

УДК 553.061.12/.17:553.495(571.53)

Бабкин Н.Я.¹, Гребенкин Н.А.¹, Долгушин А.П.², Зайцев С.У.³, Корявко А.И.¹, Куличенко В.М.¹, Мельников С.И.¹
(1 — ФГУП «ВИМС», 2 — ФГУП «Урангео», 3 — ОАО «Сосновгео»)

ЭВОЛЮЦИОННО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ «СЛЕПЫХ» И СЛАБОПРОЯВЛЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА ТИПА «НЕСОГЛАСИЯ» В ВОСТОЧНОМ ПРИСАЯНЬЕ

*В результате анализа геологической позиции и вещественного состава разновозрастной урановой минерализации Восточного Присянья предложен макет эволюционно-геологической модели формирования «слепых» и слабопроявленных месторождений урана на границе кристаллического фундамента с протоплатформенными отложениями раннерифейской молассы и сохранности этих месторождений от последующих эрозионных процессов. **Ключевые слова:** Восточное Присянье, уран, тектоно-магматическая активизация, абсолютный возраст.*

Babkin N.Ya.¹, Grebenkin N.A.¹, Dolgushin A.P.², Zaytsev S.U.³, Koryavko A.I.¹, Kulichenko V.M.¹, Melnikov S.I.¹ (1 — VIMS, 2 — Urango, 3 — Sosnovgeo)

THE EVOLUTIONARY-GEOLOGICAL MODEL OF HIDDEN UNCONFORMITY-TYPE URANIUM ORE DEPOSITS FORMATION IN THE EASTERN SAYAN

*By analysis of the geological position and material composition of the different ages uranium mineralization of the Eastern Sayan proposed prototype of the evolutionary-geological model of hidden uranium ore deposits formation on the boundary of the crystalline basement with proto-platform sediments of the early Riphean molasses and preservation of these deposits from subsequent erosion processes. **Key words:** The Eastern Sayan, uranium, tectonomagmatic activation, absolute age.*

Месторождения урана типа структурно-стратиграфического несогласия (ССН), приуроченные к границе докембрийского раздела чехла и фундамента, и в большинстве случаев являющиеся «слепыми» объектами для современных методов поисков, уникальны по сочетанию высокого качества руд, компактности рудных залежей и значительных запасов, в связи с чем они востребованы промышленностью в современных экономических условиях. Вероятность наличия подобных рудных объектов на востоке России, в частности, в Восточном Присянье достаточно велика [2, 4, 5, 6, 7].

Территория расположена на юго-западной окраине Сибирской платформы в пределах краевого выступа кристаллического основания с архей-нижнепротерозойскими гранито-гнейсовыми купольными структурами (рис. 1). В восточной и северной ее частях выступ перекрыт породами плитного комплекса платформы. В юго-восточной части он осложнен узким линейным Урикско-Ийским грабеном, осевая часть которого вы-

полнена образованиями протоплатформенного чехла нижнего рифея. На северо-западе значительная часть кристаллического основания с несогласием перекрыта терригенно-осадочными отложениями среднего и верхнего рифея, выполняющими Присянский прогиб. На западе выступ граничит с формациями Алтае-Саянской складчатой области. Тектонический план территории определяют зоны крупных разломов северо-западного направления, являющиеся оперяющими к главному Саянскому краевому шву. На протяжении геологической истории развития район неоднократно претерпевал тектоно-магматические активизации (ТМА), выразившиеся, в том числе, внедрением даек и силлов основного состава.

Периодически возобновляемыми работами, проводившимися здесь с начала 1960-х годов, выявлены мелкие месторождения урана — Столбовое, Ансах, ряд рудопроявлений, точек минерализации и аномалий, зачастую представленных обломками с процентными рудами. Крупных месторождений с богатыми рудами не найдено, отчасти в силу того, что поисковые работы ориентировались на оценку проявлений урановой минерализации по прямым признакам непосредственно в обнаженном фундаменте. В то же время были установлены факты ураноносности в породах нижнего рифея.

С учетом анализа результатов предшествующих работ, а также новых данных по Столбовому месторождению и его флангам, в рамках настоящей публикации предложен макет эволюционно-геологической модели формирования урановорудных объектов типа «несогласия» в Восточном Присянье. Макет предусматривает реконструкцию геологических обстановок от раннего протерозоя по настоящее время с установлением на разных отрезках времени роли и места уранового оруденения и включает 5 основных геологических этапов (рис. 2): 1 — рудоподготовительный (PR_1) с первичным накоплением урана; 2 — рудообразующий (R_{1-2}) с формированием богатого уранового оруденения в области предрифейского ССН; 3 — эрозионно-денудационный (R_2) с разрушением ранее образованных по типу «несогласия» скоплений урана; 4 — этап переотложения урановых концентраций (R_3); 5 — повторный эрозионно-денудационный этап ($V-Q$).

Рудоподготовительный этап (PR_1) связан с раннепротерозойскими процессами гранитизации, наиболее масштабно проявившимися в пределах гранито-гнейсовых куполов — Бирюсинского, Уватского, Ларинского и др. Становление купольных структур многофазно, судя по вариациям абсолютных возрастов (1.9—1.77 млрд. лет) и разнообразию составов слагающих их магматитов Саянского комплекса: от гнейсированных плагиогранитов до массивных аляскитов. Субстратом служили вулканогенно-терригенные отложения сублукской серии, в том числе углеродсодержащие, фиксируемые в виде ксенолитов или провесов кровли гранитоидов. Завершение гранитизации ознаменова-

лось пневмато-гидротермальной деятельностью в виде постгранитных кварц-полевошпат-биотитовых и кварц-альбит-микроклиновых метасоматитов с вкрапленной уран-торий-редкометалльно-редкоземельной минерализацией в протяженных зонах северо-западной ориентировки. Накопление урана на данном этапе связано с отложением эвксенита, фергуссонита, торита, ксенотима, монацита, цирколита, в которых уран был сконцентрирован на уровне первых процентов. Абсолютный возраст зонального цирколита из кварц-биотитового метасоматита, измеренный Pb-Pb термо-изохронным методом (аналитик Л.В. Сумин), варьирует от 1.7 до 0.2 млрд. лет (рис. 3а). Максимальное значение по свинцам, скорее всего, отражает время образования минерализации, а остальные модальные значения фиксируют последующие проявления ТМА.

Таким образом, в раннем протерозое были образованы крупные гранито-гнейсовые купольные структуры со специализированными на уран гидротермалитами, вероятно, послужившими одним из источников для последующего образования урановых руд.

Главный рудообразующий этап (R_{1-2}). По окончании рудоподготовительных процессов район подвергался воздыманию и денудации с формированием межгорных прогибов и линейных грабенов, выполнявшихся молассоидными отложениями (конгломераты, песчаники) нижнего рифея. В современном эрозионном срезе эти отложения фрагментарно распространены на склонах Уватского и Ларинского поднятий. На юго-востоке территории молассоиды ермосохинской свиты выполняют Урикско-Ийский грабен, где они локализованы вдоль северо-западного Ерминско-Горхонского

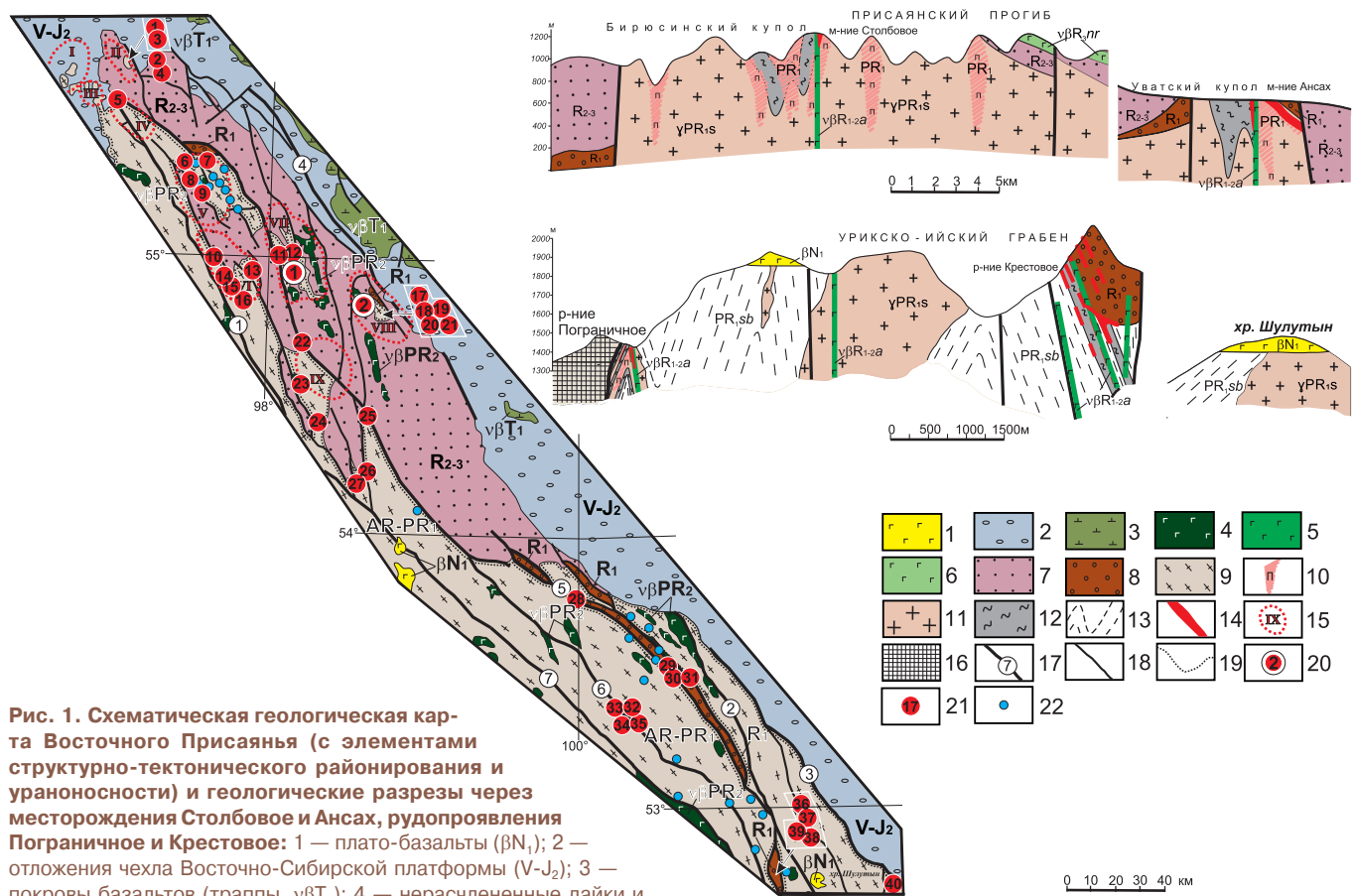


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Восточного Присяянья (с элементами структурно-тектонического районирования и ураноносности) и геологические разрезы через месторождения Столбовое и Ансах, рудопроявления Пограничное и Крестовое: 1 — плато-базальты (βN_1); 2 — отложения чехла Восточно-Сибирской платформы ($V-J_2$); 3 — покровы базальтов (траппы, $v\beta T_1$); 4 — нерасчлененные дайки и силлы основного состава ($v\beta PR_2$); 5 — дайки основного состава ангаульского комплекса ($v\beta R_{1-2a}$); 6 — силлы основного состава нерсинского комплекса ($v\beta R_{3nr}$); 7 — терригенно-осадочные отложения Присяянского прогиба (R_{2-3}); 8 — молассоиды Урикско-Ийского грабена и смежных прогибов (R_1); 9 — нерасчлененные породы кристаллического основания ($AR-PR_1$); 10 — пневмато-гидротермальные метасоматиты с уран-торий-редкометалльно-редкоземельной минерализацией (PR_1); 11 — гранитоиды саянского комплекса (vPR_s); 12 — углеродсодержащие сланцы сублукской серии (PR_{sb}); 13 — нерасчлененные образования сублукской серии (метаэффузивы, сланцы, кварциты и др., PR_{sb}); 14 — урановорудные тела; 15 — гранито-гнейсовые купола: Верхне-Ульинский (I), Туманшетский (II), Переберинский (III), Подпорожский (IV), Ларинский (V), Нерсинский (VI), Бирюсинский (VII), Уватский (VIII), Большеерминский (IX); 16 — Главный Саянский разлом; 17 — крупные разломы: Бирюсинский (1), Точерский (2), Савинский (3), Присяянский (4), Ерминско-Горхонский (5), Ярмино-Ульйский (6), Шитский (7); 18 — прочие разломы; 19 — граница предрифейского структурно-стратиграфического несогласия (ССН); 20 — месторождения урана: Столбовое (1), Ансах (2); 21 — рудопроявления и проявления урана: Туманшетское (1), Крепское (2), Гранитное (3), Долинное (4), Переберинское (5), Мироновское (6), Топорожское (7), Соколовское (8), Скалистое (9), Говоровское (10), Пихтовое 2 (11), №29 (12), №72 (13), Водопадное (14), №64 (15), №1102 (16), Каменское (17), Гарет (18), Восточное (19), Гольцовое (20), Уватское (21), Произвольное (22), №710–711 (23), №801 (24), Ерминское (25), Огнитское (26), Водораздельное (27), Ильмигинское (28), Чернозиминовское (29), Березовое (30), Одайское (31), Право-Хульцайское (32), Лево-Хульцайское (33), Каровое (34), Озерное (35), Удачное (36), Заполошное (37), Крестовое (38), Пограничное (39), Нижняя Самоходка (40); 22 — месторождения и рудопроявления редкометалльно-редкоземельной минерализации

разлома. К завершению осадконакопления приурочено проявление базитового магматизма, что устанавливается по наличию в верхах разреза ермосихинской свиты туфогенного материала, горизонтов metabазитов, даек и конформных тел габбро-долеритов ангаульского ком-

плекса. В северо-западной части территории рои даек предположительно того же комплекса локализованы исключительно в гранит-метаморфическом фундаменте с перекрытием их средне-позднерифейскими песчаниками шангулежской свиты карагасской серии. По данным В.Г. Домышева и др. [3] возраст долеритов ангаульского комплекса 1.64 ± 0.1 млрд. лет. Изредка встречающиеся пикритовые порфириты, относимые к тому же комплексу, имеют датировки в пределах 1.65–1.55 и 1.3–1.1 млрд. лет [10]. Верхняя возрастная граница базитов комплекса устанавливается по перекрытию их отложениями шангулежской свиты.

Вдоль унаследованных от рудоподготовительного этапа и вновь возникших тектонических зон, зачастую трассируемых дайками основных пород, постмагматическая деятельность проявилась формированием полистадийных метасоматитов и гидротермалитов с отложением парагенетически с ними связанных урановых руд. Богатые (процентные) руды, по-видимому, тяготеют к узлам сочленения разнонаправленных разломов, где их обломки по сей день встречаются на дневной поверхности. Не исключено, что максимальные концентрации урана формировались вблизи зоны ССН под «покрышкой» отложений ермосихинской свиты и ее фациальных аналогов, полностью эродированных в районе Столбового месторождения. Так или иначе, рудный процесс проявился исключительно в пределах крупных рудоконтролирующих структур северо-западного простирания, уже вмещавших на то время дорудные метасоматиты с уран-торий-редкометалльно-редкоземельной минерализацией. Об этом свидетельствует приуроченность месторождений Столбового и Ансах, а также ряда рудопроявлений урана к внутренним частям таких структур. В северо-западной части территории урановое оруденение установлено только в кристаллическом фундаменте; в Урикско-Ийском грабене урановая минерализация развита как в фундаменте, так и раннерифейском протоплатформенном чехле.

На месторождении Столбовом руды представлены полистадийными гематит-кварцевыми брекчиями с вкрапленностью настурана, в подчиненном количестве коффинита и браннерита. В ассоциации с урановой минерализацией помимо криптоварца и гематита проявлены хлорит, серицит, гидрослюда, сульфиды (пирит, галенит, халькопирит, арсенопирит). Содержание урана в коренных породах колеблется от 0,05 до 0,15 %. С глубиной рядовые руды сменяются бедными и выклиниваются. Напротив, на дневной поверхности наблюдаются многочисленные обломки богатых руд. Рудный процесс на месторождении Столбовом имеет много общего с таковым на локализованном в фундаменте месторождении Ансах, где урановая минерализация представлена настураном, коффинитом, браннеритом в ассоциации с кварц-серицит-хлоритовыми метасоматитами и сульфидными железомедными, свинцовыми, молибденовыми. Для обоих месторождений характерны пострудные окварцевание и карбонатизация, затрагивающие в районе месторождения Ансах нижнерифейские отложения курятской свиты.

В обрамлении Урикско-Ийского грабена установлено 12 рудопроявлений урана и большое количество

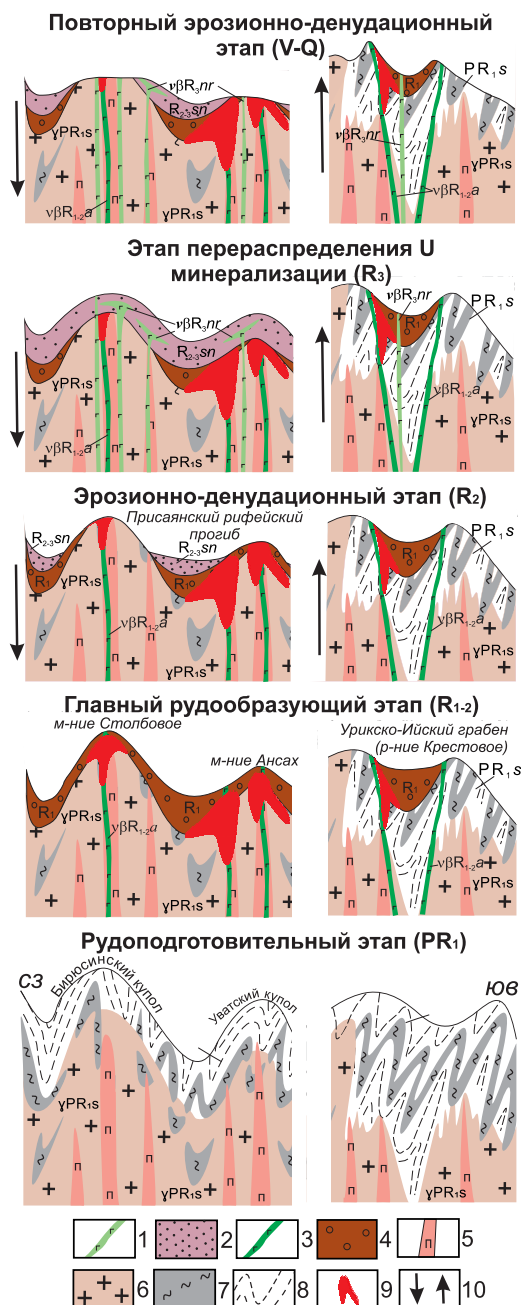


Рис. 2. Макет эволюционно-геологической модели формирования урановорудных объектов типа «несогласия» в Восточном Саяне: 1 — дайки и силлы основного состава нерсинского комплекса ($v\beta R_3nr$); 2 — терригенно-карбонатные отложения карагасской серии (шангулежская свита $R_{2-3}sn$); 3 — дайки и силлы основного состава ангаульского комплекса ($v\beta R_{1-2}a$); 4 — молассовые отложения ермосихинской свиты и ее фациальных аналогов (R_1); 5 — пневмато-гидротермальные метасоматиты с уран-торий-редкометалльно-редкоземельной минерализацией (PR_1); 6 — гранитоиды саянского комплекса (γPR_1s); 7 — углеродсодержащие сланцы сублукской серии (PR_{1sb}); 8 — нерасчлененные образования сублукской серии (метаэффузивы, сланцы, кварциты и др.) (PR_{1sb}); 9 — урановорудные тела; 10 — направление тектонических движений крупных блоков земной коры

аномалий, тяготеющих к узлам сочленения северо-восточных разломов с Ерминско-Горхонской северо-западной структурой. Несмотря на то, что вопросы генезиса ураноносности ермосохинской толщи являются до сих пор дискуссионными, проявившийся здесь урановорудный процесс по своему вещественному составу и околорудным изменениям имеет много общего с таковым на месторождениях Ансах и Столбовое. В частности, урановая минерализация рудопроявления Крестового, локализованного в углисто-глинистых сланцах нижнего протерозоя и тяготеющего к вышележащей песчано-конгломератовой ермосохинской толще нижнего рифея, представлена тонкорассеянным настураном в ассоциации с прожилками криптокварца и вкрапленностью пирита, халькопирита, галенита. Околорудные изменения выражены новообразованиями альбита, гидрослюда, хлорита, карбоната и гематита. В ермосохинской свите оруденение тяготеет к ее подошве — конгломератам, гравелитам и кварцитовидным песчаникам, образуя на Ильгиминском рудопоявлении пологие гнездообразные тела с настураном, браннеритом в ассоциации с кварцем, серицитом, хлоритом, карбонатом и гематитом.

На ранне-среднерифейский возраст проявления урановорудного этапа указывают абсолютный возраст оксидов урана процентных руд месторождений Столбового, Ансах и рудопоявления Пихтового, отвечающие 1.62, 1.614 ± 0.08 , 1.45, 1.26 ± 0.035 , 1.17 млрд. лет [9], приуроченность уранового оруденения к дайкам основного состава предположительно ангаульского комплекса и отсутствие руд на этих объектах в средне-верхнерифейских отложениях карагасской серии. Последние данные по абсолютному возрасту оксидов урана из рудных обломков с флангов месторождения Столбового имеют датировки 1.35–1.15 млрд. лет, что согласуется с результатами предшествующих исследований и геологическими наблюдениями (рис. 3б, в).

Таким образом, урановорудный этап на территории Присаянья был обусловлен ТМА, проявленной в ранне-среднерифейский период времени. Вероятно, именно тогда же в Присаянье были сформированы месторождения урана типа «несогласия». Нижнерифейские молассоиды, с одной стороны, являлись «покрышкой», под которой формировалось оруденение, а с другой — отвечали за его сохранность от более поздних эрозионно-денудационных процессов. Существуют и иные гипотезы ураноносности молассоидов, одна из которых связана с разрушением и

переотложением некогда существовавших в породах фундамента месторождений урана, а другая не исключает первично-осадочный генезис накопления урана в нижнерифейских отложениях, в последующем претерпевших диагенез и региональный метаморфизм. На данный момент вопросы, касающиеся генезиса и рудно-формационного типа оруденения в этих образованиях, являются дискуссионными.

Эрозионно-денудационный этап (R_2). После проявления в Восточном Присаянье процессов гипогенного рудообразования северо-западная часть территории испытывала опускание. В прибрежно-морских условиях формировался чехол Сибирской платформы — Присаянский краевой прогиб. В пределах этой части района купольные структуры подверглись активной эрозии с размывом нижнерифейской межгорной молассы и пород гранит-метаморфического фундамента, вмещавших месторождения урана. В результате некоторые рудные объекты были выведены на дневную поверхность и практически уничтожены. В районе месторождения Столбового на это указывает присутствие в метагравелитах шангулежской свиты обломков пород, сложенных криптокварцем с примесью серицита и гематита, по облику похожих на гидротермалиты, сопровождающие урановое оруденение на самом месторождении, а также валу-

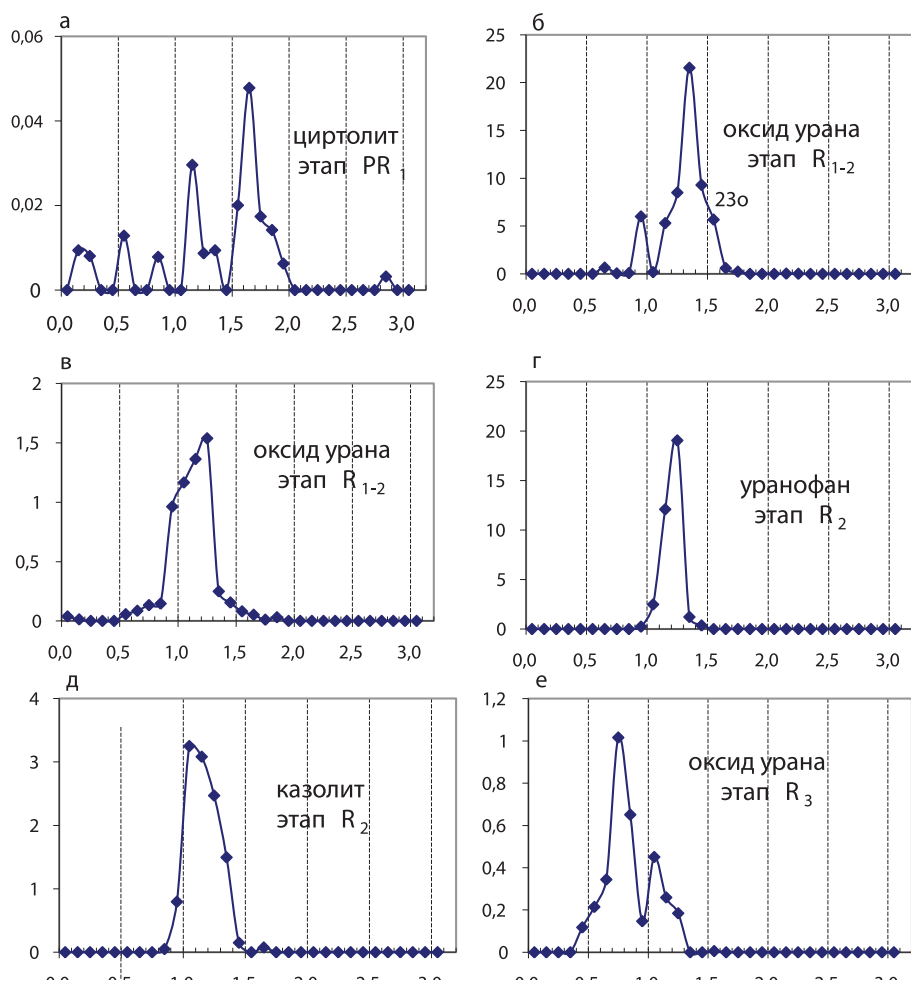


Рис. 3. Графики относительного количества радиогенного свинца (ордината) в зависимости от возраста (млрд. лет, абсцисса) U-Pb системы в исследуемой точке. Месторождение Столбовое и его фланги

нов гранитов с гематит-кварцевой минерализацией. В приповерхностных условиях остатки первичных руд были частично окислены с образованием разнообразной уранильной минерализации, в том числе казолита и уранофана с возрастaми 1.25–1.05 млрд. лет (рис. 3г, д).

Таким образом, в конце среднего рифея в северной части территории рудные объекты были выведены на дневную поверхность и на протяжении нескольких сотен миллионов лет эродировались с формированием древних зон окисления. Максимально такие процессы проявились в Бирюсинском куполе, в меньшей степени на Уватском поднятии, где руды месторождения Ансах, в отличие от Столбового, прослеживаются на глубину в несколько сотен метров. Помимо этого, о незначительном уровне эрозионного среза на Уватском поднятии свидетельствуют сохранившиеся протоплатформенные отложения нижнерифейского чехла (курятская свита), отвечавшие за сохранность уранового оруденения. В Урикско-Ийской структуре процессы разрушения проявились еще менее интенсивно, о чем свидетельствует степень сохранности рудовмещающей молассы. Именно подобные области следует рассматривать в качестве первоочередных при постановке поисковых работ на уран.

Этап перераспределения урановой минерализации (R_3).

К середине позднего рифея параллельно с процессами седиментации на регрессивной стадии развития прогиба произошло внедрение крупных масс габбро-долеритовой формации нерсинского комплекса. Наиболее интенсивно это проявлено в Присаянском прогибе в виде даек и силлов, залегающих в породах шангулежской свиты. Позднерифейский возраст базитов комплекса определяется прорыванием долеритами биостратиграфически охарактеризованных средне-верхнерифейских отложений карагасской серии и отсутствием их в верхнерифейских отложениях оселковой серии. Абсолютный возраст даек по определению Ag-Ar методом составляет 0.85–0.89 млрд. лет [1]. В дальнейшем для тех же даек была получена Sm-Nd изохрона, отвечающая возрасту 0.75 млрд. лет [8]. По-видимому, верхнерифейской ТМА обусловлено появление на Столбовом месторождении в ранее созданных концентрациях урана значений порядка 0.75–0.9 млрд. лет (рис. 3е). Подобные данные приводятся в работе Д.А. Самовича [7], где возраст уранового оруденения этого месторождения полностью датируется значениями 0.9–0.8 млрд. лет. Необходимо отметить, что на настоящий момент нет достоверной информации о проявлении уранового оруденения и гидротермально-метасоматических рудосопровождающих изменений в породах шангулежской свиты в районе месторождения Столбового.

Таким образом, в позднем рифее ТМА в виде силлов и даек основного состава привела к локальному перераспределению урановых концентраций в породах фундамента. Не исключено, что эти процессы в отдельных случаях могли способствовать переносу урана в незначительных объемах в породы средне-верхнерифейского чехла.

Повторный эрозионно-денудационный этап ($V-Q$).

С конца позднего рифея по настоящее время в пределах рассматриваемой территории произошло несколько

значимых ТМА, результатом крупнейшей из которых стало масштабное проявление внутриконтинентального вулканизма — извержение сибирских триасовых траппов. Отголоски этой ТМА могли привести к дальнейшему перераспределению урана. Возможно, косвенным подтверждением этому являются абсолютные предшественниками изотопно-свинцовым методом анализа по урановым проявлениям Долинное и др., локализованным в осадочных образованиях карагасской серии на севере Присаянского прогиба. В кайнозойе, в том числе и по настоящее время, рассматриваемая территория испытывала неоднократную тектоническую активизацию, что с одной стороны обусловило воздымание Восточно-Саянской горной области, а с другой активизировало эрозионно-денудационные процессы, следствием которых явился резко расчлененный горный рельеф. Эти многократные вертикальные подвижки существенно усилили эрозионно-денудационные процессы в пределах Присаянского прогиба, что привело к разрушению рифейских образований, а местами и пород фундамента. Скорее всего, именно так были окончательно уничтожены богатые рудные залежи на Столбовом месторождении, а установленные в фундаменте тела с бедными рудами являются корневыми частями некогда существовавших скоплений урана.

Выводы

1. Раннепротерозойский рудоподготовительный этап был связан с образованием гранито-гнейсовых купольных структур и формированием кварц-полевошпат-биотитовых и кварц-альбит-микроклиновых метасоматитов с уран-торий-редкометалльно-редкоземельной минерализацией в ослабленных зонах, создавших благоприятную среду для последующего уранового рудообразования.

2. Важное значение для рудообразования принадлежало нижнерифейским процессам осадконакопления и последующей ниже-среднерифейской ТМА с подновлением ранее сформированных ослабленных зон, внедрением базитов ангаульского комплекса, мобилизацией урана из специализированных комплексов пород и формированием ураноносных полистадийных метасоматитов и брекчий кварц-гематит-серицит-хлорит-сульфидного состава. При циркуляции ураноносных гидротерм отложения межгорной молассы нижнего рифея, возможно, служили рудоконтролирующим барьером, обусловившим образование богатых концентраций урана вблизи зоны ССН.

3. В среднерифейское время в пределах отдельных участков Присаянского прогиба активно проявились эрозионно-денудационные процессы, обусловившие частичное, а в некоторых случаях полное разрушение месторождений урана.

4. Позднерифейское время ознаменовалось подновлением ранее заложенных зон разломов с внедрением силлов и даек основного состава нерсинского комплекса и локальным перераспределением урановых концентраций.

5. С конца верхнего рифея по настоящее время территория неоднократно испытывала тектонические активизации, сопровождавшиеся воздыманием Восточ-

но-Саянской горной области и усилением эрозионно-денудационных процессов. В результате отдельные месторождения урана типа «несогласия» были повторно выведены на дневную поверхность, уничтожены и лишь некоторые объекты сохранились до настоящего времени. Индикатором сохранности месторождений служит наличие нижнерифейских отложений межгорной молассы. Исследование таких обстановок является главной и первоочередной задачей при проведении поисковых работ на уран в Восточном Присаянье.

Представленный макет эволюционно-геологической модели предлагает по-новому взглянуть на генезис и историю развития ряда урановорудных объектов Восточного Присаянья. Ее адаптирование к геологическим и ландшафтно-геоморфологическим условиям территории позволит выделить перспективные площади ранга рудного поля — рудного узла для постановки поисковых работ на «слепое» и слабо проявленное урановое оруденение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гладкочуб Д.П., Скляров Е.В., Мазукабзов А.М. и др. Неопротерозойские дайковые рои Шарыжалгайского выступа — индикаторы раскрытия Палеоазиатского океана // Доклады РАН. — 2000. — Т. 375. — № 4. — С. 504–508.
2. Долгушин А.П., Черкасов Г.Н. Перспективы выявления богатого уранового и золото-уранового оруденения в Северо-Енисейском и Восточно-Саянском регионах / Геология и минерально-сырьевые ресурсы Центральной Сибири и прилегающих территорий: Матер. науч.-пр. конф. — Красноярск: ОАО Красноярскгеолсъемка, 2007. — С. 239–245.
3. Домышев В.Г., Лепин В.С. О возрасте древних базитов Присаянья / Геология, тектоника и рудоносность докембрия Сибирской платформы и ее обрамления. Геохронология. — Иркутск, 1987. — С. 227–228.
4. Макарьев Л.Б., Шувалов Ю.М. Перспективы выявления комплексного уранового оруденения в позднепротерозойских несогласиях юга Восточной Сибири // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — М.: ВИМС, 2000. — Вып. 141. — С. 26–28.
5. Орлов М.В., Чесноков Л.В., Шашорин Б.Н. и др. О необходимости активизации поисковых работ на уран в Центральном Присаянье // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — М.: ВИМС, 2006. — Вып. 150. — С. 17–26.
6. Орлов М.В., Чесноков Л.В. Сравнительные особенности геологического строения и факторов ураноносности Центрального Присаянья и купола Нанамбу (сев. Австралия) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — М.: ВИМС, 2004. — Вып. 145. — С. 154–172.
7. Самович Д.А. Минерально-сырьевая база юга Восточной Сибири // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — М.: ВИМС, 2005. — Вып. 148. — С. 117–129.
8. Скляров Е.В., Гладкочуб Д.П., Мазукабзов А.М. и др. Геологические комплексы южной краевой части Сибирского кратона — индикаторы эволюции неопротерозойского суперконтинента. Интернет ресурс: elpub.wdcb.ru/journals/rjes/v05/tje03125/text-end.doc. (20.12.2014).
9. Чесноков Л.В., Нечелюстов Г.Н., Сумин Л.В. Ассоциация, состав и возраст оксидной урановой минерализации в Присаянье // Минеральное сырье. — 1997. — № 1. — С. 101–111.
10. Sklyarov E.V., Gladkochub D.P., Mazukabzov A.M. and other. Geologic complexes of the southern marginal part of the Siberian Craton as indicators of the Neoproterozoic supercontinent evolution. Russian Journal of Earth Sciences. Vol. 5, No. 4, August 2003. Интернет ресурс: <http://elpub.wdcb.ru/journals/rjes/v05/tje03125/tje03125.htm> (10.01.2015)

© Коллектив авторов, 2015

Бабкин Николай Яковлевич // vims@df.ru
Гребенкин Николай Анатольевич // vims@df.ru
Долгушин Александр Павлович // dolgushin1960@mail.ru
Зайцев Сергей Устинович // zaytcev-sosnovgeo@mail.ru
Корявко Анатолий Иванович // vims@df.ru
Куличенко Виктор Михайлович // vims@df.ru
Мельников Сергей Иванович // vims@df.ru

Данковцев Р.Ф., Шашорин Б.Н., Выдрич Д.Е.
(ФГУП «ВИМС»)

ГЛУБИННЫЕ РУДОФОРМИРУЮЩИЕ ЭНЕРГО-МАГМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА И БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

*На основе разработанной в ВИМС оригинальной модификации спектрально-корреляционного анализа исходных гравиметрических данных, их геологической и металлогенической интерпретации, выделены мантийные и внутрикоровые очаги разуплотнения (астенолинзы, серпентинит-ультрабазитовые бассейны, магматические резервуары), являющиеся энергетическими центрами (источниками) эндогенного рудообразования. **Ключевые слова:** глубинно-плотностной анализ, астеносферные диапиры, направления термофлюидного транзита.*

Dankovtsev R.F., Shashorin B.N., Vydrich D.E. (VIMS)

DEEP ORE-FORMING ENERGY-MAGMATIC SYSTEM OF THE YENISEI RIDGE AND BAIKIT ANTECLISE

*Based on the original VIMS modification of spectral-correlation analysis of the baseline gravimetric data, geological and metallogenic interpretation allocated mantle and nutricology pockets decompression (asthenolense, serpentinite-ultrabasic pools, magmatic reservoirs), which is the energy centers (sources) of endogenous mineralization. **Key words:** depth-density analysis, asthenospheric diapir, directions thermofluids transit.*

Разработанная в 1980-х годах в ФГУП «ВИМС» оригинальная модификация спектрально-корреляционного анализа исходных гравиметрических данных (способ ГРАВИСКАН) много лет использовалась для глубинно-плотностного «зондирования» рудоносных территорий [3, 4, 7] и выявления глубинно-геологических критериев прогноза крупных и уникальных месторождений урана, золота и других полезных ископаемых на основе изучения эталонных объектов ведущих металлогенических провинций мира [9–12].

Из проведенных сопоставлений глубинно-плотностных (ГП) моделей с другими геофизическими материалами проявилась их наиболее эффективная корреляция с данными магнитно-теллурических зондирований (на наиболее глубоких, подкоровых уровнях) и сейсмическими разрезами в модификации МОВ ОГТ (на всех уровнях кровли верхней мантии и земной коры [5]).

Сопоставимость результатов глубинно-плотностных и сейсмических исследований в современных модификациях, с учетом их подтвержденности сверхглубоким бурением (Кольская скважина СГ-3), является убедительным аргументом правомочности использования способа ГРАВИСКАН в целях изучения глубинного строения недр, разработки более объективных моделей рудогенеза и выявления качественно новых глубинно-геологических критериев прогноза и поисков эндогенных рудных месторождений. Методологические принципы, разработанные в ФГУП «ВИМС» исследований, состоят в следующем:

1. Стержневой основой модели эндогенного рудогенеза в объеме земной коры является глубинная рудо-