### МИНЕРАГЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

### А.И. Гусев

ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское

Минерагеническое районирование территорий возможно проводить на различных принципах. В процессе составления карт полезных ископаемых и закономерностей их размещения масштаба 1: 500 000 и 1: 200 000 районирование осуществлено на поэтапном принципе [1,2]. В предлагаемом варианте, исходя из возможностей миллионного масштаба, осуществлено комплекскное районирование для территории листа М-45.

Рассмотрение металлогении региона по основным продуктивным этапам показало, что в процессе становления металлогенических таксонов разных временных срезов, формировались специфические рудно-формационные и геолого-промышленные типы оруденения, происходила заметная эволюция различных типов оруденения (золотого, редкометалльного, железорудного) во времени, что изначально определялось особенностями геодинамического развития и глубинного строения территорий, участия мантийных процессов и мантийно-корового взаимодействия. В связи с установленной нами ранее значительной ролью плюм-тектоники в созидании рудогенерирующего магматизма (изотопы стронция, неодима, урана, свинца имеют мантийные метки) и руд (мантийные характеристики изотопов серы сульфидов и свинца галенитов) [3] учтены по возможности признаки плюм-тектоники в предлагаемом варианте районирования с учётом традиционных факторов выделения минерагенических таксонов разной иерархии. Выделены 5 крупных минерагенических таксонов ранга металлогенических зон и областей, краткая характеристика которых приводится ниже.

I. AuHg(Cu) / V-MZ. Северо-Алтайско-Горно-Шорская ртутно-золоторудная минерагеническая область

Сформирована последовательно развивавшимися процессами становления различных структурно-вещественных и рудных комплексов на протяжении от венда до мезозоя.

В байкало-каледонский этап она охватывает районы распространения поздне-рифейско-раннне-ордовикских океанических, островодужных структурно-вещественных комплексов с кремнисто-терригенно-черносланцевыми разрезами и вулкано-плутоническими поясами базальтоидных, трахибазальтоидных вулканитов и габбро-диориттоналит-монцонитовых, монцонит-пироксенит-габбровых, сиенит-пироксенит-габбровых плутонических комплексов (близких к латитовой серии) с оруденением золота, меди, марганца, никеля, железа, титана. Металлогеническая область приурочена к положительным тектоническим блокам (выступам, поднятиям) и её металлогеническая специфика определяется мантийными процессами. Ей отвечает баримантийная астеногеналь на уровне мантии с халько-сидерофильной специализацией с оруденением золота, марганца, железа, кобальта, никеля, хрома, платиноидов.

В герцинский этап эта же область понимается в объёме области развития терригенных прогибов, заложенных в ордовике, девонских вулкано-плутонических поясов, сложенных вулканогенными риолит-дацит-андезитовыми, дацит-риолитовыми, базальт-андезитовыми, риодацит-андезибазальт-базальтовыми, трахибазальт-риолит-дацитовыми, субвулканическими образованиями и плутоническими габбро-диорит-гранодиоритовыми, гранодиорит-гранитовыми комплексами (преимущественно І- типов), приуроченными к поднятиям с мощными базито-метаморфическими слоями (35-40 км), повышенной средней плотностью гранитно-метаморфического слоя, со сложной металлогенической нагрузкой – оруденением золота, меди, серебра, титана, железа, полиметаллов. Специфику минерагенической области определяют золото-медно-скарновые, золото-скарновые, жильные золото-сульфидно-кварцевые, субвулканические эпитермальные золото-серебряные, медно-молибден-золото-порфировые и субвулканические медно-золото-порфировые, золото-порфировые месторождения и проявления, связанные с гранитоидами и субвулканическими образованиями, имеющими мантийную природу и характеризующимися достаточно высокой флюдонасыщенностью с высокими активностью и фугитивностью хлора во флюидах [1,2,3]. Меньшую роль играют стратиформные и жильные полиметаллические месторождения и проявления. В целом минерагеническая область на герцинском этапе характеризуется халькофильной геохимической специализацией. Границы металлогенического таксона определяются районами распространения вулкано-плутонических поясов, формировавшихся в обстановке континентальной окраины и сопровождавшихся медным и золотым оруденением. В пределах металлогенической области выделено несколько рудных районов с типоморфными рудно-формационными типами оруденения, краткая характеристика которых и оценка прогнозных ресурсов приводятся ниже.

В позднем палеозое и раннем мезозое минерагеническая область охватывает северную часть пермо-триасовой и юрской вулкано-плутонической провинции. Тектонические ограничения области: на севере - по системе латентных разломов (трассируемых по геофизическим данным), перекрытых отложениями Бийско-Барнаульской впадины, на западе - по Северо-Восточному, на юге - по субширотному Чарышско-Теректинскому, на востоке - по Шапшальско-Кобдогскому дизьюнктивам. Рудогенерирующие гранитоиды белокурихинского ( $P_2$  -  $T_1$ b) комплекса ( $A_1$  - типа) характеризуются высокими значениями фугитивности кислорода и сравнительно низкими параметрами восстановленности флюидов. С ними ассоциирует жильное, жильно-штокверковое, реже скарновое оруденение молибдена, вольфрама, бериллия, в меньшей мере тантала, ниобия, сконцентрированное в Синюшинском, Белокурихинском, Талицком рудных районах. В этой области распространено золотое оруденение, пространственно связанное с гранитоидами атуркольского комплекса ( $P_2$ - $T_1$ ) (Атуркольский рудный узел), а также с базитовыми дайками чуйского комплекса ( $T_1$ ) в Тошанском рудном поле. В анализируемый период формировалось оруденение скарновой золоторедкометалльной, золото-ртутной и жильной золото-сульфидно-кварцевой формаций.

В пределах минерагенической области выделены 6 рудных районов: Талицкий, Ануйский редкометалльнозолотрудные, Бийско-Катунский золото-ртутнорудный, Уймено-Лебедской медно-золоторудный, Верхне-Лебедской золоторудный, Бельгебашский золото-полиметаллически-ртутнорудный.

### II. PbAu / V-MZ. Телецко-Башкаусская золото-полиметаллическая минерагеническая зона

Приурочена к Телецко-Чулышманскому тектоническому блоку, сложенному метаморфическими образованиями курайского (тонгулакского) комплекса, вулканогенно-терригенными разрезами с чёрными и кремнистыми сланцами балхашской свиты (V- $\mathbb{C}_1$ ), терригенно-черносланцевыми образованиями курайской свиты (V- $\mathbb{C}_1$ ), вулканогенно-терригенными разрезами тыдтуярыкской ( $\mathbb{C}_1$ ) свиты, вулканогенными образованиями кужебазинской ( $\mathbb{D}_1$ ) серии, интрудированные гранитоидами кубадринского ( $\mathbb{D}_2$ ) и атуркольского ( $\mathbb{P}_2$ - $\mathbb{T}_1$ ) комплексов, а также редкометалльными пегматитами с оруденением олова и бериллия. Для тектонических блоков характерны: повышенная мощность земной коры (54-57 км), относительно низкое положение астеносферного слоя (160 и более км) [5]. В минерагенической зоне известно оруденение полиметаллов, железа, мелкие проявления золота, а также меди, никеля.

С наиболее ранним этапом (V-  $\mathbb{C}_1$ ) формирования терригенно-черносланцево-кремнистых образований курайской, башкаусской свит происходило образование эксгаляционно-осадочного полиметаллического оруденения типа SEDEX. Рудовмещающие металлотекты этого типа оруденения последующими процессами тектоники разобщены и оказались в различных тектонических блоках. В связи с тем, что наиболее представительные разрезы и полиметаллическое оруденение типа SEDEX распространены в характеризуемой зоне, целесообразно относить его к Телецко-Башкаусской металлогенической зоне. В этот период сформировалась прогнозируемая Акташ-Моген-Буренская полиметаллическая рудная зона.

Для металлогении наиболее позднего позднегерцинско-мезозойского и мезозойского этапов определяющую роль играли гранитоиды атуркольского комплекса ( $P_2$ - $T_1$ ), с которыми связано оруденение золота, золото-редкометалльных скарнов, а также редкометалльные пегматиты с оруденением бериллия. В рудном районе на позднем этапе формировались прогнозируемые Челюш-Тузуктинский редкометалльный, Атуркольский редкометалльно-золоторудный и Бугузунский сереброрудный узлы.

#### III. FeAuCo / R-MZ. Карасуг-Куртушибинская кобальт-золото-железорудная минерагеническая область

Сложена преимущественно ритмично-слоистыми терригенными образованиями с гематито-кремнистыми сланцами, тефроидами, известняками западно-саянской надсерии ( $\mathcal{C}_{1.3}$ ) Саяно-Шапшальской структурно-формационной зоны, терригенно-вулканогенными разрезами карагольской свиты ( $\mathcal{C}_1$ ), терригенно-вулканогенными отложениями кужебазинскрй серии ( $\mathcal{D}_1$ ) и гранитоидами кубадринского и каракудюрского ( $\mathcal{D}_2$ ) комплексов. Для тектонических блоков характерно постепенное повышение кровли астеносферного слоя в восточном направлении [5]. Металлогеническую специфику области определяют вулканогенно-осадочные месторождения и проявления железа, а также гидротермальные проявления меди, молибдена, кобальта.

В пределах Карасут-Куртушибинской минерагенической области выделены 3 рудных узла: Мало-Абаканский железорудный, прогнозируемые Хенделенско-Сюрбюзунский молибден-меднорудный и Кындытуюльско-Чурекский меднорудный. В двух последних минерагенических таксонах важную роль играют порфировые комплексы и ассоццирующие с ними медно-молибден-порфировые, медно-порфировые проявления. Часть из них может содержать и золото.

# $IV.\ WFeCo/D_{_I}-MZ.\ Южно-Алтайско-Монгольская железо-кобальт-редкометалльная минерагеническая область$

Эта минерагеническая область приурочена к Алтае-Монгольскому террейну, северной границей которого является Чарышско-Теректинская зона глубинного правостороннего взбросо-сдвига, интепретируемого М.М. Бус-

ловым сутурной зоной [6]. По данным, приведенным А.И. Родыгиным [4], зона Чарышско-Теректинского разлома относится к левому взбросо-сдвигу. Мощность земной коры и базито-гранулитового слоя в тектонических блоках области ступенчато увеличиваются в восточном направлении (от 50 до 60 км, и от 30 до 36 км, соотвественно) [5].

Девонские вулканогенно-терригенные прогибы в этой области относятся к типу тафрогенных бассейнов, развивавшихся в условиях сдвиго-раздвиговых напряжений, непосредственно связанных с активностью зоны Чарышско-Теректинского глубинного разлома (ЧТГР) и дизьюнктивов, его оперяющих. Вулканогенно-терригенные прогибы этой области параллельны своими длинными осями к зоне ЧТГР. Магматизм и оруденение в этой области резко отличаются от ранее рассмотренных металлогенических областей (Северо-Алтайско-Горно-Шорской). В них происходило формирование преобладающего вулканогенно-осадочного оруденения железа, марганца, а в связи с интрузивными гранитоидными порфировыми комплексами (аксайский и другие) порфирового оруденение меди, железа (спекулярита), золота. В отличие от активных континентальных окраин андийского типа, порфировое оруденение Алтае-Монгольского террейна связано не с андезитоидным магматизмом (сильно восстановленным), а с гранитлейкогранитовым повышенной калиевости (сильно окисленным). К верхнему девону Алтае-Монгольский террейн испытал стабилизацию. Позднее проявившийся специфический гранитоидный интрузивный магматизм Юстыдского прогиба с образованием гранитоидов типа «рапакивиподобных» способствовал формированию в карбоне оловянного и вольфрамового оруденения. Сближенное проявление процессов оруденения позднегерцинского и раннемезозойского тектоно-магматических циклов, а также унаследованность развития рудоподводящих разломов, обеспечило генерирование телескопированного оруденения и совмещение на некоторых месторождениях полихронного оруденения (Каракульское, Калгутинское и другие). На Алтайской части минерагенической области выделены 2 рудных района: Коргонский золото-марганец-железорудный и Алахинско-Калгутинский кобальт-редкометалльный.

### V. AuMn / K-P. Алтае-Салаирская минерагеническая область кор выветривания

Приурочена к области распространения вулканогенно-осадочных венд-нижнекембрийских отложений, по которым произошло образование кор выветривания (мел-палеоген) и реювенация повышенных и рассеянных содержаний марганца из протолита с концентрацией до промышленных скоплений в зоне гипергенеза. Наиболее богатое оруденение марганца в корах выветривания сосредоточено на участках, где коры выветривания образовались по марганценосным отложениям, преимущественно кремнисто-карбонатным. ( участки Сугул, Колбашка, Бурчаниновка и другие).

Линейные коры выветривания приурочены к тектоническим нарушениям, зонам дробления и рассланцевания, контактам пород разного литологического состава. Они представлены двумя типами: инфильтрационными и остаточными. Инфильтрационные коры выветривания сохранились в низкогорье Северо-Восточного Алтая в полях развития кремнисто-терригенных пород едиганской свиты (хр. Сугул, г. Колбашка, бассейн р. Улалушка) и представлены гипергенными кварцитами, кварцитовыми брекчиями, сцементированными гидрооксидами марганца и железа, и небольшими линзовидными телами оксидных руд марганца, «железных шляп». Гипергенные кварциты имеют форму удлиненных прерывистых линзовидных тел, часто с раздувами и пережимами.

## ПРОДУКТИВНЫЕ МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЕ ЭПОХИ

Продуктивными минерагеническими эпохами на описываемой территории были байкальская, каледонская, герцинская, мезозойская и альпийская. Для удобства структурно-вещественные комплексы байкалид и каледонид рассматриваются в объёме объединённого байкало-каледонского тектоно-магматического цикла. В байкало-каледонский цикл генерировано несколько рудных комплексов, среди которых важнейшее значение имеют золото-черносланцевый, полиметаллический эксгаляционно-осадочный (типа SEDEX), ванадий-титан-железорудный, благородно-металльный в хромититах офиолитовых разрезов.

Золото-черносланцевый комплекс представлен полигенными золото-сульфидно-кварцевыми образованиями, на самом раннем этапе формирования близкими по своей природе к концентрации металлов по типу SEDEX (зоны сульфидизации с золотом Сокпанды-Чичкитерекского, Каянчино-Устюбинского рудных узлов). Более перспективный золото-кварцевый штокверковый тип золото-черносланцевых объектов, связанных с гидротермалитами более позднего постгранитного этапа генерации, пока не выявлен в регионе.

Полиметаллический рудный комплекс в терригенно-черносланцевых разрезах венда-нижнего кембрия (курайская, башкаусская, тыдтуярыкская и другие свиты) содержит проявления полиметаллов, меди, серноколчеданных залежей типа SEDEX в районе Моген-Бурена, серноколчеданных проявлений в черносланцевых разрезах эдиганской, тыдтуярыкской свит  $(V-C_1)$ .

Ванадий-титан-железорудный комплекс проявлен в Салганакском рудном узле, где оруденение связано с расслоенными метаморфизованными ультрамафитами саракокшинского комплекса. Платиноносность рудного комплекса не известна.

Хром-благородно-металльный рудный комплекс изучен недостаточно, но представляет интерес как нетрадиционный для региона тип оруденения, ассоциированный с кумулятивными разрезами надостроводужных офиолитов, формирование которых происходило при участии мантийных флюидов плюмовой природы [3]. Такие руды обнаружены в составе сеглебирских, чаган-узунских и других офиолитов. Целенаправленных поисков масштабного

благороднометалльного оруденения в офиолитах региона не проводилось.

Герцинская минерагеническая эпоха была наиболее важной в регионе. В эту эпоху произошло созидание золото-медно-рудного комплекса Синюхинского и Элекмонарского рудных районов, где известны проявления золото-медно-скарновой, золото-скарновой, жильных золото-сульфидно-кварцевой и медно-сульфидно-кварцевых формационных типов

Субвулканический золото-серебряный комплекс Уйменского медно-молибден-золоторудного узла (Чуринское, Сороту, Коно) требуют всестороннего изучения, так как содержит в своём составе весьма перспективный и приоритетный тип оруденения — эпитермальный золото-серебряный. В пределах Саганской вулканической постройки возможно выявление эпитермального золото-серебряного и олово-серебряного подтипов золото-серебряного комплекса. В этой области имеются аномалии и потоки золота, олова и серебра.

В эту эпоху произошло становление золото-меднорудного комплекса Солонешенского рудного узла, где известны проявления золото-медно-скарновой, золото-скарновой, золото-черносланцевой, а также жильных золото-сульфидно-кварцевого и медно-сульфидно-кварцевого формационных типов.

Менее изучены медно-полиметаллический (Саганы-Кылайский рудный узел) и порфировый медно-молибден-золоторудный (Аинский рудный узел) комплексы. Медно-полиметаллический рудный комплекс включает проявления колчеданно-полиметаллической, жильной свинцово-цинковой и медно-сульфидно-кварцевой формаций.

Медно-молибден-золото-порфировый комплекс представлен месторождением Кульбич и несколькими проявлениями медно-порфировой, полиметаллической (Ильинский медно-молибден-полиметаллический рудный узел) и медно-золото-порфировой формаций (проявление Чике-Таманское).

Весьма интересный и специфический медно-серебряно-ртутно-золоторудный комплекс выявляется в южном блоке Чарышско-Теректинского разлома. Рудолокализующим для комплекса стали разломы, оперяющие вышеуказанный глубинный разлом. Полоса охватывает объекты Коксаир, Отсалар, Бошту, где отдельные месторождения и проявления представлены медно-порфировыми и ртутно-золото-серебряными рудами, генерация которых осуществлялась вулкано-тектоническими структурами центрального типа с жерловыми и околожерловыми фациями в комбинации с субширотными разломами. Оруденение, возможно, имеет полихронный характер и сопровождается мощно проявленными фельдшпатолитами и аргиллизитами.

Мезозойская минерагеническая эпоха ознаменовалась становлением единого генетического ряда формаций эпитермальных месторождений: арсенидной никель-кобальтовой, свинцово-цинковой, флюоритовой, серебряносульфосольной, ртутной на юге Горного Алтая (А.А. Оболенский, А.С. Борисенко и др). Указанный ряд рудных формаций представляет единый рудный комплекс. Отдельные фрагменты рудного комплекса распространены и в других участках Горного Алтая (флюоритовые проявления Западный Янтерек, Каяс). Вероятно, в этот же рудный комплекс следует включать и проявления золото-ртутного типа (Сарасинская золото-ртутнорудная зона, прогнозируемый Каракольско-Козульский золото-ртутнорудный узел, прогнозируемая Сибирячихинская золото-сурьмяно-ртутная зона). Весьма высокие перспективы обнаруживаются для стратиформного оруденения флюорита, имеющего метасоматический характер образования по карбонатным породам. Этот тип оруденения распространён в Каянчино-Бусыгинском и Сокпанды-Чички-Терекском рудных узлах.

В районе Тархатинских прогибов сформировались комплексные проявления уран-золото-редкометалльного типа, выделяющиеся в самостоятельный одноименный рудный комплекс, связанный с мезозойской тектоно-магматической активизацией. По тархатинским сиенодиоритам, с которыми связано уран-золото-редкометалльное оруденение, получен возраст 240 млн. лет [7].

Мезозойская минерагеническая эпоха отмечена становлением вольфрам-молибден-тантал-ниобиевого рудного комплекса Белокурихинского рудного узла, парагенетически связанного с дериватами одноименного комлекса, где образовались проявления и месторождения жильного, грейзенового, скарнового и пегматитового типов.

В эту же эпоху образовался бериллий-молибден-вольфрамовый рудный комплекс Калгутинского рудного поля, а также литий-тантал-ниобиевый Алахинского рудного поля, представляющие несомненные перспективы для наращивания потенциала отдельных составляющих формационных типов этих комплексов.

Альпийская минерагеническая эпоха воспроизвела сложный комплекс полезных ископаемых кор выветривания (проявления марганца Сугул, Колбашка и другие; золота в коре выветривания на участках Баранчинского рудного узла: Ерусалимском, Конторском и других, а также бурых железняков и урана инфильтрационного типа (район Сарасы). В завершение эпохи сформировались многочисленные россыпи золота (Ануйская, Баранчинская, Ашпанакская, Синюхинская и другие). В некоторых россыпях присутствуют платиноиды (Никольская, Ерусалимская, Каянчинская, Светлая, Аскагысканская), что позволяет выделять единый благороднометалльный россыпной комплекс.

Прогнозные ресурсы различных видов полезных ископаемых категории  $P_{_3}$  по известным и прогнозируемым рудным узлам приведены на схеме прогноза.

### Литература

- 1. Гусев А.И., Данилов В.В. Комплексное ГИС-моделирование при прогнозно-металлогенических исследованиях в северо-восточной части Республики Алтай //Сборник научных трудов. Выпуск №2. «Новые информационные технологии в науке и образовании». Горно-Алтайск, 2002, с. 3-11.
- 2. Гусев А.И. Металлогения и прогнозная оценка месторождений полезных ископаемых Алтайского края //

Актуальные вопросы геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы Алтайского края (тезисы краевой конференции). Барнаул, 2003, с. 57-62. 3. Гусев А.И., Гусев Н.И. Магмо-флюидодинамическая концепция эндогенного рудообразования на примере

- Горного Алтая и других регионов //Региональная геология и металлогения, Санкт-Петербург, 2005, № 23, с. 119-
- 129. 4. Родыгин А.И. Динамометаморфические горные породы. Томск: Изд-во Томского университета, 2001, 356 с.
- 5. Сурков В.С., Коробейников В.П., Абрамов А.В. и др. Мегакомплексы и глубинная структура земной коры Алтае-Саянской складчатой области. М., Недра, 1988, 195 с. 6. Buslov M.M., Fujiwara Y., Safonova I. Yu. et all. The junction zone of the Gorny Altai and Rudny Altai terranes: structure
- and evolution // Russian Geology and Geophysics. 2000. Vol. 41. № 3. PP. 377-390. 7. Monie P., Plotnikov A.V., Kruk N.N., et al. The Yuzhno-Chuyskii complex (Southern Gorny Altai Mountain): first geochronological constraints on its tectonometamorphic evolution // Continental growth in phanerozoic, IGCP-420/

Abstracts, Urumqi, China, 1998, p.31.