

(по качественной оценке) содержится в безминеральной форме в полиэлементных стеклоподобных стяжениях («гелях») размером 20–70 мк. Ресурсы урана составляют по кат. $P_1 = 650$ т, $P_2 = 5800$ т.

В 2009–2011 гг. ЗАО «Витимгеопроект» проводил разведочные работы с целью геолого-экономической и технологической оценки уранового оруденения в рыхлых отложениях речных долин на Каренгской площади. По рекомендациям предыдущих исследователей и анализа геолого-геофизического материала были выбраны четыре первоочередных участка: Каренгский (рудопоявление Сиротинка Ан. №№ 3, 38, 47, 48, 50, 51, 52), Джиллинда-Сайвакский (Ан. №№ 5, 21), Орогочинский (Ан. №№ 22, 25, 43) и Кочковатый (Ан. №№ 33, 42, 45). Общие локализованные ресурсы урана Витимо-Каренгской площади составили по кат. P_1 — 1 тыс. т, P_2 — 10 тыс. т. Специализированные на уран работы подтвердили возможность выявления в восточной части Витимо-Каренгского ПУРР промышленных поверхностных урановых месторождений, пригодных для отработки методом подземного выщелачивания.

Несмотря на малые запасы урана ниже следующие факторы делают «поверхностные» урановые месторождения весьма привлекательными для горнорудной промышленности на территории РФ:

1. Поиски и оценка проводятся полностью мелким бурением, что устраняет необходимость дорогой буровой стадии поисков и разведки. Достаточно приемлемая оценка большинства объектов требует менее одного месяца полевых работ.

2. Поскольку месторождения связаны с мягкими, лежащими на поверхности почвами и осадками, они, по-видимому, вполне пригодны для кучного выщелачивания с помощью подвижных установок.

3. В связи с возможностью использования подвижных установок и низкой стоимостью разработок, запасы урана в месторождениях могут подсчитываться суммарно по району или рудному полю в целом, т.е. при поисках следует скорее стремиться обнаружить как можно больше месторождений, чем отдавать все силы поискам одного крупного.

4. Размеры залежей и сортность руд, по-видимому, здесь не столь критичны, как для других типов урановых месторождений. Жизнеспособность любого конкретного месторождения зависит от многих факторов: гидрогеологии, растительного покрова, природы фиксации урана, а также от условий землепользования. Что касается концентраций урана, то наиболее важным параметром, по-видимому, является количество урана на единицу площади поверхностной ловушки.

5. Отсутствие радиоактивных дочерних продуктов устраняет необходимость сооружения долгосрочных хранилищ для радиоактивных хвостов, а также детальных исследований по охране окружающей среды.

Анализ состояния минерально-сырьевой базы урана, сформированной «поверхностными» месторождениями в связи с торфяниками в гумидных областях, свидетельствует в настоящее время об их незначительной роли. Тем не менее, для России данный тип месторождений может быть экономически выгодным, ввиду значительного количества регионов, где установлены

процессы торфообразования. Большое число торфяников представлено серией сближенных массивов, что делает добычу экономически выгодной. Исходя из современной изученности данного вида «поверхностных» месторождений, постановку их поисков целесообразно организовать в пределах Восточно-Европейской платформы, а именно на Токмовском и Татарском сводах, на сочленении Балтийского щита и плиты Русской платформы (Северное Приладожье, Восточное Заонежье) и в других блоках с высокорadioактивными гранитами. Кроме того, целесообразно по всей территории Российской Федерации создать современный банк данных «поверхностных» урановорудных объектов, включив в него объекты, связанные с процессами торфообразования и карстообразования.

Первоочередными объектами для развития минерально-сырьевой базы урана за счет «поверхностных» урановых месторождений можно считать: Витимо-Каренгский ПУРР (P_3 — 40 тыс. т), Санарский ПУРР (P_3 — 10 тыс. т), Волжско-Камский (P_3 — 30 тыс. т). Возможность локализации «поверхностного» уранового оруденения отмечается при проведении ГДП–200 в Карело-Кольском регионе, на юге Западной Сибири и Центральном Урале.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпунин А.М., Миронов Ю.Б. и др. Криолитогенез как механизм уранового накопления в осадочных породах // Материалы по геологии урана, редких и редкоземельных металлов. — М., 2011. — Вып. 157.
2. Уран Российских недр / ред. Г.А. Машковцева. — М., 2010.
3. Boyle D.R. The Genesis of Surficial Uranium Deposits, 1984/ Surficial uranium deposits, IAEA, Vienna. — 1984. — IAEA-TECDOC-322. — 45.
4. Culbert R.R., Boyle D.R., Levinson A.A. Surficial Uranium Deposits in Canada, 1984/ Surficial uranium deposits, IAEA, Vienna, 1984, IAEA-TECDOC-322. — 179.
5. Wilson M.R. Uranium Enrichment in European Peat Bog, 1984/ Surficial uranium deposits, IAEA, Vienna, 1984, IAEA-TECDOC-322. — 197.
6. Otton J.K. Surficial Uranium Deposits in the USA, 1984/ Surficial uranium deposits, IAEA, Vienna, 1984, IAEA-TECDOC-322. — 237.
7. Otton J.K. Surficial Uranium Deposits: Summary and Conclusions/ Surficial uranium deposits, IAEA, Vienna, 1984, IAEA-TECDOC-322. — 243.
8. Pagel M. Petrology mineralogy and geochemistry of surficial uranium deposits. Vienna, IAEA, 1984/ Surficial uranium deposits, IAEA, Vienna, 1984, IAEA-TECDOC-322. — 37.

© Коллектив авторов, 2015

Петров Олег Владимирович // OPetrov@vsegei.ru
Миронов Юрий Борисович // Yuri_Mironov@vsegei.ru
Лебедева Галина Борисовна // Galina_Lebedeva@vsegei.ru
Пуговкин Алексей Алексеевич // Aleksey_Pugovkin@vsegei.ru
Шатов Виталий Витальевич // Vitaly_Shatov@vsegei.ru

УДК 553.495.078.(470.21/.22)

Афанасьева Е.Н., Миронов Ю.Б. (ФГУП «ВСЕГЕИ»)

МЕТАЛЛОГЕНИЯ УРАНА БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

Дана характеристика пространственно-временных закономерностей размещения уранового и золото-уранового оруденения Балтийского щита. Особое внимание акцентировано на объектах Пана-Куоляярвинского рудного района (Россия) и их сравнительной характеристике с зарубежными аналогами (Финляндия). Сделан вывод о целесообразности вовлечения известных золото-урановых

проявлений Балтийского щита для дальнейшего изучения.
Ключевые слова: уран, золото, месторождения, металлогения, рудный район.

Afanaseva E.N., Mironov Yu.B. (VCEGEI)

URANIUM METALLOGENY OF THE BALTIC SHIELD

The characteristic of spatial-temporal patterns of the uranium and gold-uranium mineralization location of the Baltic Shield is given. Special attention is focused on objects of the Pana-Kuolayarvi ore district (Russia) and their comparative characteristic with foreign analogues. The conclusion about the appropriateness of involving the famous gold-uranium occurrences of the Baltic Shield in the further research is made.
Key words: uranium, gold, deposits, metallogeny, ore district.

В процессе многолетних, специализированных на уран прогнозно-геологических и поисковых работ, проведенных Невскгеологией, ВСЕГЕИ, ВИРГом, ВИМСом, Геологическими службами Финляндии, Швеции и Норвегии в пределах Балтийского щита, выявлен ряд месторождений и значительное число проявлений золотой и урановой минерализаций. Довольно высокая рудонасыщенность территории урановыми объектами, разнообразие рудно-формационных типов, широкое развитие специализированных на уран пород и комплексов позволяют рассматривать ее в качестве крупной урановорудной мегапровинции.

Разведанные запасы урана в Финляндии и Швеции оцениваются в 1,5 тыс. т и 10 тыс. т соответственно [8]. В России разведанные запасы урана месторождения Средняя Падма составляют 3 тыс. т, месторождения

Карку — 8 тыс. т. Апробированные прогнозные ресурсы Ладожского и Онежского потенциально урановорудных районов оцениваются в 100 тыс. т урана (ВИМС, 2008). Для кембрий-ордовикских осадков Балтийского щита прогнозные ресурсы урана при его низких содержаниях только для кварцевых сланцев Болидена составляют 300 тыс. т.

Территория Балтийского щита охватывает крупные мегаблоки: Кольско-Беломорский (Кольская и Беломорская провинции), Лапландско-Карельский (Карельская провинция), Свекофеннский (Свекофеннская провинция), Дальсландский, разделенные шовными зонами и перекрытые на северо-западе и юго-востоке платформенным чехлом (рис. 1). Формирование структур Балтийского щита происходило в течение длительного периода времени, обусловившего накопление и распределение урана во времени и пространстве. Более высокие уровни накопления урана и золота характерны для поздних тектономагматических циклов (ТМЦ). Независимо от возраста рудомещающей среды практически все выявленные месторождения и крупные рудопоявления урана и золота Балтийского щита сформировались в течение свекофеннского (1,95–1,65 млрд. лет), рифейского (1,65 млрд. лет — 0,65 млн. лет) и венд-палеозойского (0,65–0,25 млн. лет) ТМЦ [1]. При этом формирование рудных концентраций происходит, как правило, на заключительных стадиях ТМЦ, отвечающих ребольской, свекофеннской, гренвилльской, каледонской, герцинской эпохам диастрофизма (рис. 2) [1, 5, 6].

В ходе **раннеархейского** ТМЦ сформировались древнейшие гранулит-гнейсовые области, имеющие широкое распространение в северо-западной части Балтийского щита. В их составе преобладают тоналит-трондьемит-гранодиоритовые ассоциации, с которыми пространственно связаны

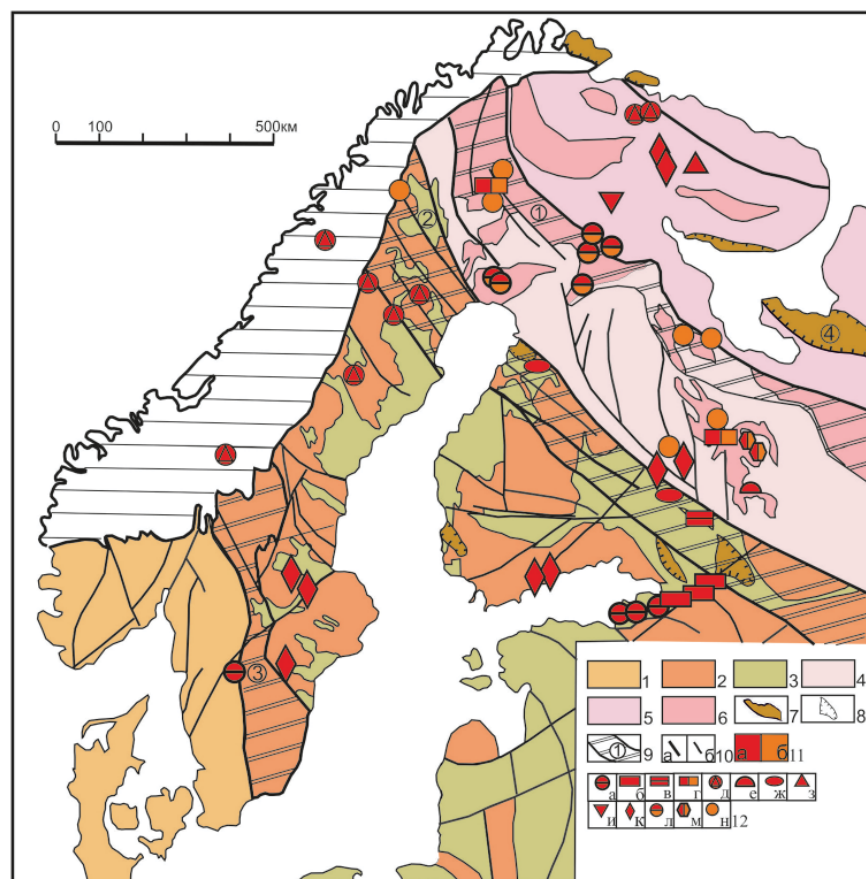


Рис. 1. Схема тектонического строения Балтийского щита: 1–6 — мегаблоки: 1 — Дальсландский; 2–3 — Свекофеннский: 2 — гранитоиды, 3 — вулканогенные породы; 4 — Лапландско-Карельский; 5 — Кольско-Беломорский; 6 — раннепротерозойские породы в пределах Лапландско-Карельского и Кольско-Беломорского мегаблоков; 7 — рифейские авлакогены; 8 — поверхности предрифейского структурно-стратиграфического несогласия; 9 — межблоковые зоны: Восточно-Карельская (1), Раахе-Ладожская (2), Трансскандинавская (3); 10 — разломы: главные (а), второстепенные (б); 11 — урановые (а) и золоторудные (б) объекты; 12 — рудно-формационные типы уранового и золото-уранового оруденения: уранового в черных сланцах (а), в зонах предвендского (б), предрифейского (в), предраннепротерозойского (г) несогласий; жильного (д), песчаникового (е), в фосфоритах (ж), интрузивного субщелочного (з), интрузивного карбонатитового (и), ультраметаморфического (к), золото-уранового в альбититах и альбит-карбонатных брекчиях (л), в альбит-карбонатно-сланцевых метасоматитах (м), золото-сульфидного, золото-сульфидно-кварцевого (н)

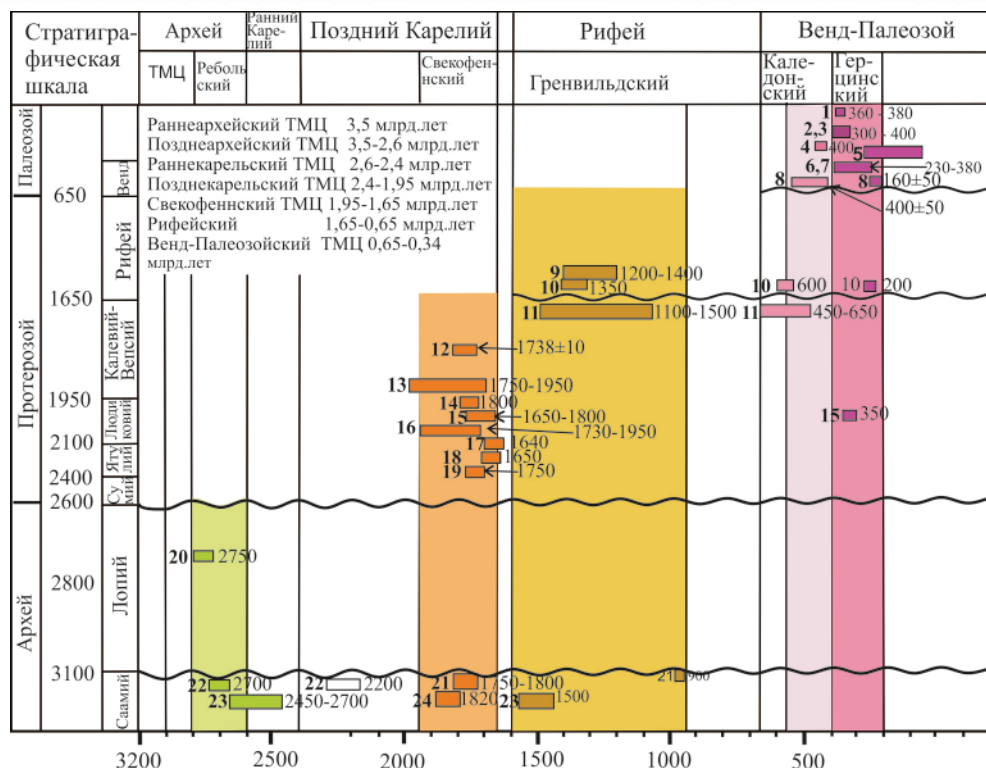


Рис. 2. Тектономагматические циклы Балтийского щита: 1 — Ловозерское; 2 — Красносельское; 3 — Ранстад; 4 — Ковдор, Сокли, Вуориярви, Африканда; 5 — Черноушенское; 6 — Ратницкое; 7 — Рябиновское; 8 — Славянка; 9 — Кица, Юлица; 10 — Карку; 11 — Лицевское, Береговое; 12 — Плей-тайок; 13 — Мраморная Гора, Темо; 14 — Ромпас; 15 — Святуха; 16 — Средняя Падма, Космозеро; 17 — Алакурти; 18 — Теплюкса, Светлое; 19 — Озерное, Лагерное, Алим-Курасуярви, Юомасуо; 20 — Вард; 21 — Педроламп; 22 — Хуккалы, Лемметти, Палмотти; 23 — Чудареченское; 24 — Часы

рудопроявления и проявления торий-редкоземельно-редкометалльно-уранового оруденения, локализованные в кварц-полевошпатовых метасоматитах и пегматитах (Хукаллы, Чудареченское, Часы и др.). Возраст оруденения колеблется от 2700 млн. лет до 2200 млн. лет.

Протерозойский период отличается большим разнообразием структур, от проторифтогенных до протоактивизационных. **Свекофенский ТМЦ**, завершающий раннепротерозойский этап развития, имел решающее значение в формировании современного облика мегаблоков Балтийского щита, а также их металлогенических особенностей. Большинство известных урановорудных объектов было сформировано именно в период свекофенского тектогенеза. В это время в пределах Онежского прогиба происходило формирование специфических структур — зон складчато-разрывных нарушений (СРД). Именно они выступают в качестве рудоконтролирующих для уран-благороднометалльно-ванадиевого оруденения, размещающегося среди углеродистых и углеродсодержащих сланцев людиковия, специализированных на U, Pt, Pd и другие элементы (Средняя Падма, Космозеро, Святуха и др.). Пространственное положение месторождений контролируется узкими линейными зонами северо-западного простирания, представляющими собой антиклинальные складки, осложненные продольными разрывными нарушениями. Рудоносные зоны прослежены по простиранию на 1–2,7 км при мощности от 100 до 200 м. Рудные тела размещаются вблизи контакта углеродистых

сланцев и подстилающих их доломитовых толщ. В большинстве случаев они контролируются разрывными нарушениями, перпендикулярными послойным разломам, а также располагаются в узлах их взаимного пересечения, где формируются клиновидные зоны объемного катаклаза, вмещающие богатые залежи комплексных руд. Оруденение размещается в ареале развития альбит-карбонат-слюдистых метасоматитов. Главный полезный компонент месторождения — ванадий. Среднее содержание пятиоксида ванадия оставляет 2,5–3,5 %; среднее содержание урана — 0,04–0,15 %; в ряде сечений оно достигает нескольких процентов на 1–3 м. В рудах месторождения Средняя Падма установлено свыше 80 различных минералов и свыше 20 геохимических элементов, которые присутствуют в рудных концентрациях. Наряду с V, U, Au, Ag, Pd, Pt,

Cu, Mo, Zn, Pb и Bi установлены также Ni, Co, Sn, Rn и целый ряд других элементов. Среднее содержание золота в «падинских» рудах составляет 0,5 г/т, палладия — 1,5 г/т, платины — 0,5 г/т. Возраст комплексных уран-благороднометалльно-ванадиевых руд составляет по настурану, а также селенидам свинца и висмута 1730–1770 млн. лет, что соответствует времени первичного рудообразования. Во временных диапазонах 900±100 и 270±20 млн. лет происходило переотложение и вторичное обогащение руд, а в интервале 150–100 млн. лет — гипергенное преобразование.

В породах архейского комплекса основания происходит ремобилизация торий-редкоземельно-редкометалльно-уранового оруденения с обогащением ранее сформированных рудных тел и образованием новых рудных залежей на рудопроявлениях Хуккалы, Часы, Палмотти, Лакеакалио, Леммети, образующих в совокупности металлогеническую область Палмотти южной Финляндии (рис. 3). Урановое оруденение локализовано либо в гранитных пегматитах, либо в обогащенных кварцем shear-зонах с аккумуляциями биотита, содержащего урановую минерализацию. Возраст оруденения колеблется от 1800±20 млн. лет до 1500–900 млн. лет.

В свекофенскую эпоху происходит формирование большой группы урановорудных с золотом объектов, локализованных в пределах раннепротерозойской Куусамо-Пана-Куоляярвинской структуры (рис. 3, 4), обладающей высоким рудным потенциалом и выступа-

ющей в качестве перспективной на обнаружение новых золото-урановых месторождений [3, 4]. Известные урановые и золото-урановые месторождения Юомасуо, Контиахо, рудопроявления Лагерное, Озерное, Кясиярви и другие ассоциированы с альбититами и альбит-карбонатными брекчиями, развитыми среди вулканогенных и осадочно-вулканогенных пород разных стратиграфических уровней — от ятулия до людиковия. Рудные объекты размещаются в зоне влияния гранитоидов Центрально-Лапландского комплекса свекофеннского возраста. Положение рудных объектов контролируется зонами крупных разломов, фиксирующих границу между архейскими и протерозойскими образованиями, а также shear-зонами. Зачастую они размещаются вблизи контакта с интрузиями основного и субщелочного состава с натриевой специализацией. Урановая минерализация представлена браннеритом, в ряде случаев уранинитом и давидитом. В тесной ассоциации с ураном выступают золото, кобальт, медь, молибден. Содержание урана колеблется от 0,08 до 0,1–0,2 %, иногда до 1–1,2 %. Рудопроявления характеризуются аномальными содержаниями золота. Так, концентрации золота в брекчированных альбититах рудопроявления Лагерное достигают 1,18 г/т, в альбит-карбонатных брекчиях — до 5,51 г/т. В штучной пробе, отобранной в пределах контура урановорудного тела с браннерит-уранититовой минерализацией рудопроявления Лагерное, установлено содержание золота 38 г/т; оно сопровождается аномальным содержанием урана — 1170 г/т, свинца — 96 г/т, ванадия — 1310 г/т.

Аномальные содержания золота установлены также в кварц-карбонатных метасоматитах молибден-уранового рудопроявления Озерное (до 0,97 г/т, при содержании Мо до 2560 г/т, урана — до 1170 г/т). В кварц-сульфидных жилах уранового рудопроявления Сувалампи содержание золота — 0,18 г/т, при содержании меди — до 1 %. В метасоматически измененных углеродистых сланцах рудопроявления Аллаккурти содержания золота — 0,43 г/т, меди — до 0,1 %, платины — 0,54 г/т. В альбит-карбонатных метасоматитах уранового рудопроявления Алим-Курсу-Ярви установлены содержания золота 0,043 г/т,

молибдена — до 0,3 %, меди — до 1 %. Возраст оруденения 1750 ± 100 , 1640 ± 50 млн. лет. К этому же типу относятся и рудопроявления Пахтаваара в Центральной Лапландии, Биддйовагге в Северной Норвегии с возрастом оруденения 1850 ± 100 , 1760 ± 50 млн. лет.

Перспективы золото-урановых объектов возрастают в связи с открытием месторождений группы Ромпас (Финляндия), включающей собственно Ромпас, Румавуома и Мустамаа, включенных в Кемпи-Торнио рудный район (рис. 4). Ревизионные, поисковые и разведочные работы на месторождениях проводились в разные годы Геологической службой Финляндии (1950-е годы), компанией АРЕВА (2007–2008 гг.). Начиная с 2010 г. изучением рудных объектов занимается компания Mawson Resources Ltd. [7]. Многочисленные золото-урановые проявления размещаются в зоне влияния раннепротерозойских высокорadioактивных позднеорогенных гранитоидных интрузий Центрально-Лапландского комплекса с возрастом 1,85–1,75 млрд. лет. Рудные объекты контролируются зонами интенсивного проявления процессов диопсидитизации, тремолитизации, карбонатизации, хлоритизации и альбитизации среди метаосадоч-

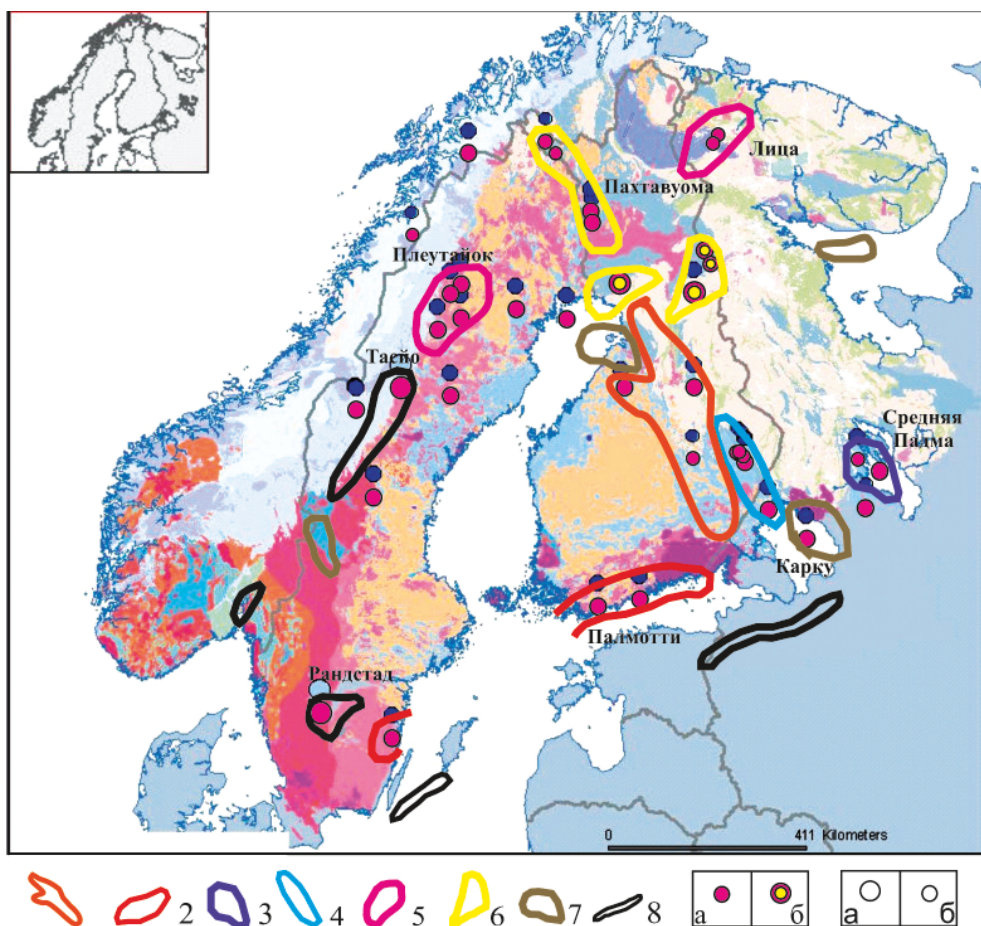


Рис. 3. Схема размещения урановых, золото-урановых месторождений Балтийского щита: 1–8 — металлогенические таксоны, перспективные на выявление урановых, золото-урановых месторождений: 1 — торий-редкоземельно-урановых в кварц-полевошпатовых метасоматитах и пегматитах; 2 — в калиевых гранитах и мигматитах; 3 — в альбит-карбонатно-слюдистых метасоматитах; 4 — в скарнах; 5 — в альбит-гидрослюдистых метасоматитах; 6 — в альбититах и альбит-карбонатных метасоматитах; 7 — в зонах предрифейского структурно-стратиграфического несогласия; 8 — в диктионемовых сланцах; 9 — проявления уранового (а), золото-уранового (б) оруденения; 10 — месторождения (а), рудопроявления (б)

ных и метавулканогенных пород и жильными зонами с известково-силикатным выполнением [7]. Область развития урановой и золотой минерализации образует рудное поле, прослеженное в северо-западном направлении на 6 км при ширине 200–250 м. Средневзвешенные содержания колеблются от 0,13 % U_3O_8 и 51,9 г/т Au на 1,4 м до 97,34 г/т золота и 0,33 % урана на 0,98 м [7]. Ресурсы золота Южного и Северного Ромпаса составляют по кат. Р₁ (до глубины 50 м) 11 т Au и 400 т U; ресурсы Au до глубины 200 м оценены в 60 т, U — 1500 т для руд высокого качества [7]. Урановая минерализация представлена уранинитом, имеющим вкрапленный и гнездово-вкрапленный характер распределения, золотая — самородным золотом. Золото находится в тесной ассоциации с уранинитом. Возраст уранового оруденения оценен в 1,8 млрд. лет [8]. Золото является более поздним, носит наложенный характер и выполняет трещины в уранините. Хотя рудно-формационная принадлежность месторождения не до конца ясна, правомерно говорить о связи наиболее значимых урановорудных концентраций с альбитизированными породами, а наиболее крупных золоторудных проявлений с зонами окварцевания и жилами кварцевого, кварц-карбонатного составов, выполняющими центральные части метасоматических зон шириной около 100 м.

К объектам, сформированным в свекофеннский период, в полной мере относятся и урановые месторождения, возникновение и пространственное размещение которых во многом определяется посторогенными гранитоидными массивами, трассирующими протяженные глубинные разломы северо-восточного простира-

ния. К таким объектам принадлежат, прежде всего, месторождения и рудопроявления группы Плеутайок, входящие в состав урановорудной провинции Аръеплог-Адвисъявр (Финляндия), расположенной в непосредственной близости от границы протерозойских пород и перекрывающих их каледонид (рис. 3). Всего известно более 20 урановорудных объектов; они локализованы среди вулканитов преимущественно кислого состава в зоне влияния активизационных лейкократовых щелочных гранитов с возрастом 1,85–1,76 млн. лет, характеризующихся аномальной радиоактивностью и повышенными содержаниями урана [9].

Гидротермально-метасоматические изменения на этих проявлениях выражаются в альбитизации и рибекит-альбитовых метасоматитах. Урановая минерализация представлена трещинами выполнения и вкрапленной импрегнацией уранинита с урановой смолкой, кварцем, хлоритом, кальцитом, флюоритом. Возраст уранового оруденения — 1738 ± 10 млрд. лет [9]. Ресурсы урана этого района оцениваются в 20 тыс. т, из которых 6 тыс. т приходится на самое крупное штокверковое месторождение Плеутайок, включающее 7 проявлений урановой минерализации [9].

К этой же группе объектов правомерно относить и урановые рудопроявления «лицевской группы», расположенные в северо-западной части Кольского блока (рис. 3, 4). В региональном плане рудопроявления размещаются в осевой части Лицо-Арагубской тектонической зоны северо-восточного простираения среди биотитовых, кордиерит-биотитовых гнейсов и локализованы в экзоконтакте лицевского гранитоидного мас-

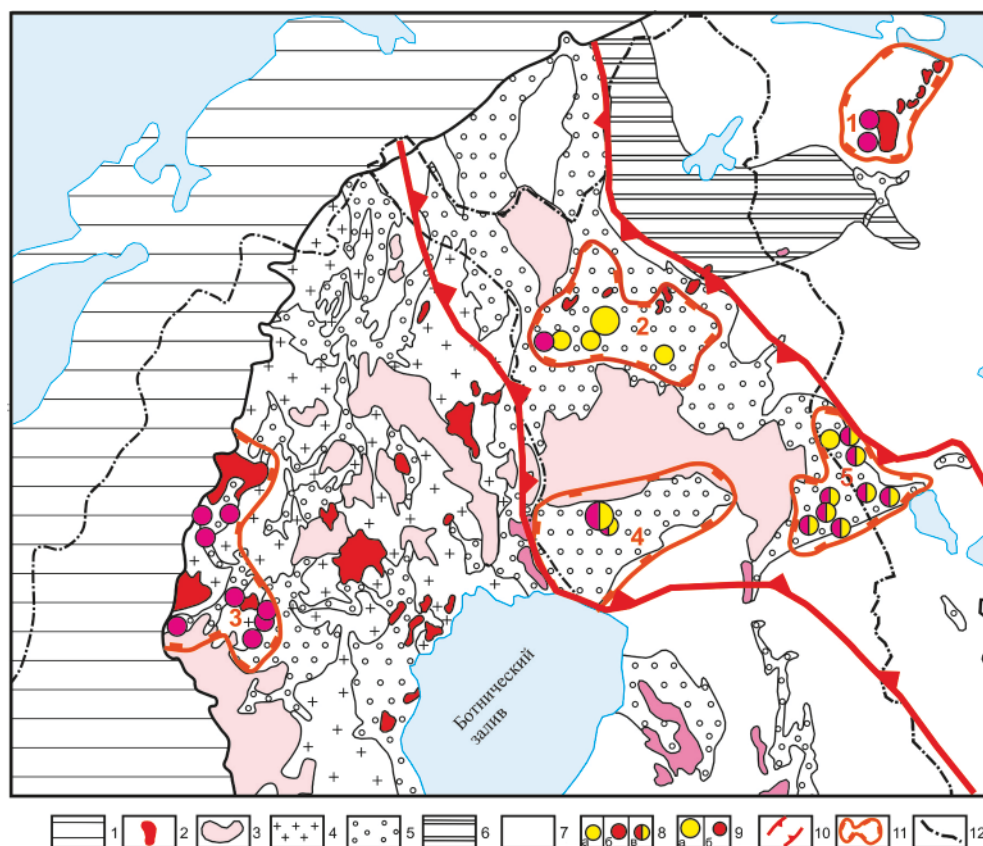


Рис. 4. Схема металлогенического районирования северо-западной части Балтийского щита: 1 — каледониды; 1–5 — ранний протерозой: 2 — граниты, гранодиориты, монзониты, сиениты (1,86–1,76 млрд. лет); 3 — граниты, пегматиты (1,85–1,75 млрд. лет); 4 — граниты, гранодиориты, тоналиты, пегматиты нерасчлененные (1,9–1,8 млрд. лет); 5 — толеитовые базальты, кремнистые сланцы, черные сланцы, граувакки, кварциты, песчаники, аркозовые песчаники, конгломераты, гравелиты; 6 — гранулиты, анортозиты Лапландского гранулитового пояса; 7 — архейские тоналиты, трондjemиты, диориты, гранодиориты, мигматиты, слюдяные гнейсы и сланцы (нерасчлененные); 8–9 — рудные объекты: 8 — месторождения и рудопроявления золота (а), урана (б), золота и урана (в); 9 — крупные месторождения (а), мелкие месторождения и рудопроявления (б); 10–11 — металлогеническое районирование: 10 — Восточно-Карельская структурно-металлогеническая зона; 11 — рудные районы и их номера: 1 — Лицевский (U), 2 — Киттеля-Сирку (Au), 3 — Аръеплог-Арвидсъяур (U), 4 — Кем-Торнио (Au, U, Cu), 5 — Куусамо-Пана-Куоляярвинский (Au, U); 12 — государственная граница

сива, где фиксируется широкая зона привноса урана. Основная часть рудных объектов размещается в ореоле развития (альбит)-гидрослюдисто-хлоритовых метасоматитов. Урановорудные тела имеют преимущественно линзообразную или жильную форму; протяженность рудных тел составляет 100–120 м при мощности 5–6 м. Урановое оруденение прожилкового и прожилково-вкрапленного типов представлено главным образом настураном в ассоциации с коффинитом, реже уранинитом. Отмечается большое количество вторичных урановых минералов (казолит, уранофан, склодовскит, ургит, скуит и др.). Содержания урана в рудах «лицевских» объектов варьируют в широких пределах — от 0,01 до 0,4 %, составляя в среднем 0,05 %. Отмечаются аномально высокие содержания меди, никеля, кобальта, ванадия, серебра. Радиологический возраст оруденения составляет 1750–1650 млн. лет (по ураниниту), 420 ± 20 млн. лет (по настурану) [2]. Исходя из структурно-вещественных характеристик, возрастных датировок, морфологических особенностей уранового оруденения «лицевские» рудные объекты сопоставимы с жильными месторождениями урановорудного района Биверлодж (Эйс, Фей, Верна провинции Атабаска).

Приведенная характеристика урановых объектов Лицевского и Аръеплог-Адвисъявр рудных районов, золото-урановых месторождений группы Ромпас и рудопроявлений рудного района Куусамо-Пана-Куолаярви дает основание говорить о их возможной связи с проявлением двух стадий гранитоидного магматизма и связанных с ними рудогенерирующих процессов. Золото-урановое оруденение тесно связано с гранитоидами позднеорогенной стадии, при этом золото является более поздним по отношению к ураниниту. Собственно урановое оруденение тесно ассоциировано с более поздними лейкократовыми щелочными посторогенными гранитоидами, трассирующими зоны разломов северо-восточного простирания, которые являются секущими по отношению к гранитоидным массивам позднеорогенной стадии развития. Проявлений золотого оруденения на рудных объектах этой группы не выявлено.

С *позднерифейским ТМЦ* связана крупная перестройка земной коры. В северо-западной части Балтийского щита формируется Дальсландская складчатая область, в пределах Свекофеннского мегаблока происходит заложение Пашско-Ладожского грабена, формирование массивов гранитов рапакиви, гранитных массивов Дала, которые в виде дуги обрамляют Свекофеннский блок с юга-юго-запада. Они во многом определяют специфику металлогении щита в рифейское время. Так, с формированием гранитов рапакиви тесно связаны полиметаллически-оловянные месторождения с ураном, расположенные среди скарнированных карбонатных пород в обрамлении Салминского массива гранитов рапакиви (Питкяранта, Кителя и др.).

Позднерифейский этап проявился образованием уранового месторождения Карку и ряда рудопроявлений, локализованных в зоне предсреднерифейского структурно-стратиграфического несогласия. Месторождение размещается в северо-восточном крыле Пашско-Ладожского прогиба среди базальных конгломе-

рат-гравелит-песчаниковых отложений приозерской свиты, которые с резким несогласием и корой выветривания в основании залегают на интенсивно дислоцированных гнейсах и сланцах раннепротерозойско-архейского возраста, в разрезе которых отмечаются графитсодержащие разности. Структурная позиция месторождения определяется приуроченностью к локальному тектоническому поднятию кровли кристаллического фундамента — Центральному горсту.

На месторождении выявлены три залежи урановых руд, локализованные по периферии гранито-гнейсовых куполов. Рудные тела размещаются, как правило, над графитсодержащими породами фундамента. Отмечается интенсивное проявление сульфидно-хлорит-карбонатных метасоматитов среди рудовмещающих терригенных пород. Отдельные рудные залежи выявлены также в коре выветривания по породам фундамента. Линзообразные тела имеют мощность до нескольких метров и протяженность до первых сотен метров. Урановая минерализация представлена настураном и коффинитом. Настурановые руды размещаются в базальном горизонте и коре выветривания и характеризуются высокими содержаниями урана — от 0,3 до 18 %. Коффинитовые руды развиты в аргиллизированных песчаниках. По площади они распространены значительно шире настурановых. Богатое урановое оруденение с содержанием от 0,08 до 0,1–0,2 %, иногда до 1,2 % сопровождается высокими концентрациями цинка (до 0,5 %), серебра (1–5 %), свинца (до 0,15 %), молибдена (до 0,05 %). Определения возраста оруденения колеблются от 1400 до 200 млн. лет. Месторождение Карку по структурно-вещественным обстановкам локализации оруденения имеет значительное сходство с месторождениями «типа несогласия» бассейна Атабаска, что дает основание достаточно высоко оценить перспективы Пашско-Ладожского грабена на выявление промышленных урановорудных объектов.

В пределах Беломорского мегаблока расположен обширный Двинско-Кандалакшский рифейский грабен, в северном фрагменте которого, выделенного в Терский потенциально урановорудный район, выявлены два рудопроявления (Кица, Юлица), расположенные вблизи предрифейского ССН. Грабены Мухос, Сатакунты, Дала в Финляндии по комплексу признаков также относятся к перспективным на уран структурам.

Рудоносность венд-палеозойского ТМЦ определяется, прежде всего, формированием урановых месторождений, расположенных на склоне щита и локализованных среди аргиллизированных песчаников гдовского горизонта в зоне предвендского ССН над специализированными на уран лейкократовыми гранитоидами (Рябиновское, Ратницкое, Славянка). Венд-палеозойский ТМЦ ознаменовался также формированием урансодержащих апатит-железотитановых, апатит-редкоземельно-железородных, флогопит-вермикулитовых месторождений, локализованных в щелочных метасоматитах и карбонатах и связанных со становлением щелочно-ультраосновных массивов (Сокли, Вуориярви, Ковдор, Африканда). Возникают уникальные месторождения апатит-нефелиновых руд, ассоциированных с крупнейшими интрузиями нефелиновых сиенитов (Ловозерское и др.).

Большая часть Балтийского щита перекрыта палеозойскими (от верхне-карбоновых до нижне-ордовикских) осадочными породами, особенно широко развитыми на юге, в пределах российской части щита. Диктианемовые сланцы ордовика вмещают уникальные месторождения, относимые к месторождениям в «черных сланцах» (Красносельское и др.). Они характеризуются содержаниями урана более 150 г/т, локально до 750 г/т. Помимо урана в сланцах отмечаются повышенные содержания рения (до 0,27 г/т), молибдена, редких земель и других элементов. Прогнозный потенциал урана в сланцах составляет свыше 600 000 т. Учитывая широкую площадь распространения сланцев, неглубокое залегание горизонта, большие запасы бедных руд, месторождения в диктианемовых сланцах могут быть перспективными для комплексного извлечения урана, а попутно молибдена, ванадия и других элементов. Разработка технологии добычи урана и других элементов из диктианемовых сланцев может существенно пополнить энергетический ресурс северо-западного региона.

В зарубежной части Балтийского щита к этому типу и возрасту относятся известное месторождение Ранстад и ряд рудопроявлений. Месторождение размещается в области Биллинген (центральная часть южной Швеции). Урановая минерализация локализована в той части разреза, где содержатся черные сланцы (92–94 %), битуминозные известняки (4–6 %) и обогащенные карбонатом прослои (2 %). Содержания урана колеблются от 305 г/т до 5 000 г/т. Общая оценка прогнозных ресурсов урана составляет около 900 000 т (8,2 млрд. т руды с содержанием 213 г/т урана). Анализ пространственно-временных закономерностей формирования урановорудных объектов позволяет выделить основные урановорудные или комплексные золото-урановые районы (рис. 3).

Известные перспективы наращивания ресурсного потенциала урана в пределах Балтийского щита, прежде всего в его российской части, традиционно связываются с зонами структурно-стратиграфических несогласий (ССН) двух уровней: 1 — предсреднерифейским ССН, которое вмещает урановое месторождение Карку с богатыми рудами и ряд рудопроявлений и 2 — предвендским ССН, контролирующим размещение урановых месторождений с бедными рудами (Рябиновское, Рат-

ницкое, Славянка). Вместе с тем, полученные новые данные остро ставят вопрос о необходимости переоценки перспектив выявления комплексных золото-урановых объектов, связанных со свекофенским этапом тектономагматической активизации в Пана-Куолярвинском рудном районе. Это, прежде всего, относится к известным рудным объектам, локализованным в сходных с месторождением Ромпас геологических обстановках. Вовлечение объектов этого типа в дальнейшее последовательное изучение (ГДП-200 и поиски) может привести к открытию новых комплексных золото-урановых месторождений в пределах российской части Балтийского щита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева Е.Н., Харламов М.Г., Михайлов В.А. и др. Минералогия Балтийского щита как отражение пространственно-временных закономерностей его развития / Глубинное строение и геодинамика Фенноскандии, окраинных и внутриплатформенных транзитных зон: Матер. восьмой междунар. конф. — Петрозаводск, 2002. — С. 23–28.
2. Афанасьева Е.Н., Михайлов В.А., Былинская Л.В. и др. Ураноносность Кольского полуострова // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных минералов. — М., 2009. — Вып. 153. — С. 18–26.
3. Афанасьева Е.Н., Миронов Ю.Б. Комплексное золото-урановое оруденение восточной части Балтийского щита / Золото Фенноскандинавского щита: Матер. междунар. конф. — Петрозаводск, 2013. — С. 9–12.
4. Афанасьева Е.Н., Миронов Ю.Б. Металлогения урана Балтийского щита / Уран: геология, ресурсы, производство: Тезисы третьего междунар. симпозиума. — М., 2013. — С. 21–23.
5. Михайлов В.А., Афанасьева Е.Н., Миронов Ю.Б. и др. Перспективы промышленной ураноносности российской части Балтийского щита // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных минералов. — М., 2004. — Вып. 146. — С. 5–11.
6. Михайлов В.А., Афанасьева Е.Н., Миронов Ю.Б. и др. Металлогенетический потенциал урана Северо-Западного региона Российской Федерации // Региональная геология и металлогения. — 2007. — № 32. — С. 20–27.
7. John Nebocat, P.Eng. Progress Report on the Geology, Mineralization and Exploration Activities on the Rompas Gold-Uranium Property Southern Lapland, Finland Prepared for Mawson Resources Ltd., 2011.
8. O.Aikas, C. Caillat. Uranium in Fennoscandia: Occurrence, Exploration and Resources // 33rd International Geological Congress. — Oslo, 2008.
9. Wilson, Akerblom. Geological setting and geochemistry of uranium-rich granites in the Proterozoic of Sweden // Mineralogical magazine. — 1982. — Vol. 46. — P. 233–245.

© Афанасьева Е.Н., Миронов Ю.Б., 2015

Афанасьева Елена Николаевна // Elena_Afanasieva@vsegei.ru
Миронов Юрий Борисович // Yuri_Mironov@vsegei.ru



Вышла в свет новая книга Михаила Владимировича Шумилина «Историческая металлогения урана (опыт глобального анализа)». В ней рассматриваются вопросы металлогении урана в свете современной теории развития Земли и эволюции процессов уранового рудообразования в геологической истории. Обосновывается особая роль архей-протерозойских кварцево-галечных конгломератов, как первичного концентратора урана глобального масштаба, показывается определяющая роль пояса этих образований, а также узлов сопряжения разновозрастных орогенов в локализации урановорудных провинций и чередование эпох экзогенного и эндогенного рудогенеза в их развитии.

РЕКЛАМА