор выветривания по ультрабазитам в гипербазитовых поясах Казахстана.

Отмечаются несколько комплексных боксито-золоторудных районов на Урале (Балкымбайский, Житыгаринский), Торгае (Валерьяновский), где процессы латеритного коро- и бокситообразования проходили на золотоносном субстрате и это сближает их с золотоносными бокситами Австралии. Намечаются перспективы золота в корах выветривания в Семипалатинском Прииртышье (типа Суздальское, Жерык, Жаман, Мираж), Житыгаринском районе (типа Элеваторный, Акшинское). ГП связанные с автохтонными и аллохтоновыми корах выветривания мезозойско-кайнозойского чехла, которые развиваются по фамен-нижекарбонным терригенно-карбонатным формациям указывают на свинцово-

цинковое оруденение. Проведенные исследования позволили генетически увязать довольно известный в Каратау ащисайский тип свинцово-цинкового оруденения с процессами мезозойского корообразования и установить его идентичность с металлоносными корами выветривания в Торгае (месторождения Шаймерден). Месторождения ащисай-шаймерденовского типа предполагаются в нескольких депрессионных структурах Восточного Торгая (Аркалыкской, Каиндинской, Керегешинской и др.) и западной части Сарысу-Тениза. Наибольшее внимание привлекают самородно-окисно-гидрокарбонатные и вторично-сульфидные руды свинца и меди в контактово-карстовых корях выветривания, имеющих большое площадное развитие. В связи с вышеизложенным исключительно актуальны прогнозные исследования по оценке территории Казахстана на выявление рудоносных кор выветривания и увеличение за их счет запасов золота, цветных, благородных, редких и других металлов.

Как видно из вышеизложенного, Сатпаевская прогнозно-металлогеническая школа на основе инновационных научно-технологических разработок и привлечения передовых технологий зарубежных стран, при активной поддержке государства внесли и внесут достойный вклад в укрепление минерально-сырьевого комплекса и индустриально-инновационного развития республики.

4. Выводы

Прошедшие апробацию в престижных международных форумах и практических сферах, наши работы пользуются большим спросом у казахстанских и зарубежных недропользователей.

Результаты этих работ, показавшие большие перспективы Казахстана в деле обнаружения полезных ископаемых, а также проблемы, задачи и стратегия развития минерально-сырьевых ресурсов представлялись Главе государства и правительству Казахстан. После наших докладов большая часть инвестиций и недропользователей в Казахстан пришли на месторождения, подготовленные к разработке. Сейчас наступил тот момент, когда государству необходимо активизировать поисково-разведочные работы с созданием новых структур. Вопросы регионального геологического изучения и восполнения запасов полезных ископаемых должны финансироваться государством, которое является основным собственником и потребителем стратегически важной информации о недрах и их потенциале.

На выделенных нами перспективных районах, узлах и площадях нужно провести крупномасштабные комплексные прогнозные и поисково-разведочные работы 2-этапа, с учетом установленных закономерностей и при этом, особое внимание надо обратить, на рудоносность докембрия, вулканогенных поясов, кор выветривания и на стратиформное оруденение. Наш многолетний опыт, знание сути и неоднократное эффективное решение за многие годы возникающих вопросов, проблем открытия и восполнения запасов полезных ископаемых и потенциальных возможностей каждой организации, и индивидуально каждого сотрудника, позволяет нам организовать их эффективное взаимодействие.

Как видно из вышеизложенного, проведение прогнозно-металлогенических исследований (региональных, специальных и локальных) с анализом имеющихся и

новых материалов на основе новейших научных представлений и технологий, позволит установить новые закономерности развития месторождений во времени и в пространстве, с выделением новых, в том числе нетрадиционных для Казахстана рудоносных площадей для обнаружения конкурентоспособных месторождений.

Для эффективного и плодотворного проведения прогнозно-металлогенических и вообще геологоразведочных работ нужно решать следующие проблемы и задачи [21]:

- государственной поддержки в том числе в виде государственного заказа, а также поддержки в виде субсидий. Это практикуется во всех развитых странах. Нужно обратить внимание, что государственная финансовая поддержка должна оказываться и долгосрочным программам фундаментальных исследований, и не требовать от нее как стало сейчас модно сиюминутной прибыльной отдачи, что создаст благоприятные условия для эффективного проведения геологоразведочных работ и открытия месторождений и в дальнейшем для привлечения частных инвестиций и внедрения инноваций;
- создание системы экономических стимулов, способных обеспечить заинтересованное и широкое участие интеллектуального потенциала страны в разработке новейших и перспективных исследований;
- привлечения внебюджетных средств, в том числе банковского капитала, средств малого и среднего бизнеса в наукоемкие отрасли. В процессе коммерциализации инновационных технологий долю расходов постепенно должен взять на себя частный сектор;
- концентрация всего имеющегося интеллектуально-научно-технического, производственного, финансово-экономического потенциалов геологии путем междисциплинарного взаимодействия с целью максимальной отдачи разработок при эффективном развитии цепочки: научный маркетинг – исследования – научные и прикладные разработки – опытно-экспериментальная апробация – внедрение в производство;
- развития рынка интеллектуальной собственности;
- состояния и уровня развития международного сотрудничества в научно-технической сфере, которое находится в настоящее время на низком уровне опять-таки из-за низкого финансирования науки, что ставит казахстанскую науку в условия изоляции от научного мирового сообщества, что никак не может способствовать успешному развитию науки вообще, а геологической, в частности;
- объединение технических средств и кадрового потенциала с выработкой и развитием современных аналитико-экспериментальных и опытных подразделений с целью доведения научных разработок до продукта, отвечающего требованиям международных стандартов и востребованного потребителем на внутреннем и внешнем рынках;
- внедрение новых наукоемких технологий прогноза, поисков и разведки полезных ископаемых, т. е. переход отрасли на качественно новый этап – практическое использование инновационных наукоемких технологий (геохимических, геофизических, космических, построение объемных компьютерных стереомоделей эталонных объектов промышленной значимости приоритетных видов полезных ископаемых и т. д.), выработка новых математических и компьютерных технологий обработки огромного фонда геологической информации для повы-

шения результативности прогноза месторождений полезных ископаемых;

- ускоренное проведение пересчета запасов и экономических оценок всех известных, стоящих на балансе месторождений с учетом современных общемировых кондиций;

- компьютеризация аналитико-интерпретационных процессов с применением и развитием ГИС-технологий, переходом к методам экспертных систем, применение новейших приборов и оборудования для анализа геологического вещества, развитие современного информационного обеспечения составления базы и банков данных, компьютерных моделей и карт геологических объектов различных регионов Казахстана с системным анализом и обработкой первичной и вторичной информации;

- разработка и внедрение в геологию современного менеджмента;

- оснащение аналитических подразделений современным прецизионным оборудованием для анализа редких, цветных и благородных металлов, в т. ч. элементов платиновой группы методиками выполнения измерений I-III категорий точности в соответствии с требованиями Правительства.

Литература / References

- [1] Satpaev, K.I. (1967, 1968). *Izbrannye Trudy* (V.1, i2). *Alma-Ata: Nauka*
- [2] Shherba, G.N. (1970). *Geotektonogeny i rudnye pojasa. Alma-Ata: Nauka*
- [3] Esenov, Sh.E., Shherba, G.N. (1967). *Geologija i metallogenija Uspenskoj tektonicheskoj zony* (V.1-6). *Alma-Ata: Nauka*
- [4] Shherba, G.N. (1980). *Chu-Iljiskij rudnyj pojas* (V.1-7). *Alma-Ata: Nauka*
- [5] Shherba, G.N. (1983). *Metallogenicheskie provincii i pojasa Kazahstana. Alma-Ata: Nauka*
- [6] Shherba, G.N. (1988). *Redkometall'noe orudnenie Kazahstana. Alma-Ata: Nauka*
- [7] Rakishev, B.M. (2006). *Geohimicheskaja specializacija i rajonirovanie metallogenicheskikh provincij i pojasaov Kazahstana. Almaty: Gylım*
- [8] *Mineragenicheskaja karta Kazahstan masshtaba 1:1 000 000. Pojasnitel'naja zapiska k «Mineragenicheskoi karte Kazahstana».* (2009). *Almaty*
- [9] *Karta mezozoj-kajnozoja Kazahstana masshtaba 1:1 000 000. Pojasnitel'naja zapiska k «Karte mezozoj-kajnozoja Kazahstana».* (2011). *Almaty*
- [10] Baibatsha, A.B., Muszynski, A. (2020). Geological-geophysical prospecting indicators of the arganaty district predictive blocks (Eastern Balkhash). *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 2(440), 31–39
- [11] Baibatsha, A., Arshamov, Y., Bekbotayeva, A. & Baratov, R. (2017). Geology of the main industrial types of copper ore deposits in Kazakhstan. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*, 17(11), 231–238
- [12] Baibatsha, A.B., Bekbotayeva, A.A. & Mamanov, E. (2015). Detection of deep ore-controlling structure using remote sensing. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*, 113–118
- [13] Baibatsha, A.B. (2014). Paleovalleys mapping using remote sensing. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (ISPRS Archives)*, 40(5), 83–86
- [14] Baibatsha, A., Dussembayeva, K., Bekbotayeva, A. & Abdullayeva, M. (2018). Tails of enrichment factories as the technogenic mineral resources. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*, 18(1.1), 519–526
- [15] Vernadskij, V.I. (1954-1960). *Izbrannye sochineniya* (V.1-5). *Moscow*
- [16] Fersman, A.E. (1952-1962). *Izbrannye Trudy* (V.1-7). *Moscow*
- [17] Rakishev, B.M. (2011). Raw material base of non-ferrous, rare and rare earthing metals of Kazakhstan. *Non-ferrous metals*, (1), 17-21
- [18] Rakishev, B.M. (2015). Rol' mineral'no-syr'evykh resursov v razvitii stran SNG. *Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija «Razvitie nauk o zemle v Kyrgyzstane: sostojanie, problemy i perspektivy»*, Bishkek
- [19] Rakishev, B.M. (2016). Rol' i perspektivy mineral'no-syr'evykh resursov v razvitii jekonomiki Kazahstana. *Izvestiya NAN RK, Serija geologii i tehnicheskikh nauk*, (2), 29-39
- [20] Rakishev, B.M. (2022). Geohimicheskoe napravlenie v metallogenii. *Geologija i ohrana neдр*, 1(12), 26-30
- [21] Rakishev, B.M. (2022). Satpaevskaja metallogenicheskaja shkola v ukreplenii mineral'no-syr'evoj bazy Kazahstana. *Satbayev Conference: Trends in modern scientific research*, V.1, 3-17

Қазақстанның металлогенезі және оның пайдалы қазбалар кен орындарын болжау үшін маңызы туралы

Б.М. Ракишев*

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

*Корреспонденция үшін автор: bolat_rakishev@mail.ru

Аңдатпа. Қазақстанның металлогениясы жер қыртысының сатылы дамуы және геотектоногендер концепциясы тұрғысынан қарастырылады. Бұрын тиісті көңіл бөлінбеген металлогения және пайдалы қазбалар болжамы туралы белгілі ғылыми-теориялық идеяларды айтарлықтай толықтыратын жаңа заңдылықтар мысалдарды белгіленген. Қазіргі уақытта пайдалы қазбалардың көптеген басым түрлері бойынша, әсіресе қалақұраушылар, қазірдің өзінде өткір

тапшылықты сезінуде. Сондықтан пайдалы қазбалар қорын толықтыру – ел үшін аса өзекті және маңызды мәселе. Мәселені шешуде негізін Қ.И. Сәтбаев қалаған Қазақстан металлогениялық мектебінің болжамдық-металлогендік бағыты маңызды рөл атқарады. Пайдалы қазбалардың, әсіресе бейдәстүрлі кенорындарының қалыптасуының мен таралуының жаңа заңдылықтары сипатталған. Анықталған перспективалы аудандарда, тораптарда және алаңдарда кең ауқымды кешенді болжау және іздеу-барлау жұмыстарын жүргізу ұсынылады. Анықталған заңдылықтарды ескере отырып, прекембрийдің, вулканогендік белдеулердің, мору қыртысының рудалылығына және стратиформдық минералдануға ерекше назар аударылады. Соңғы ғылыми идеялар негізінде қолда бар және жаңа материалдарды талдай отырып, аймақтық, арнайы және жергілікті болжамдық металлогениялық зерттеулердің рөлі көрсетілген. Озық технологияларды пайдалану кенорындарды игерудің уақыт пен кеңістікте жаңа үлгілерін белгілеуге, Қазақстан үшін жаңа, оның ішінде бейдәстүрлі кенді аймақтарды анықтауға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: металлогения, геохимия, пайдалы қазбалар, минерал-шикізат ресурстары, кенорындар, болжамдық-металлогениялық зерттеулер.

О металлогении Казахстана и ее значение для прогноза месторождений полезных ископаемых

Б.М. Ракишев*

Satbayev University, Алматы, Казахстан

*Автор для корреспонденции: bolat_rakishev@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена металлогения Казахстана с позиции концепции ступенчатого развития земной коры и геотектоногенов. На примерах установлены новые закономерности, существенно дополняющие известные научно-теоретические представления о металлогении и прогноза полезных ископаемых, на которые ранее не обращалось должного внимания. В настоящее время по многим приоритетным видам полезных ископаемых, особенно, которые являются градообразующими, уже наблюдается острый дефицит. Поэтому восполнение запасов полезных ископаемых исключительно актуальная и важная задача для страны. В решении проблемы большую роль играет прогнозно-металлогеническое направление металлогенической школы Казахстана, основателем которой является К.И. Сатпаев. Нами описаны новые закономерности образования и размещения месторождений полезных ископаемых, в особенности нетрадиционных. В выделенных перспективных районах, узлах и площадях предлагаются крупномасштабные комплексные прогнозные и поисково-разведочные работы. С учетом установленных закономерностей особое внимание обращено на рудоносность докембрия, вулканогенных поясов, кор выветривания и на стратиформное оруденение. Показана роль прогнозно-металлогенических исследований региональных, специальных и локальных, с анализом имеющихся и новых материалов на основе новейших научных представлений. Применение передовых технологий позволит установить новые закономерности развития месторождений во времени и в пространстве, выделить новые, в том числе нетрадиционные для Казахстана рудоносные площади.

Ключевые слова: металлогения, геохимия, полезные ископаемые, минерально-сырьевые ресурсы, месторождения, прогнозно-металлогенические исследования.