

Историко-геологические закономерности минерагенической эволюции докембрия Северо-Запада России

Негруца В. З.

Геологический институт Кольского научного центра РАН,
г. Апатиты, e-mail: negrutsa@geoksc.apatity.ru

История минерагенической эволюции Северо-запада России описывается пятью мегациклами взаимосвязанного эндогенно-экзогенного образования пород и руд: двумя архейскими (до 2500 млн. лет назад) - саамским и лопийским, двумя протерозойскими – карельским (2500-1650 млн. лет назад) и рифейским (1650-600 млн. лет назад) и одним фанерозойским (600 млн. лет назад-настоящее время). Мегацикличность обусловлена закономерной сменой во времени и пространстве трансгрессивно-регрессивных процессов эндогенного образования и экзогенного преобразования минерагенической оболочки земной коры. В первой, трансгрессивной половине мегациклов происходила направленная деструкция и увеличение проницаемости земной коры базальтоидными магматическими расплавами, следствием чего являлось общее наращивание мощности и мантийности среды минералообразования, а соответственно, интенсивности и разнообразия вулканогенно-осадочных обстановок эндогенного рудообразования. Во второй, регрессивной половине мегациклов рудообразующие процессы предопределялись пульсационно-нарастающей кратонизацией земной коры и общей сиализацией рудообразующей среды; воздействие эндогенной энергии на экзосферы земли направленно убывало, все большую роль в образовании месторождений полезных ископаемых играли внутрикоровые и экзогенные процессы [1-4].

Оптимальное сочетание благоприятных факторов формирования крупных и уникальных месторождений полезных ископаемых возникали в периоды коренных тектономагматических и палеогеографических (палеогеодинамических) перестроек взаимосвязи и взаимообусловленности обстановок эндогенно-экзогенного образования и преобразования рудолокализирующей среды. Устанавливаются два типа принципиально отличных друг от друга геодинамических обстановок и, соответственно, перестроек условий образования вещественного состава и морфометрических параметров месторождений полезных ископаемых: революционный и эволюционный [2].

Революционный тип, связанный с качественным изменением условий литогенеза на границах смежных мегациклов, характеризует сочетание совокупности минерагенических факторов, определяемых тектоническим режимом сред рудоотложения, источником (мантийным, мантийно-коровым, коровым) вещества, физико-химическими характеристиками внешних геосфер. Эволюционный тип, знаменующий переходы от поступательных (прогрессивных) к возвратным (регрессивным) стадиям мегациклов, отличается ведущей ролью в образовании пород и руд эндогенных факторов, обусловленных типом корово-мантийных взаимосвязей. Все многообразие таких связей сводится к трем классам: 1) океаническому (талассогенному) - прямому воздействию мантийных магм и связанных с ними флюидов на экзосферы Земли; 2) переходному - воздействию смешанных мантийно-коровых магм и связанных с ними флюидов на внешние геосферы; 3) континентальному (кратогенному) – отсутствию прямого воздействия мантийных флюидов на физико-химические параметры гипергенных процессов [5].

Первый ранний архейский (саамский) мегацикл отличает специфические, предположительно верхнекоровые, субэкзогенные условия образования ультраметаморфических и магматогенных пород, лишенных значимых концентраций рудного вещества. Во втором архейском, лопийском мегацикле проявлено генетически неразрывное единство порообразующих процессов эндогенного (плутогенно-вулканогенного) по источнику вещества и экзогенного (гипогенно-гипергенно-осадочного) по условиям его пространственно-временной локализации. Следствием такого литогенеза явилось образование гранитно-зеленокаменных областей с резко изменчивыми во времени и пространстве вещественными и генетическими характеристиками минерагенической специализации. Совокупность историко-геологических данных свидетельствует о сосуществовании и взаимодействии при этом геодинамических обстановок и свойственных им минерагенических процес-

сов преимущественно переходного типа, предопределивших зарождение сегментов континентальных литосферных плит и рифтогенных тектоно-магматических швов. Это обусловило многообразие и конвергентность обстановок и условий образования крупных концентраций рудных полезных ископаемых.

Смена раннеархейского (саамского) мегацикла позднеархейским (лопийским) мегациклом образования и преобразования литосферы отмечается первым появлением в сводном разрезе стратифицированной оболочки земной коры достоверно водно-осадочных терригенных отложений (метаморфизованных псефитов, псаммитов, пелитов, хемолитов). Они указывают на то, что к этому времени, во-первых, уже существовала примитивная кора сиалического типа, во-вторых – возникла дифференцированная система областей денудации и осадконакопления, в-третьих – началось совместное проявление эндогенных и экзогенных факторов минерагенеза. Совокупность генетических признаков указывает на то, что стратифицированные отложения лопийского возраста образовались в особых физико-химических условиях контролируемых преимущественно мантийными флюидами, то есть - высокой температуре и химически агрессивной среде. С рудогенными флюидами, мантийный резервуар поставлял в гидросферу определенное количество биогенного вещества, что обеспечивало становление примитивной бактериальной биосферы и зарождение химогенно-биогенного рудоотложения, проявленного в виде крупных стратиформных залежей железных руд (месторождение Костомукша и аналоги) и сульфидных углеродисто-кремнистых отложений в ассоциации с туфогенно-лавовыми образованиями (Ялонваара, Хаутоваара и др.).

На завершающих этапах архея саамско-лопийская рудолокализирующая оболочка земной коры повсеместно подверглась структурно-тектоническим дислокациям, метаморфизму, метасоматозу, гранитизации и глубинной денудации с выводом нижнекоровых и среднекоровых образований в сферу действия гипергенных процессов. Структурно-метаморфическое преобразование архейской стратисферы и эпиархейские процессы пенеппенизации превратили территорию в кратогенную область завершённой складчатости со зрелой, но еще относительно маломощной, мобильной и высокопроницаемой для мантийно-коровых флюидов континентальной корой. Проникновение в неё магматических расплавов контролировалось зонами рифтогенных тектонических швов. Это обеспечивало особый геохимический и гтдоотермально-метасоматический режим экзогенных процессов и, соответственно, крайне агрессивные условия выветривания архейских метаморфо-магматогенных образований, служивших источником сноса терригенного материала. Явления эпиархейской кратонизации, обусловили зарождение особого, принципиально нового режима денудации, осадконакопления, диагенеза и эпигенеза, оптимально сочетавшего в себе наиболее эффективные, как сугубо экзогенные, так и эндогенные, предпосылки образования и метаморфо-метасоматического преобразования стратиформных залежей полезных ископаемых. Накапливались мощные толщи терригенных монокварцевых и аллитовых отложений, вмещающие уникальные уран-золоторудные месторождения кварцево-конгломератового типа (Витватерсранд, Блейндривер и др.), высокоглиноземистых метапелитов (Кейвы, Хизовара и др.). Образовалась специфическая слоистая оболочка осадочных и вулканогенных пород переходного стратиграфического положения между археем и протерозоем. Глобальной отличительной её чертой является совокупность признаков литогенеза в условиях гидросферы недосыщенной кислородом [3,6,7]. В Международной стратиграфической шкале она обособлена в самостоятельную, неоархейскую эратему. В Карело-Кольском стратотипе нижнего докембрия России аналогичные отложения относятся к сумийскоко-сариолийскому (нижнекарельскому) стратиграфическому уровню раннепротерозойской (карельской) эонотемы. Время их образования в глобальном масштабе ограничен интервалом 2800-2500 млн. лет назад.

С карельским (раннепротерозойским) мегациклом связано зарождение литогенеза, протекавшего в условиях земной коры четко дифференцированной на континентальные и океанические плиты [3, 4, 8]. В пределах континентальных (кратогенных) областей (Карельский и Мурманский материки) определяющими факторами минерагенеза явились тектоническая структура и минерагенетический состав земной коры, климат, фациально-палеогеографические геодинамические и гидрохимические условия литогенеза, обеспечивших образование мощных толщ сероцветных терригенных, красноцветных терригенно-карбонатных и строматолитово-онколитовых отложений. В зонах переходного типа к этим факторам присоединяется интенсивность сингенетического мантийно-ко-

рового магматизма и физико-химические особенности сопутствующих флюидов. Минерагения океанических областей, как в архее, так и в протерозое, предопределялась геодинамической и физико-химической спецификой конкретных обстановок и времени литогенеза. В общем виде карельский литогенез и его минерагеническая специализация предвещает общие закономерности литогенеза континентального типа последующих двух, рифейского и фанерозойского мегациклов направленной кратонизации земной коры. Принципиальная отличительная черта минерагенической специализации раннепротерозойских образований заключается в их глобальном метаморфизме с резко проявленной, как вертикальной, так и латеральной, зональностью. Причем если архейские образования, кроме собственного структурно-тектонического преобразования и метаморфизма соответствующих циклов, подверглись еще структурно-метаморфо-метасоматическим преобразованиям в течение раннепротерозойского мегацикла, то раннепротерозойская рудолокализирующая оболочка преобразована метаморфизмом, лишь в раннем протерозое. При этом процессы метаморфизма в раннем протерозое протекали пульсационно на всем его протяжении, частично охватывая еще и не литифицированные водозные отложения (Кейвы и др.), что обуславливало особые оптимальные условия метасоматического преобразования и соответственно минерагенической специализации каждого конкретного геологического тела. Это определяет полигенность и полихронность пород и руд, что составляет коренное отличие минерагении раннедокембрийских (саамско-лопийско-карельских) образований в сравнении с их позднедокембрийскими (рифейскими) и фанерозойскими аналогами [1,8].

Четвертый докембрийский (рифейский) и пятый фанерозойский мегациклы проявляют собственно кратогенный (материковый) характер минерагении Северо-запад России. Земная кора к этому времени стала настолько мощной и консолидированной, что мантийные магматические расплавы, проникая, в периоды тектоно-магматических активизаций в её многоярусную тектонически расслоенную структуру, локализовывались в ослабленных зонах структурно-тектонических швов надвиговых пластин и (или) на контактах разных осадочно-вулканогенных формаций и слагаемые ими структурно-вещественных ансамблей [2,8]. Под воздействием мантийных плюмов происходило частичное, выборочное плавление вмещающих пород в результате чего возникали безкорневые магматические очаги смешанного корово-мантийного состава. Они, являясь источниками магм для образования расслоенных массивов (Хибинский, Ловазерский и др.) и (или) дайковых полей, зон гидротермального прожилкования и метасоматоза, предопределили, вместе с тем, структурно-тектоническую и фациально-палеогеографическую (формационную) дифференциацию территории на собственно материковые, сравнительно пассивные блоки и относительно подвижные внутриконтинентальные рифтогенные и окраинно-континентальные тектонические структуры. Таким образом, устанавливается определенная унаследованность и зависимость минерагении от геохимической специализации исходных мантийных расплавов, состава вмещающих пород очагов плавления коры, их положения в пространственно-временной структуре земной коры, а также структурно-вещественной характеристики пород на пути транспортировки мантийно-коровых расплавов и флюидов к месту локализации их следствий в современной структуре.

В итоге, изложенное на примере Северо-запада России позволяет, определить минерагению докембрия как естественно-историческое следствие геологического развития земной коры в её полнообъемной завершенной эволюционной непрерывности от архея до плейстоцена включительно. Такое понимание минерагении докембрия открывает путь создания методологии прогнозирования и научно обоснованной технологии поисков глубоко залегающих месторождений полезных ископаемых не доступных для обнаружения методами прямых поисков с поверхности. Сущность и высокая эффективность такого подхода к оценке минерально-сырьевого потенциала рассматриваемой территории, апробирована практикой прогнозной оценке перспектив открытия на Северо-западе России принципиально новых типов и минеральных видов месторождений полезных ископаемых, а частично подкреплена и результатами конкретных целенаправленных поисковых и разведочных работ.

Литература

1. Негруца В. З. Раннепротерозойские этапы развития восточной части Балтийского щита. Л.: Недра, 1984. 270 с.
2. Негруца В. З. Металлогеническая модель Кольской геоэкоисотемы. Апатиты: Изд-во Кольск. Науч. центра РАН, 1992. 117 с.

3. *Негруца В. З., Негруца Т. Ф.* Эволюция осадочного процесса как индикатор сиализации (кратонизации) земной коры. Вертикальная аккреция земной коры: факторы и механизмы. Отв. Ред. М. Г. Леонов. М.: Наука, 2002. С.55-69

4. *Негруца В. З., Негруца Т. Ф.* Обстановки седиментогенеза и стратотипы дорифея. СПб: Изд-во СПбГУ, 2006. 96 с.

5. *Негруца В. З., Негруца Т. Ф.* Седиментогенез как отражение динамики воздействия мантии на экзосферу Земли. Генетический формационный анализ осадочных комплексов фанерозоя и докембрия. Материалы 3-го Всероссийского литологического совещания (Москва, 16-20 марта 2003 г.). Изд-во Московского университета, 2003. С. 24-26.

6. *Негруца В. З.* Методика прогнозирования и поисков месторождений благородных и радиоактивных металлов в кварцевых конгломератах. Апатиты: Изд-во Кольск. Филиала АН СССР, 1988. 32 с.

7. *Негруца В. З.* Докембрийская формация кварцевых конгломератов Балтийского щита. Апатиты: Изд-во Кольск. Науч. центра РАН, 1990. 150 с.

8. *Негруца В. З., Негруца Т. Ф.* Литогенетические основы палеодинамических реконструкций нижнего докембрия. Восточная часть Балтийского щита. Апатиты: Изд-во Кольск. Науч. центра РАН, 2007. 281 с.

9. *Негруца В. З., Басалаев А. А., Чикирев И. В., Баренцевоморский фосфоритовый бассейн.* Апатиты: Изд-во Кольск. Науч. центра РАН, 1993. 119 с.

Минерагения тектоно-геодинамических элементов докембрия эпикратонных и эпикенических систем Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии

Нечехин В. М.

Институт геологии и геохимии Уральского отделения РАН,
г. Екатеринбург, e-mail: necheuhin@igg.uran.ru

Тектоно-геодинамические элементы докембрия с характеризующей их минерагенией в Урало-Тимано-Палеоазиатском сегменте Евразии участвуют в сложении геодинамических систем верхнепротерозойского и палеозойского циклов, среди которых по режимам образования выделяются эпикратонные и эпикенические системы. Первые из них формируются во внутрикратонных режимах, в то время как вторые в режимах эволюции океанических палеобассейнов. Тектоническое положение и геодинамическая природа тектоно-геодинамических элементов докембрия в выделенных типах систем значительно отличаются, что имеет свое отражение в их минерагении (см. рисунок).

Рудолокализирующие комплексы тектоно-геодинамических элементов верхнепротерозойских систем. *Русская протоплита*, комплексы: 1 – депрессионные (а) и зон грабенов (б), 2 – прототеррейнов (а) и сдвигово-раздвиговых зон (б). *Тимано-Протоазиатский ороген*, комплексы на поднятиях и выступах: 3 – пассивной перикратонной окраины (а) и активной континентальной окраины (б), 4 – океанические (а) и островодужные (б), 5 – террейнов и вулкано-интрузивные межтеррейновой коллизии (а) и предгорного прогиба (б); комплексы под палеозойскими отложениями (по геофизическим материалам и данным бурения): 6 – пассивной перикратонной окраины песчано-терригенные (а) и сланцево-кремнистые (б), 7 – океанических ассоциаций (а) и офиолитовые сутурных зон (б), 8 – террейнов (а) и вулканогенно-осадочных отложений (б), 9 – вулканогенно-интрузивные активной континентальной окраины (а) и красного прогиба (б), 10 – фациальные границы (а), шовные зоны аккреционно-коллизии сочленения (а) и зона палеозойского Трасуральского межплитного коллизии шва (б). *Тектоно-геодинамические элементы докембрия Уральского палеозойского орогена*. 11 – террейны древней коры (а) и внутритеррейновые гранитные интрузии (б), 12 – покровы палеозойских океанических и островодужных комплексов на террейнах (а) и вулкано-интрузивные комплексы межтеррейновой коллизии (б), 13 – отложения чехла террейнов и их структурных ансамблей (а) и аккреционно-коллизии швы границ террейнов (б), 14 – палеозойские образования (а) и зона сочленения среднеуральских и южноуральских геодинамических систем орогена (б).