

5. Наумов, С.С. Урановые месторождения Алдана / С.С. Наумов, М.В. Шумилин // Отечественная геология. — 1994. — № 11–12. — С. 20–24.
6. Усиков, В.И. О потенциальном нетрадиционном источнике уранового сырья на севере Хабаровского края / В.И. Усиков / Проблемы комплексного освоения георесурсов: Матер. IV Всероссийской науч. конф. — Т. II. — Хабаровск, 2011. — С. 269–274.

© Ван-Ван-Е А.П., 2017

Ван-Ван-Е Анатолий Петрович // ems@igd.khv.ru

УДК553.493+553.495(571.5)+550.93

Чесноков Л.В. (ФГБУ «ВИМС»)

ВЫДЕЛЕНИЕ БЛОКОВ РАЗНОЙ РУДОНОСНОСТИ В ДОКЕМБРИЙСКОМ ФУНДАМЕНТЕ ЮГО-ЗАПАДНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СИБИРСКОГО КРАТОНА

*Анализ петрорадиогеохимических материалов, данных по поведению редкоземельных элементов и изотопно-геохронологических определений в магматических и разной степени метаморфизованных стратифицированных комплексах раннедокембрийского фундамента в юго-западном обрамлении Сибирского кратона позволяет говорить о неоднородном строении фундамента и наметить на этой основе блоки разной рудоносности. **Ключевые слова:** Сибирский кратон, редкоземельные элементы (РЗЭ), урановая минерализация, тектонический блок, абсолютный возраст.*

Chesnokov L.V. (VIMS)

THE SELECTION OF BLOCKS WITH DIFFERENT MINERALIZATION GRADE IN PRECAMBRIAN BASEMENT OF THE SOUTH-WEST FRAMING OF SIBERIAN CRATON

*Study of petro-radio-geochemical materials, data of the behavior of rare-earth elements and of isotope-geochronological analysis of magmatic and various-degree metamorphosed stratified complexes of Early Precambrian basement in the south-west framing of Siberian craton allows to propose a heterogeneous structure of the basement and to outline the blocks with a different mineralization grade. **Keywords:** Siberian craton, rare-earth elements, uranium mineralization, tectonic block, absolute age.*

Строение фундамента Сибирского кратона рядом исследователей рассматривается как результат слияния (аккреции) блоков (террейнов) в позднем архее по одним, или в начале раннего протерозоя по другим данным. Полная кратонизация фундамента в юго-западной части кратона происходит в раннем протерозое после: формирования островодужных вулканогенно-осадочных, в том числе углеродистых отложений; проявления метаморфизма от зеленосланцевой до гранулитовой фаций; становления гранитоидов, концентрирующихся в гранитогнейсовых куполах; внедрения завершающих гранитов и пегматитов редкометалльного типа с возрастом 1,8–1,7 млрд. лет. Подтверждением

тому является формирование на гранит-метаморфическом цоколе полого залегающих пестроцветных рифейских осадочных отложений протоплатформенного чехла и проявление глубинного магматизма активизационного типа в интервале 1,2–0,6 млрд. лет.

В обрамлении кратона, начиная с Ангаро-Канской глыбы на севере и кончая Шарыжалгайской на юге, может быть выделено несколько аккрецированных блоков, как правило, ограниченных разломами (рис.1). Блоки различаются по составу слагающих их архей-раннепротерозойских материнских комплексов пород, вмещающих граниты, по интенсивности проявления в них метаморфизма, вплоть до появления гранулитов, чарнокитов, мигматитов или гранитогнейсов, по составу и масштабности развития раннепротерозойских коллизионных образований, в частности, калиевых или аляскитовых гранитоидов с урановой или ториевой специализацией. В связи с разнородностью раннедокембрийского фундамента в них формируются проявления разных минеральных видов руд: редкоземельно-редкометалльные, полиметаллические, золоторудные и железорудные объекты, глиноземистое и другие виды сырья, включая урановые объекты.

Петрорадиогеохимическая характеристика раннедокембрийских комплексов и определение содержаний редкоземельных элементов (РЗЭ) в характерных типах пород приводятся по данным автора и литературным материалам [2, 4, 7–9]. Петрорадиогеохимические данные получены с использованием рентгеноспектрально-анализа (РСА), концентрации РЗЭ установлены методом ISP-MS. Результаты по поведению РЗЭ отражены на графиках, где концентрация элемента нормирована к его концентрации в хондрите. Геохронологические определения даются в основном по литературным данным [1, 3, 5, 10]. Для оценки зрелости континентальной коры к началу позднего докембрия (рифей) в юго-западном обрамлении Сибирского кратона использованы материалы С.Р. Тейлор и др. [6].

Следует кратко дать сравнительную характеристику комплексов метаморфических и магматических пород раннедокембрийского фундамента в выделяемых блоках и в первую очередь двух крайних в пределах рассматриваемой площади: Ангаро-Канском и Шарыжалгайском. Общим для них является широкое развитие архей-раннепротерозойского гнейсово-гранулитового комплекса пород. Наиболее распространенными среди них являются гранулиты (чаще метаосадочные породы) и метавулканыты. Их возраст разными методами датируется интервалом 1,84–2,8, чаще 2,4–2,6 млрд. лет и с отдельными определениями 4,05–4,1 млрд. лет [3]. Среди гранулитов выделяются лейкократовые и мафические, нередко высокоглиноземистые разновидности. В разрезе, кроме прослоев или линз мраморов, выявлены авто- и аллохтонные чарнокиты и малые тела метабазитов. Для последних в Ангаро-Канском блоке приводятся возрасты от 1,84 до 2,6 млрд. лет [5, 9].

Поведение РЗЭ в гранулитах Ангаро-Канского блока близко к распределению РЗЭ в кислых членах и аргиллитах архейских серий, что выражается умеренным на-

клоном графика от легких к тяжелым РЗЭ и отсутствием европиевого минимума [6]. Близкие по составу породы Шарыжалгайского блока при слабом европиевом максимуме отличаются более высокими содержаниями тяжелых РЗЭ, что предполагает присутствие в них материала океанической коры. В этом же блоке, наряду с гранулитами, развиты метавулканы и ортогнейсы, соответствующие породам трондземитовой серии, характерной для островодужных (зеленокаменных) или океанических образований. Метавулканы архей-раннепротерозойского возраста в Ангаро-Канском блоке по поведению РЗЭ близки к образованиям основного состава, сформированным в пределах верхней или зрелой континентальной коры [6]. Для большинства пород гнейсово-гранулитового комплекса Ангаро-Канского блока характерны более высокие содержания K_2O , U и Th, чем в близких по составу разностях Шарыжалгайского блока (рис. 2 А, Б).

Существенные различия между этими площадями выражены масштабностью распространения раннепротерозойских гранитоидов. В пределах Ангаро-Канского блока гранитоиды Таракского батолита, лишь только выступающие из-под рифей-фанерозойского чехла, занимают площадь более 2000 км². Кроме гранулитов

вмещающими породами для гранитов являются метавулканы и метаосадки, в том числе углеродистые сланцы, датируемые 1,8–2,0 млрд. лет. В пределах Таракского массива выделяется несколько гранитогнейсовых куполов площадью 400–600 км² каждый. К преобладающим разностям относятся порфиробластовые граниты с выделениями калиевого полевого шпата размером до 1,5×3 см, содержащего включения плагиоклаза, биотита и кварца. Для таких гранитов методом уран-свинцового датирования циркона определен возраст 1,834–1,84 млрд. лет [4]. Во вмещающих граниты гранулитах выявлены метаморфические генерации циркона с возрастом 1,77–1,85 млрд. лет [7], что соответствует времени формирования таракских гранитов. В пределах куполов закартированы редкие выходы лейкократовых или аляскитовых гранитов, формирование которых, возможно, происходило в начале позднего протерозоя.

Для Шарыжалгайского блока чаще характерны массивы гранитоидов площадью несколько десятков кв. км среди архей-раннепротерозойских метаморфитов, реже раннепротерозойских метавулканидов. Они сложены преимущественно гранитогнейсами, менее развиты биотит-амфиболовые и биотитовые граниты с возрастом около 1,85 млрд. лет, а также ортоитовые аляскиты. Последние, возможно, соответствуют постколлизийным рифей-раннепалеозойским образованиям.

Для гранитоидов, слагающих гранитогнейсовые куполы в Таракском массиве, характерны более высокие концентрации радиоактивных элементов, особенно тория, чем в гранитах Шарыжалгайского блока. Эти петрорадиогеохимические различия согласуются с отображенными на соответствующих графиках данными по поведению РЗЭ в гранитоидах и во вмещающих породах. Специфика гранитов Шарыжалгайского блока по поведению РЗЭ — это высокое содержание легких РЗЭ и ярко выраженный европиевый минимум. По этому признаку они близки к образованиям, сформированным в пределах континентальной коры, но характеризуются содержаниями тяжелых РЗЭ, аналогичными таковым во вмещающих гранулитах.

Гранитоиды, слагающие Таракский массив, отлича-

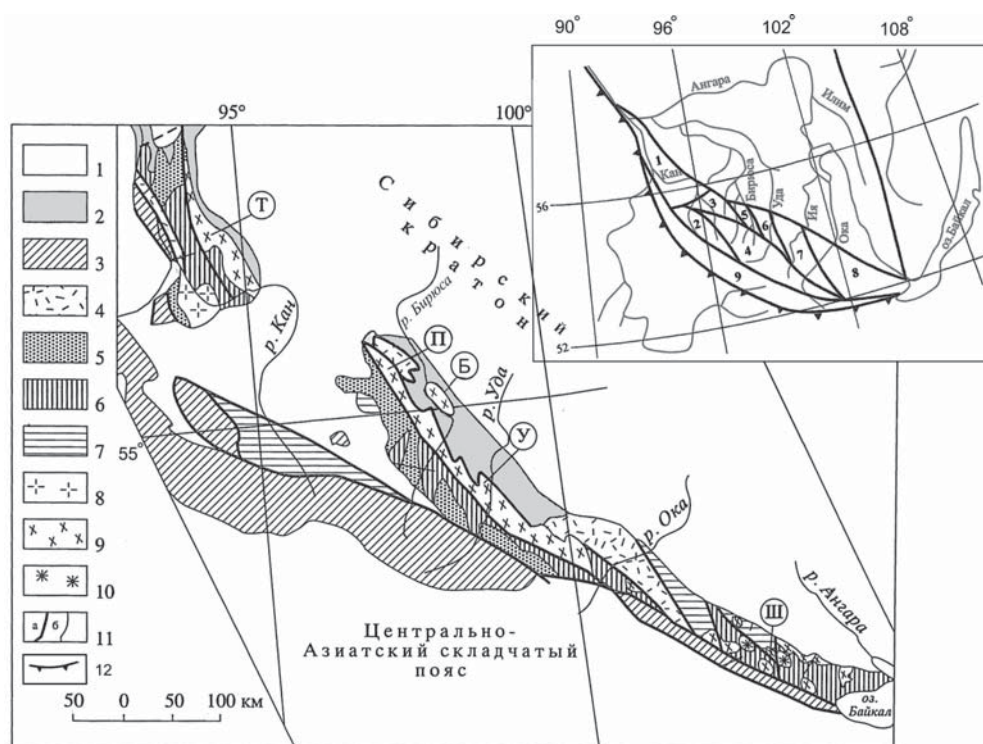
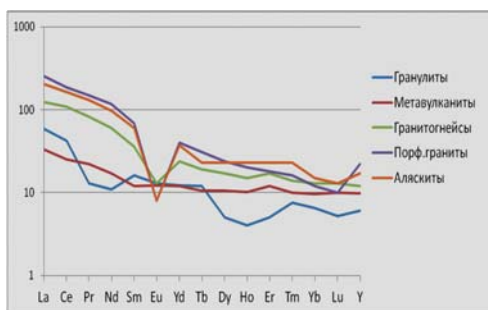


Рис. 1. Схема размещения раннепротерозойских гранитоидов на юго-западной окраине Сибирского кратона (по О.М. Туркиной, А.Д. Ножкину и др., с дополнениями): 1 — фанерозойские отложения Центрально-Азиатского складчатого пояса, Агульского активизационного прогиба и чехла Сибирского кратона; 2 — рифейские и вендские осадочные отложения; 3 — комплексы неопротерозойского аккреционного пояса; 4–5 — нижнепротерозойские отложения: 4 — метаосадочно-вулканогенные, 5 — метаосадочные; 6–7 — раннедокембрийские: 6 — гранулитогнейсовые, 7 — гранит-зеленокаменные комплексы; 8–10 — гранитоидные комплексы: 8 — раннепалеозойские, 9 — раннепротерозойские, 10 — позднеархейские; 11 — зоны разломов (а), прочие геологические границы (б); 12 — граница Сибирского кратона (по данным автора). Гранитные массивы (буквы в кружках): Т — Таракский, П — Подпорогский, Б — Бирюсинский, У — Удинский, Ш — Шумихинский. На врезке: Тектонические блоки: 1 — Ангаро-Канский, 2 — Канский, 3 — Туманшетский, 4 — Агульская зона, 5 — Тагульский, 6 — Бирюсинский, 7 — Ийский, 8 — Шарыжалгайский, 9 — Протеросаяны.

Ангаро-Канский блок (А)



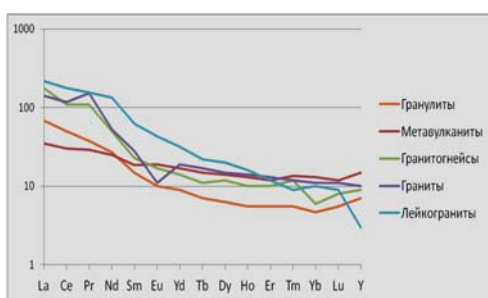
	SiO ₂	K ₂ O	U	Th
	%		г/т	
Гранулиты AR-PR ₁	71,6	3,43	13,2	30,2
Метавулканыты PR ₁	45,7	1,87	1,7	3,6
Гранитогнейсы PR ₁	68,8	4,93	7,1	22,2
Порфиробластов граниты PR ₁	70,1	6,04	3,3	7,4
Аляскиты PR ₁₋₂ (?)	72	5,75	6,2	66

Шарыжалгайский блок (Б)



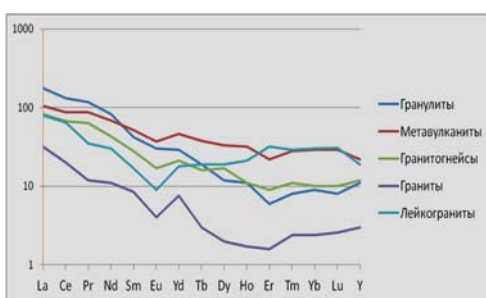
	SiO ₂	K ₂ O	U	Th
	%		г/т	
Гранулиты AR-PR ₁	69,42	2,66	3,5	7,6
Метавулканыты PR ₁	58,22	3,06	2,8	9,2
Ортогнейсы AR-PR ₁	69,4	2,01	2,8	8,8
Граниты PR ₁	69,33	4,13	5,6	25
Биотитовые граниты PR ₁	70,54	4,97	7,2	40,3

Ийский блок (В)



	SiO ₂	K ₂ O	U	Th
	%		г/т	
Гранулиты AR-PR ₁	67,8	0,95		3,5
Гранитогнейсы AR-PR ₁	67,14	3,91	2	14,2
Метавулканыты PR ₁	52,8	0,96		1,6
Биотитовые граниты PR ₁	70,5	6,64	2,4	19
Аляскиты PR ₁₋₂ (?)	75,66	7,42	1,6	48

Бирюсинский блок (Г)



	SiO ₂	K ₂ O	U	Th
	%		г/т	
Гранулиты AR-PR ₁	71,3	2,9	2,9	15,7
Гранитогнейсы PR ₁	68,72	3,75	3,7	15,8
Метавулканыты PR ₁	48,15	2,85	2,4	9
Граниты PR ₁	74,62	4,51	3,7	21,4
Аляскиты PR ₁	72,2	3,85	43,6	55,6

Рис. 2. Графики нормированной к хондриту концентрации редкоземельных элементов (РЗЭ) в геотектонических блоках

ются более яркими признаками внутрикоровых образований: это высокое содержание легких РЗЭ и контрастный европиевый минимум; признаки участия глубинного флюидного вещества, что фиксируется повышенным содержанием тяжелых РЗЭ в аляскитах при влиянии вмещающих архей-раннепротерозойских гранулитов, обогащенных ураном и торием, а также рядом других некогерентных элементов.

Формирование таракских гранитоидов, как и других батолитоподобных массивов, охватывает временной промежуток во многие десятки млн. лет. После становления они испытали неоднократное тектонотермальное воздействие. Ряд возрастных определений для этих гранитоидов укладывается в интервал 1,1–0,85 млрд. лет; приводятся и более поздние возрастные определения [2, 4, 5]. Геологическим подтверждением такого воздействия являются: проявления рифейского гранитоидного магматизма в виде Нижнеканского массива на юго-западе Ангаро-Канского блока; мелких тел Польшенского комплекса на севере блока; дайковых тел, сложенных породами основного состава с возрастом 0,688–0,8 млрд. лет (Rb-Sr метод) и 0,65–1,35 млрд. лет

(Pb-Pb метод), прорывающих рифейские отложения и более широко развитых среди гранитоидов Таракского массива, нежели во вмещающих его метаморфических породах; наличие единичных малых тел граносиенитов и нефелиновых сиенитов с возрастом 0,22–0,6 млрд. лет (K-Ar метод), выявленных в центре блока [1, 3, 5].

Шарыжалгайский выступ характеризуется слабым проявлением в его пределах позднедокембрийской тектоно-магматической активизации. Индикатором ее является локализованный среди гранулитов и метавулканитов Жидойский карбонатитовый массив с возрастом 0,6–0,62 млрд. лет.

Различия в строении, условиях формирования гранит-метаморфических комплексов раннедокембрийского фундамента и последующих тектоно-магматических процессах в Ангаро-Канском и Шарыжалгайском блоках предопределили их неодинаковую рудоносность.

На площади Шарыжалгайского выступа потенциальная рудоносность обязана процессам, сформировавшим комплексы фундамента. В качестве источника алюминиевого сырья могут рассматриваться высокоглиноземистые (силлиманитовые, кианитовые) метаморфиты гранулит-гнейсового комплекса. В этом комплексе присутствуют разности с высоким содержанием окисного железа. В разрезе метаморфитов раннепротерозойского возраста, развитых ограниченно в Онотском грабене, присутствуют прослои магнезитов. В жиле пегматитов среди биотитовых гранитов в западной части Онотского блока выявлена ортит-торианитовая минерализация (аномалия А-210). Среди пород раннедокембрийского фундамента установлены гидротермальные рудопроявления урана Нижняя Самоходка, Медвежье, а на контакте юрских отложений с фундаментом рудопроявление Солонечное неясного генезиса. С последующими процессами связано формирование Ti-Fe с P и Nb минерализацией в ультраосновных щелочных породах и карбонатитах (Жидойское месторождение). Кроме месторождения галоидов в породах платформенного чехла в карстовых образованиях обнаружены проявления алюминитов.

В пределах Ангаро-Канского блока кроме Fe-Ti руд в телах метабазитов, иногда с платиной, среди архей-раннепротерозойских пород известны многочисленные рудные объекты, связанные с докембрийскими гранитообразующими процессами, а также с рифей-фанерозойской тектоно-магматической активизацией. Наибольшей распространенностью пользуются пегматиты, грейзенизованные метаспороды и граниты с редкометалльно-редкоземельной минерализацией. Эти образования с монацитом и редкоземельными карбонатами явились источником россыпей, которые в середине прошлого века были объектом обработки. Было добыто несколько тысяч тонн монацитового концентрата.

В западной части Ангаро-Канского блока в позднепротерозойских гранитоидах Нижнеканского массива выявлено мелкое Метляковское месторождение молибдена, вблизи малых тел позднепротерозойских гранитов Посольненского комплекса Кузеевское золото-сульфидное месторождение. Там же известны многочисленные россыпи золота, которые являются объектами обработки.

В восточной части блока, под чехлом позднерифейских отложений в метавулканогенно-осадочных породах ксенолитов и гранитоидах Тараского массива развита прожилково-вкрапленная оксидная урановая минерализация: Кременецкое, Комаровское, Полтавское, Любавинское, Залесное — мелкие месторождения и рудопроявления. Возраст оксидной минерализации (U-Pb метод) составляет 1,2 млрд. лет, близкий времени формирования тел диабазов среди пород чехла. В терригенных породах чехла установлена сульфидная медная с серебром минерализация как стратиформного типа, так и в трещинных зонах, в том числе с самородной медью. Наконец, в вулкловых отложениях мезокайнозой выявлено Ологашское рудопроявление и месторождение урана Быстрое.

Таким образом, вероятно, наличием зрелой континентальной коры к концу раннего докембрия в Ангаро-Канском блоке в сочетании с последующими процессами обусловлено проявление различной минерализации в позднекембрийско-фанерозойское время. Возможно, ограниченностью подобных процессов в пределах Шарыжалгайского выступа с корой, близкой к океаническому типу, обусловлена низкая степень рудоносности как фундамента, так и платформенного чехла этой части Присяяня.

Сходством по составам слагающих породных комплексов и рудоносности характеризуются Ийский и Тагульский блоки, представляющие собой фрагменты внутрикратонного прогиба карельского возраста, выполненного вулканогенно-осадочными отложениями (рис. 1).

Ийский блок (грабенообразный прогиб) прослеживается в северо-западном направлении на протяжении около 200 км при ширине от 15 до 40 км. Выполняющие прогиб терригенные отложения с горизонтами вулканитов от основного до кислого состава в основании, сменяющиеся вверх по разрезу карбонатно-терригенными породами с углеродистым материалом общей

мощностью многие тысячи метров, слагают доступную для изучения (не перекрытую протоплатформенным чехлом) часть площади блока. Отложения метаморфизованы в зеленосланцевой и амфиболитовой фациях. В осевой части блока они с несогласием перекрываются конгломератами и песчаниками нижнего рифея, разбитыми в виде узкой полосы вдоль Горхонского разлома. Обрамлением прогиба служат гранулиты, гранито-гнейсы, меланократовые гнейсы и амфиболиты возрастом 2,5–2,7 млрд. лет. Они осложнены гранито-гнейсовыми купольными структурами с телами гранодиоритов и биотитовых гранитов (1,5–2,2 млрд. лет, K-Ar метод), затрагивающими и породы грабена. По обрамлению и, особенно в породах грабена, отмечаются узловое скопления пегматитов, а также малые тела лейкократовых и аляскитовых гранитов возраста 0,5–1,5 млрд. лет, многочисленные дайки и малые тела разновозрастных долеритов. Характерной особенностью блока, помимо насыщенности базитами, является наличие в его пределах комплекса ультраосновных щелочных пород и карбонатитов, датированного значениями 0,61–0,7 млрд. лет.

Метаморфиты обрамления имеют близкларковые концентрации урана и тория. Граниты в обрамлении и в прогибе, в том числе высококремнеземистые и высококальциевые аляскиты, выделяются вышекларковыми концентрациями тория до 1,5–2,5 кларка-концентрации и низкими содержаниями урана (рис. 2 В). Урановой специализацией характеризуются углеродистые породы в разрезе раннепротерозойского прогиба (около 6 г/т). Высокие концентрации урана определяются в породах ультраосновного щелочного комплекса и карбонатитах.

Петрорадиогеохимической характеристике породных комплексов не противоречат данные по поведению РЗЭ в ведущих типах пород. График поведения РЗЭ гранулитов обрамления прогиба близок к таковому гранулитов Ангаро-Канского блока и соответствует валовому составу континентальной коры. По содержанию легких РЗЭ (La, Ce, Pr > 100), калия, урана и тория, даже при отсутствии европиевого минимума, гранито-гнейсы в обрамлении близки к образованиям верхней части континентальной коры [6]. По характеру поведения РЗЭ в метавулканитах прогиба, а именно наличие европиевого максимума, повышенное содержание тяжелых РЗЭ плюс низкие концентрации тория, можно предполагать проявление здесь вулканизма островодужного типа. Зрелый характер континентальная кора приобрела по завершению формирования прогиба в результате проявления раннепротерозойских гранитообразующих процессов, что нашло отражение в поведении РЗЭ в биотитовых гранитах и аляскитах. Относительно повышенное содержание тяжелых РЗЭ в гранитах позволяет предполагать пониженную мощность континентальной коры, являющуюся причиной проявления в Ийском блоке массивов ультраосновного щелочного комплекса в результате рифтогенеза в начале формирования платформенного чехла Сибирского кратона.

Рудные объекты, выявленные в пределах блока, разнообразны по составу и возрасту. В первую очередь это редкие и цветные металлы. На юге прогиба известны промышленные концентрации оловянных, литиевых, бериллиевых, тантало-ниобиевых комплексных руд, связанных с формацией редкометалльных пегматитов, возраст которых колеблется от 1667 ± 110 до 1852 ± 80 млн. лет (К-Аг метод) и близок по времени к становлению гранитоидов гранитогнейсовых куполов.

В северной части выявлена группа апатит-редкоземельно-редкометалльных месторождений, связанных с комплексом ультраосновных щелочных пород и карбонатитов, в том числе крупного масштаба (Белозиминское, Большетагнинское). Кроме ниобия, редких земель, тантала и, иногда циркония, практическую ценность имеют фосфорные или фосфорные с флюоритом руды. Возраст руд определяется цифрами $0,52-0,62$ млрд. лет, что говорит не только о пространственном, но и возрастном единстве руд и комагматов комплекса ультраосновных щелочных пород. Оруденение в карбонатитах сопровождается повышенными концентрациями урана до первых сотых процента, а ресурсный потенциал по урану в них может достигать десятки тысяч тонн.

Урановая минерализация концентрируется в нескольких группах пространственно сближенных рудопроявлений. Группа из четырех рудопроявлений выявлена на юге Урикско-Йиского прогиба, где находится большинство месторождений редкометалльных пегматитов. Если рудные пегматиты локализируются в толще, сложенной преимущественно амфиболитами, то настуран-сульфидная минерализация приурочена к послонным срывам в толще переслаивания углеродистых сланцев и других метапород раннего протерозоя, вблизи подошвы толщи конгломератов и песчаников рифейского возраста.

Группа рудопроявлений с уранослюдковой минерализацией установлена в гранитоидах, слагающих гранитогнейсовый купол в юго-западной краевой части прогиба. Следующая группа рудопроявлений урана (4 объекта) пространственно сближена с карбонатитовыми месторождениями. Урановая минерализация, представленная как титанатами, так и оксидами урана, но чаще минералами уранила, обнаружена в рифейских конгломератах и подстилающих метапородах. На северо-западе прогиба, вблизи Ярминского месторождения торий-редкоземельных руд карбонатитового типа, известно Ильмигинское рудопроявление предположительно настуран-сульфидной ассоциации в конгломератах рифея. Здесь же обнаруживаются рудопроявления ртути и медно-свинцово-цинковой минерализации, локализованные в раннепротерозойских породах. Среди отложений чехла выявлена дайка лампроитов с пиритом, а также россыпные проявления золота.

Наличие в пределах блока разновозрастных рудных объектов обусловлено длительностью тектоно-магматических процессов как внутрикоровой, так и подкоровой природы, чем объясняется преобладание рудных объектов, представленных редкометалльными пегматитами и редкометалльно-редкоземельными карбона-

татами. На данных объектах в качестве попутного компонента присутствует уран. Возможно, этим обусловлена пространственная близость большинства выявленных рудопроявлений урана и редкометалльно-редкоземельных рудных объектов.

В северной части Тагульского блока среди рифейского чехла выделяется выступ метапород и гранитоидов с Елашским прогибом северо-западного простирания протяженностью до 30 км при ширине 5–15 км, выполненным, как и Урикско-Йиский прогиб, раннепротерозойскими породами. Елашский прогиб сложен метавулканитами, превращенными в мелкозернистые амфиболиты, и метариолитами, близкими к кварцитам, при подчиненном развитии углеродистых сланцев (рис. 1).

Окружающие прогиб гранитоиды, а также породы его выполнения отличаются резкими колебаниями по содержанию кремнезема, надкларковыми концентрациями урана и нижекларковыми — тория. Примечательным является нижекларковые содержания тория в метариолитах, завершающих разрез выполнения Елашского прогиба, что характерно для кислых эффузивов островодужного типа в блоках с сохранившейся корой континентального типа. Иная радиогеохимическая характеристика определяется для раннепротерозойских гранитов куполов и завершающих их формирование малых тел и даек аляскитов, развитых, в том числе, среди пород выполнения прогиба. Кроме высоких содержаний калия в них установлены до 3–5 кларковых концентраций урана и тория, а также вышекларковые содержания фтора и рубидия, что характерно для гранитов редкометалльной специализации.

Почти синхронно с гранит-пофирами аляскитового типа ($1,65-1,9$ млрд. лет) сформированы пегматитовые жилы с Sn-Ta-Li рудами ($1,7-1,83$ млрд. лет), определяющие ведущую редкометалльную специализацию и рудоносность Тагульского блока. Практически все они сконцентрированы в Елашском прогибе с одноименным рудным полем с разведанными и имеющими практическую ценность Вишняковским и Отбойным месторождениями. Что касается урана, то на Вишняковском месторождении установлено, что минерал тантала микролит 1-й генерации с возрастом $1,75$ млрд. лет (U-Pb метод) содержит более 10 % урана. Развитые за счет его микролиты следующей генерации и воджинит не имеют значимых концентраций урана. Это позволяет говорить о миграции урана при формировании редкометалльных руд на данном месторождении.

Следующей характерной особенностью рудоносности Тагульского блока является наличие собственной урановой минерализации, в том числе представленной оксидами урана. На рудопроявлении Е-1 в пределах рудного поля в борту пегматитовой жилы с редкометалльными рудами в зоне срыва обнаружены выделения уранинита. Он локализован на контакте жилы и актинолитовых амфиболитов (метавулканитов), вмещающих рудные пегматиты. Совместно с уранинитом развиты гидромусковит, Fe-хлорит и галенит радиогенной природы. Эти образования пересекаются тонкими прожилками кварца с иллитом, доломитом, сульфидами и

настураном, прослеживающимися и среди материала жилы. Уран-свинцовым методом определен возраст уранинита 1470 ± 12 млн. лет, настурана 1330 ± 10 млн. лет [10]. В том же рудном поле вблизи пегматитовой жилы в зоне катаклаза по контакту амфиболитов и углеродистых метапесчаников выявлено рудопроявление Е-2 с настураном, развитым совместно с кварцем, хлоритом, турмалином, эпидотом, иллитом и сульфидами.

К северу-западу от Елашского рудного поля обнаружена Георгиевская группа проявлений урана, включая рудопроявление Топорок. Они приурочены к выступу пород дорифейского фундамента на правом берегу р. Тагул. На юге Тагульского блока выявлены рудопроявление урана Скалистое в краевой части Ларинского гранитогнейсового купола и группа рудопроявлений урана (Говоровское, Водопадное и др.) в пределах Нерсинского гранитогнейсового купола.

Заметным отличием от Йиского и Тагульского блоков по составам породных комплексов, условиям формирования и рудоносности характеризуются Бирюсинский и Туманшетский блоки (рис. 1).

Наиболее полная информация имеется по Бирюсинскому блоку. Площадным развитием на юге этого блока пользуются архей-раннепротерозойские глубоко метаморфизованные осадочные породы, реже ортометаморфиты. Эти породы характеризуются различными содержаниями кремнезема и калия, кларковыми концентрациями урана и нижекларковыми — тория (рис. 2 Г). На севере блока в выступах фундамента среди пород протоплатформенного рифейского чехла, выполняющих Присаянский прогиб (рис. 1), выделяются Бирюсинский (Шангулежский) и Уватский раннепротерозойские гранитогнейсовые куполы.

Среди слагающих Уватский купол и занимающих около половины его площади метаосадочных пород с прослоями углеродистых сланцев (возраст 1,69 млрд. лет, Rb-Sr метод) и монокварцитов выделяются как обособленные массивы гранитогнейсов и лейкогранитов, так и выявленные бурением пологие тела мощностью до первых десятков метров, сложенные лейко- или пегматоидными гранитами. Гранитообразование завершается формированием на юге купола массива битит-амфиболовых гранитов (граносиенитов).

Более обширный по площади Бирюсинский купол на 90 % сложен гранитоидами. Ксенолиты метавулканитов и метаосадочных пород с возрастом 1,75–2,08 млрд. лет (K-Ar метод) чаще всего слагают площади в первые квадратные километры. Гранитоиды купола представлены гранитогнейсами, гранитами переменного состава и аляскитами с возрастом 1,75–1,95 млрд. лет (Pb-Pb метод).

Метаморфозы и гранитоиды этих куполов характеризуются резкими колебаниями как содержания породообразующих окислов, так и концентраций урана и тория. Наиболее важными являются вышекларковые концентрации урана и тория в завершающих граносиенитах, гранитах и аляскитах, что характерно для продуктов гранитообразующих процессов редкометалльной и урановой специализаций.

Специфичным является поведение РЗЭ в ведущих типах пород, развитых в пределах Бирюсинского блока (рис. 2 Г). Архей-раннепротерозойские гранулиты выделяются высокими концентрациями легких РЗЭ при отсутствии, как и в гранулитах других блоков, европиевого минимума. Раннепротерозойские метавулканиты отличаются необычно повышенными концентрациями тяжелых и средних РЗЭ при наличии европиевого минимума. Это позволяет предполагать проявление вулканизма в блоке со зрелой континентальной корой за счет ювенильного источника и переработки вещества земной коры. Окончательное оформление зрелой континентальной коры произошло в связи с завершением формирования гранитогнейсовых куполов. Для преобладающих гранитогнейсов и двуслюдяных гранитов палингенно-метасоматического типа характерен крутой наклон графиков от легких к тяжелым РЗЭ при ярком европиевом минимуме. Для слагающих малые тела аляскитов в пределах куполов при таком же минимуме отсутствует крутой наклон графика в связи с высокими концентрациями тяжелых РЗЭ. Последнее определяет близость аляскитов, завершающих раннепротерозойский магматизм в Бирюсинском и Ангаро-Канском блоках.

В перекрывающих гранитогнейсовые куполы рифейских отложениях отмечается увеличение мощности от центральной к склоновым частям, что может указывать на сохранение активности куполов с началом формирования протоплатформенного чехла. Этим объясняется преимущественное развитие силлов долеритов среди чехла по периферии куполов. В центре куполов, как в чехле, так и в фундаменте долериты обычно слагают дайки.

Широкое распространение пород рифей-фанерозойского чехла затрудняет расшифровку строения и формирования раннедокембрийского Туманшетского блока. Особо маскирующую роль играют палеозойские и мезозойские отложения, которые скрывают границу его сочленения с Ангаро-Канским блоком (рис. 1). В частности, мезозойские отложения, относящиеся к краевой части Канского угольного бассейна, с мощной и площадной корой выветривания в основании перекрывают как архей-раннепротерозойские породные комплексы на юге Туманшетского блока, так и раннепротерозойские гранит-метаморфические комплексы и отложения рифейского чехла в центральной и северной частях блока.

По ограниченному данным выясняется разнообразие пород архей-раннепротерозойского основания: это гранулиты с возрастом 2,6–2,7 млрд. лет и другие метаосадочные породы, в том числе с графитом; ортопороды, включая чарнокитоиды с возрастом от 2,67 до 1,85 млрд. лет. По петрорадиохимической характеристике выделяются гранитогнейсы с надкларковыми концентрациями тория. Среди пользующихся наиболее широким площадным распространением раннепротерозойских метаморфоз установлены метавулканиты и углеродистые сланцы с линзами кварцитов, которые при контрастных различиях в содержании породных

окислов и урана характеризуются близкими концентрациями тория.

Среди этих метапород обнаруживаются гранитогнейсы, биотитовые и лейкократовые граниты и аляскиты с возрастом от 2,2 до 1,7 млрд. лет. Они, возможно, участвуют в составе гранитогнейсовых куполов: Подпорожском, междуречье Туманшета и Тагула; Переберинском на левобережье р. Туманшет. Наиболее поздние лейкограниты и аляскиты характеризуются высокими содержаниями кремнезема и калия и вышекларковыми (до 2,5–5 кларков-концентраций) урана и тория, что позволяет говорить о редкометалльной и урановой специализации раннепротерозойских гранитоидов. Дайки и малые тела диабазов с возрастом 0,9–1,2 млрд. лет среди гранитов и перекрывающих их красноцветных песчаников рифея завершают магматизм в Туманшетском блоке.

Среди раннедокембрийских метапород, реже среди гранитов, выявляются точки минерализации редкометалльной группы — Y, Sn; рудопроявления Pb и Mo. Точки редкометалльной минерализации сопровождаются аномалиями радиоактивности. Туманшетское и Гранитное рудопроявления урана обнаружены в переберинских гранитах, слагающих выступ среди пород рифейского чехла. Уран-титанатовая, реже уран-силикатная минерализация установлена в сорванных контактах даек диабазов, рвущих высокорadioактивные граниты. В 8–10 км к северо-востоку от выступа с этими урановыми объектами находятся Крепское и Долинное рудопроявления, а также несколько проявлений урана в рифейских осадочных отложениях. К настоящему времени можно говорить о наличии в пределах Туманшетского блока урановорудных объектов, а также характерных для подобных потенциально рудных районов проявлений Mo и Pb при подчиненной роли редкометалльной минерализации.

Более уверенно урановорудный облик определяется для Бирусинского блока. Образованию урановых руд предшествовало формирование уран- и торийсодержащей редкометалльной минерализации. Примером являются объекты, выявленные в Бирусинском гранитогнейсовом куполе. Здесь известны Столбовое месторождение, Пихтовое рудопроявление и ряд проявлений, в том числе богатых урановых руд, залегающих непосредственно под чехлом рифейских отложений, а также несколько участков площадью 1,5–2,5 км² с Ti-Nb-Ta, Y и Zr минерализацией (титанониобаты типа колумбита, эвксинита и др., ксенотим, циркон или циртолит и т. д.). На участке Придорожном эта минерализация приурочена к измененным разностям в прикровельной части тела аляскитов. В северной части участка месторождения урана Столбовое такая минерализация обнаруживается в ксенолитах метавулканитов, реже в кварц-микрклиновых метасоматитах по гранитам. Наиболее высокие концентрации редких элементов, а также урана и тория (0,0n–0, n %), где содержания тория в 1,5–6 раз превосходят содержания урана, установлены в измененных гранитах. Возраст редкометалльной минерализации составляет 1,75 млрд. лет (U-Pb метод, по циртолиту).

Эти объекты во многом близки к Зашихинскому месторождению циркон-колумбитовых руд, которое по ресурсам Zr, Nb и Ta оруденения относится к категории крупных объектов. Это месторождение находится на крайнем юго-востоке Бирусинского блока и приурочено к апикальной части массива гранитов редкометалльного типа (апогранитам), завершающих формирование гранитогнейсового купола среди архей-раннепротерозойских метапород. В рудах, кроме основных компонентов, присутствуют TR_У, Th и U в аномальных концентрациях.

В незначительном удалении от Зашихинского месторождения находится Огнитское рудопроявление урана. Уран-титанатовая, меньше оксидная урановая минерализация приурочена к апикальной части массива аляскитовых гранитов, завершающих формирование гранитогнейсового купола.

Пространственно совпадающие с раннепротерозойскими редкометалльными объектами урановые руды в Бирусинском гранитогнейсовом куполе сформировались в рифейское время. На Столбовом месторождении выделяются, по крайней мере, две ассоциации оксидных урановых руд с возрастом 1614±8 и 1260±35 млн. лет. В пределах Уватского купола редкометалльная минерализация с ториянитом представлена единичными проявлениями. Урановые руды на Ансахском месторождении в породах дорифейского фундамента также образованы двумя минеральными ассоциациями с возрастом 1619±8 и 1450±15 млн. лет [10].

В рифейских отложениях, перекрывающих образования этих куполов, устанавливаются единичные, чаще косвенные признаки проявления урановорудных процессов. В породах этого протоплатформенного чехла, особенно в обрамлении Уватского купола, широкое распространение имеет Cu-Pb-Zn минерализация как стратиформного типа, так и приуроченная к зонам срыва в контактах тел магматитов основного состава, и марганцевые руды в пологих и крутопадающих залежах, которые в настоящее время избирательно обрабатываются.

Анализ многокомпонентных материалов по юго-западному обрамлению Сибирского кратона показывает: выделяемые докембрийские блоки, кроме слагающих их метаосадочных и метавулканогенных пород, различаются масштабностью проявления, характером размещения и условиями формирования раннепротерозойских гранитов (2,1–1,75 млрд. лет);

общим для этих гранитов является повышенное содержание радиоактивных элементов, чаще тория, и редкометалльная специализация, что обусловлено переработкой вещества континентальной коры разной степени зрелости и поступлением ювенильного материала;

редкометалльные рудные объекты представлены тремя типами: в пегматитах, в апикальных частях гранитов (апогранитах) и в карбонатитах, обнаруженных в разных блоках;

урановорудные концентрации сформировались в результате тектоно-магматических процессов при формировании протоплатформенного чехла, чаще в блоках с максимальным проявлением раннепротерозойского гранитообразования и с объектами апогранитного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бибилова, Е.В. U-Pb возраст гиперстеновых гранитов (кузеевитов) Ангаро-Канского выступа / Е.В. Бибилова, Т.И. Грачева и др. // Геология и геофизика. — 2001. — Т.42. — № 5. — С. 874-877.
2. Брынцев, В.В. Докембрийские гранитоиды Северо-Западного Присаянья / В.В. Брынцев. — Новосибирск: Наука, 1984.
3. Волобуев, М.И. Геология юго-западного обрамления Сибирской платформы / М.И. Волобуев, С.И. Зыков и др. — М.: Недра, 1964.
4. Ножкин, А.Д. Изотопно-геохронологическое исследование (U-Pb, Ar-Ar, Sm-Nd) субщелочных порфиридных гранитов Таракского массива Енисейского кряжа / А.Д. Ножкин, О.М. Туркина и др. // Геология и геофизика. — 2003. — Т. 44. — № 9. — С. 879-889.
5. Ножкин, А.Д. Геохронологическое исследование метаморфических комплексов юго-западной части Сибирской платформы / А.Д. Ножкин и др. // Геология и геофизика. — 1989. — № 1. — С. 26-33.
6. Тейлор, С.Р. Континентальная кора: ее состав и эволюция / С.Р.Тейлор, С.М. Мак-Леннан. — М.: Мир, 1988.
7. Туркина, О.М. Геохимия и вопросы генезиса метабазитов из гранулитогнейсового комплекса Ангаро-Канского блока (юго-запад Сибирского кратона) / О.М.Туркина, А.Д. Ножкин // Геохимия. — 2014. — № 10. — С. 892-906.
8. Туркина, О.М. Раннедокембрийские высокометаморфизованные терригенные породы гранулитогнейсовых блоков Шарыжалгайского выступа (юго-запад Сибирского кратона) / О.М. Туркина, В.П. Сухоруков // Геология и геофизика. — 2015. — Т. 56. — № 6. — С. 1116-1130.
9. Туркина, О.М. Возрастные рубежи и условия метаморфизма мафических гранулитов в раннедокембрийском комплексе Ангаро-Канского блока (юго-запад Сибирского кратона) / О.М. Туркина, В.П. Сухоруков // Геология и геофизика. — Т. 56. — № 11. — С. 1961-1986.
10. Чесноков, Л.В. Ассоциации, состав и возраст оксидной урановой минерализации в Присаянье / Л.В.Чесноков, Г.Н.Нечелюстов, Л.В. Сумин // Минеральное сырье. — 1997. — № 1. — С. 101-111.

© Чесноков Л.В., 2017

Чесноков Леонид Вячеславович // vims@df.ru

УДК 553.41

Бучко И.В.^{1,2}, Дементьенко А.И.^{1,2}, Батурин С.Г.¹,
Заика В.А.¹ (1 — ИГИП ДВО РАН, 2 — АмГУ)

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ТАРАКОНСКОГО ПОТЕНЦИАЛЬНО ЗОЛОТОРУДНОГО УЗЛА ЮЖНОМОНГОЛЬСКО-ХИНГАНСКОГО ОРОГЕННОГО ПОЯСА

*Рассмотрены перспективы Тараконского золоторудного узла. Полученные и имеющиеся данные позволяют предполагать наличие в пределах узла коренного месторождения золота золото-серебряной формации. **Ключевые слова:** Южномонгольско-Хинганский орогенный пояс, мезозойские вулканические и вулканоплутонические пояса, золото, золото-серебряная формация.*

Buchko I.V.^{1,2}, Dementienko A.I.^{1,2}, Baturin S.G.¹, Zaika V.A.¹
(1 — Institute of Geology and Nature Management of the FEB RAS (IGNM), 2 — Amur state University)

ESTIMATION OF THE PERSPECTIVE OF THE TARAKON POTENTIALLY GOLD ORE UNIT IN THE SOUTH-MONGOLIAN-KHINGAN OROGENIC BELT

*Considered the estimation of the perspective of the Tarakon potentially gold ore unit is reviewed. Original and the available data suggest the presence within this unit the native gold ore deposit of the gold-silver type. **Keywords:** South-Mongolian-Khingan orogenic belt, Mesozoic volcanic and volcano-plutonic belts, gold deposit, gold-silver type.*

В пределах восточной части Азии широко распространены позднемезозойские вулканические и вулканоплутонические пояса, с которыми связаны многочисленные месторождения и рудопроявления благородных металлов [4, 7, 10 и др.]. Условия формирования, геодинамическая обстановка и закономерности распределения полезных ископаемых в пределах этих поясов, протянувшихся вдоль тихоокеанской окраины Азиатского континента, широко обсуждаются в геологической литературе [7, 10, 11], однако до сих пор единой точки зрения на эти вопросы не существует.

Одним из таких поясов является Большехинганский вулканоплутонический пояс, с которым связывается значительное количество эпигенетических жильных и сингенетических вулканогенных месторождений и проявлений, наиболее крупными из которых являются Покровское, Умлеканское, Буридинское, Талданское, Гулику, Фулахан, Бридж, Хуан Хэ, Хон Едя, Добаошань, Хуан-Юй, Иген, Баоцун [4, 7, 11]. Этот пояс наложен на разновозрастные структуры Аргунского (Аргун-Идермегского) террейна и Южномонгольско-Хинганского орогенного пояса. В истории его формирования выделяются несколько дискретных эпизодов магматизма, в целом охватывающих весь ранний мел и начало позднего мела [4, 8, 9, 10].

В связи с истощением ресурсно-сырьевой базы золота в Амурской области остро возникает необходимость обнаружения новых потенциальных золотоносных объектов. Одним из таких объектов является Тараконский потенциально золоторудный узел, который расположен в пределах северной части Южномонгольско-Хинганского (Северо-Хинганского по мнению Н.П. Романовского и др. [7]) орогенного пояса. Формирование рудного потенциала данного узла связывается со становлением Большехинганского вулканоплутонического пояса. Южномонгольско-Хинганский орогенный пояс является одной из наиболее сложно построенных геологических структур восточной Азии. По существующим представлениям [4] этот пояс протягивается от Рудного Алтая и смежных районов Китая в Южную Монголию и далее на северо-восток Китая и в приграничные районы Приамурья, где он «теряется» в зоне сочленения Аргунского (Аргун-Идермегского) и Буреинско-Цзямусинского супертеррейнов (рис. 1).

В настоящее время имеющаяся скудная информация позволяет предположить, что в строении пояса принимают участие ордовикские, силурийские, девонские, нижнекаменноугольные вулканогенно-терригенные и карбонатные отложения и др. [4]. В последние годы в пределах этого пояса на территории Северо-Восточного Китая были выявлены позднеордовикские и раннесилурийские островодужные андезиты и андезибазальты, позднекаменноугольные габбро и мафические дайки. В российской части пояса выявлены ордовикские габбро, ассоциирующие с островодужными метабазальтами, а также раннесилурийские монцоидиорит-гранодиоритовые интрузии, которые представляют собой фрагмент раннесилурийской активной континентальной окраины (или энсалической зрелой островной дуги).