

Подстилающие породы представлены лейкократовыми гранитами и гранодиоритами амананского комплекса раннемезозойского возраста. Их выходы на поверхность устанавливаются на водораздельной части. С поверхности площадь покрыта делювиальными свалами гранитов, а в пойме р. Орогочи и ее притоков — озерно-болотными отложениями (почвы, илы, торфа, пески с органикой), дресвяниками и высокорadioактивной корой выветривания по чернокварцевым гранитам.

По данным поверхностных геофизических работ, проведенных в профильном варианте, выделены тектонические нарушения нескольких направлений, высказано предположение о возможности выявления здесь слепых рудных тел эндогенного характера в связи с тектоническими нарушениями. В целом Орогочинское рудопоявление расположено в пределах сложно построенного тектонического узла с очень активной гидродинамикой. Вдоль террасообразных уступов проявлены многочисленные источники с повышенными содержаниями урана в воде. Самые высокие концентрации урана $2 \cdot 10^{-3}$ – $5 \cdot 10^{-4}$ г/л находятся в пределах месторождения. Очень высокое содержание урана в поверхностных водах р. Орогочи до 2 – $5 \cdot 10^{-6}$ г/л, что на порядок выше, чем в бассейне р. Сиротинка и на два порядка выше, чем в остальной гидросети района (рис.5).

Рудная залежь вскрыта 4 линиями буровых скважин, пройденными через 200–250 м с расстоянием между скважинами в линиях в 30–80 м. Залежь, выделенная при бортовом содержании урана 0,01 %, имеет овальную форму, при этом восточный фланг не оконтурен. Ее протяженность в направлении, нормальном к положению профилей, составляет 800 м. Средняя ширина залежей в профилях — 480 м. Средняя мощность — 1,42 м при среднем содержании — 0,1107 %.

Расчет прогнозных ресурсов при вышеперечисленных параметрах рудной залежи составляет в поверхностных рудах более 1000 т. Погребенные руды установлены только в профиле буровой линии № 5 и составляют 16,7 т.

Геолого-экономическая оценка месторождений Каренгской площади в соответствии с геологическим заданием была выполнена специалистами ВИМСа в 2011–2014 гг. по укрупненным показателям и выявила, что при капитальных затратах 12,5 млн. долл. США, сроке отработки 6 лет, норме внутренней прибыльности 17 %, минимальный запас руды составляет от 761 тыс. т (при цене урана 80 долл. США за кг) до 371,5 тыс. т (при цене урана 200 долл. США за кг). Фактически запас руды на момент проведения оценки на месторождении Орогочи составлял около 1 млн. т при среднем содержании 0,1107 % урана, и на месторождении Сиротинка — около 2 млн. т при среднем содержании 0,0693 %. Это позволяет сделать предварительный вывод о возможности создания рентабельного добычного предприятия на базе запасов двух месторождений, даже при современном низком уровне цен (90–100 долл./кг).

Однако изученность этих объектов остается недостаточной для выполнения технико-экономических расчетов, отвечающих стадии ТЭО-освоения. Сырьевой потенциал района, определяемый ресурсами кат. Р₁, реализован далеко не полностью. Технология руд из-

учена предварительно и только под способ кучного выщелачивания, который может оказаться не оптимальным. Методика поисков и оценки рудных скоплений с сильно смещенным равновесием не отработана.

Представляется целесообразным продолжить изучение ураноносности Каренгского района за счет госбюджетных ассигнований или средств недропользователей с целью полной оценки его промышленного потенциала, как перспективного источника дешевого урана в стране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aikas O., Seppanen H. and others Young uranium deposits in peat Finland an orientation study / Geologian Tutkiakeskus. Geol.survey of Finland. — 1984.
2. Cameron C. and others Some control of trace-elements, especially uranium in select of peat deposits of Vermont and New Hampshire / US Geol. survey 86–361, 1988.
3. Dahlkamp F. Uranium deposits of the world. — Vol. 2. — USA and Lat. America.
4. Gulbert R., Leighton D. Young uranium // Ore geology reviews. — 1988 — № 3.

© Пешков П.А., Суматов Ю.М., Шумилин М.В., 2015

Пешков Петр Александрович // vitimgeoprom@rambler.ru
Суматов Ювеналий Максимович // sumatov@rambler.ru
Шумилин Михаил Владимирович // shumilin.zbk@gmail.com

УДК 553.495(571../5)

Долгушин А.П., Царук И.И. (ФГУП «Урангео»)

УРАНОВОРУДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЦЕНТРАЛЬНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА

*Охарактеризованы основные урановорудные районы Центрально-Сибирского региона с выделением основных типов уранового оруденения, включая параметры рудных залежей и запасы. Указано, что наиболее перспективными урановыми месторождениями являются песчаниковый в проницаемых отложениях мезозойско-кайнозойского возраста и типа «несогласий» в докембрийских породах. Месторождения типа «несогласий» приурочены к крупным архейско-раннепротерозойским тектоно-выступам фундамента Сибирской платформы. Месторождения «песчаникового» типа выявлены в краевой части Западно-Сибирской плиты и связаны с зонами пластово-грунтового окисления. Отмечено, что большой интерес представляют стратиформные уран-сульфидные залежи протяженностью первые километры в девон-карбоновых отложениях палеозойских впадин Тувы и Минусы, которые в настоящее время могут рассматриваться в качестве объектов добычи открытым способом или с применением ПВ малыми предприятиями. **Ключевые слова:** Центрально-Сибирский регион, уран, урановорудный район, тип оруденения «песчаниковый» и «несогласий», ресурсы и запасы, рудная залежь.*

Dolgushin A.P., Tsaruk I.I. (Urango)

URANIUM POTENTIAL OF THE CENTRAL-SIBERIAN AREA

This article describes main uranium regions of Central-Siberian area and allocations of main types of uranium mineralization, including an ore run parameters and resources. It is shown

that the most attractive uranium deposits for exploration are those sandstone-type in the Mesozoic-Kainozoic sediments and those of unconformity-type in pre-Cambrian rocks. Unconformity-type deposits are associated with big Archean-Proterozoic tectonic protrusion of the basement. Sandstone-type deposits have been found in the selvage of West-Siberian plate and they are connected with the oxidized zones. It has been noted, that Stratiform sulfidic uranium ore runs of the main interest. They have the first kilometers of length in the Devon-Carbon sediments of Paleozoic depressions in Tuva and Minus. These deposits can be deemed as objects for open cast mining or for ISL by junior companies. **Key words:** Central-Siberian area, uranium, uranium area, unconformity-type, sandstone-type, reserves, resources, ore run.

Центральная Сибирь включает Красноярский и Алтайский края, Республики Алтай, Тыва и Хакасия, Томскую, Новосибирскую и Кемеровскую области Российской Федерации, общей площадью 3 млн. км². В экономическом отношении наиболее высоко развиты южные районы, относящиеся к Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому, имеющие разветвленную сеть железных и автомобильных дорог и обеспеченные электроэнергией Саяно-Шушенской и Красноярской гидроэлектростанциями.

Сложное геологическое строение Центральной Сибири обусловлено расположением территории на стыке крупных разновозрастных геологических структур: Западно-Сибирской плиты, Сибирской платформы и Монголо-Охотского складчатого пояса.

Специализированное на уран изучение Центральной Сибири было начато СУ «Енисейстрой» МВД СССР в 1945 г. и продолжалось Березовской экспедицией 1 ГГУ, спецпартиями Западно-Сибирского, Красноярского геологических управлений, научными организациями ВСЕГЕИ, ВИМС, Академией наук.

В результате проведенных работ были выделены урановорудные районы, перспективные площади, месторождения и рудопроявления урана различных генетических типов. В регионе было выявлено 34 месторождения урана и большое количество рудопроявлений, которые расположены в 12 урановорудных районах. Несмотря на высокую перспективность, многие урановорудные объекты и перспективные площади остались слабо изученными. Все выявленные урановые объекты территории Центральной Сибири можно сгруппировать в 4 основные группы:

типа «несогласий» в докембрийских породах;

песчаникового типа в проницаемых отложениях мезозойско-кайнозойского возраста (пригодные для ПВ);

осадочно-диагенетические (стратиформные) в отложениях палеозойских впадин;

гидротермальные неясного генезиса.

Первые две группы месторождений в настоящее время наиболее востребованы промышленностью и на рис. 1 показаны черным цветом. Месторождения типа «несогласий» характеризуются очень высокими содержаниями урана и компактными рудными залежами, что уменьшает затраты на добычу металла. Месторождения песчаникового типа пригодны для добычи методом подземного выщелачивания, низкая стоимость которого обуславливает высокую рентабельность добычных предприятий.

Месторождения типа «несогласий» приурочены к крупным архейско-раннепротерозойским тектоновыступам фундамента Сибирской платформы и группируются в 4 урановорудных района: Северо-Енисейский, Приенисейский, Южно-Енисейский и Бирюсинский [3, 4].

Наиболее крупным по ресурсам урана и наиболее продуктивным по количеству выявленных объектов

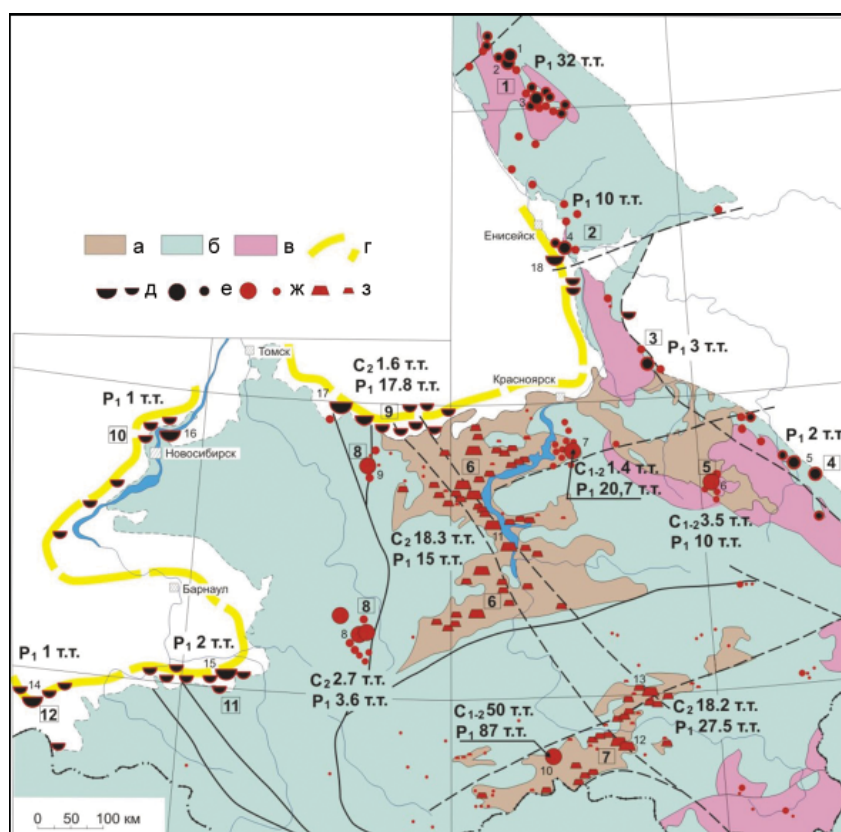


Рис. 1. Схема ураноносности Центрально-Сибирского региона: а — впадины, наложенные PZ₂₋₃; б — складчатые области R₃-PZ₁; в — выступы фундамента AR-PR₁; г — зоны пластового окисления в рыхлых MZ отложениях; д-е — месторождения и рудопроявления урана: д — песчаникового типа, пригодные для ПВ, ж — типа «несогласий» в докембрийских породах, з — гидротермальные, е — стратиформные в песчаниках PZ впадин; 1-18 (см. на схеме) — основные месторождения урана: 1 — Олень; 2 — Кедровое; 3 — Осинское; 4 — Костылевское; 5 — Столбовое, Ансх; 6 — Рябиновое, Магнитное, Чагинское; 7 — Солонечное, Рассохинское; 8 — Лабышское, Базасское, Шерегешевское; 9 — Скалистое, Светлое; 10 — Карасугское, 11 — Приморское, Тигир-Тайшенское, Оглажинское, Чалгызхырское, Бол. Сибигур и др.; 12 — Онкажинское, Восточно-Онкажинское; 13 — Усть-Уюк; 14 — Михайловское; 15 — Смоленское; 16 — Пригородное; 17 — Малиновское, Тыштымское; 18 — Новое. Урановорудные районы (цифры в квадратах): — 1 — Северо-Енисейский, 2 — Приенисейский, 3 — Южно-Енисейский, 4 — Бирюсинский, 5 — Агульский, 6 — Минусинский, 7 — Тувинский, 8 — Кузнецко-Алатаусский, 9 — Мариинский, 10 — Приобский, 11 — Рубцовский, 12 — Михайловский

типа «несогласий», является Северо-Енисейский рудный район, расположенный в северной части Енисейского Кряжа. Здесь выявлено 3 мелких месторождения урана и многочисленные рудопроявления, проявления, которые расположены в узкой полосе налегания рифейского чехла на архейско-раннепротерозойские поднятия с гранито-гнейсовыми куполами и горизонтами углеродистых сланцев.

По данным авторской экспертной оценки 1993 г. (ПГО «Березовгеология») общий объем ресурсов и запасов кат. C_2+P_1 составляет около 32 000 т, которые сосредоточены в трех месторождениях: Олень (13 000 т при C_{cp} 0,07 %), Кедровое (10 000 т при C_{cp} 0,068 %) и Осиновское (9 тыс. т при C_{cp} 0,065 %).

Урановое оруденение выявлено [1, 3] как в породах фундамента (месторождения Осиновское, рудопроявления Кутукаское, Ясное, Ногатинское, Вексельное), так и в рифейских терригенно-вулканогенных породах, залегающих выше зоны несогласия (месторождения Олень, Кедровое, рудопроявления Тейское, Медвежье, Дубовое).

Наибольший интерес имеют сложно построенные линзообразные тела, выявленные в зоне ССН на границе рифейских песчаников и углеродсодержащих сланцев нижнего протерозоя на Марсаловском рудопроявлении, а также пластообразные, грибообразные рудные тела в серицитолитовых (иллитовых) метасоматитах по метапесчаникам, метаконгломератам рифея на Оленьем месторождении [1]. Урановорудные зоны прослеживаются на расстояние от 0,8 до 2 км при ширине до 100–200 м. Руды настур-коффинитовые часто содержат золото. Содержание урана от 0,03–0,1 до 17 %.

Отсутствие масштабных объектов данной формации в значительной мере может объясняться слабой степенью изученности урановорудных зон бурением с учетом небольших размеров у выявленных месторождений канадского типа в зоне ССН. Другие рудные районы, где выявлены признаки уранового оруденения типа «несогласий», изучены крайне слабо или в них еще продолжаются поисковые работы (Бирюсинский рудный район), что не позволяет в настоящее время делать какие-либо выводы об их перспективности. Однако в настоящее время уже выявлены признаки богатого уранового оруденения на Восточном Саяне в Бирюсинском рудном районе, где зафиксированы механические развалы обломков богатых руд с содержанием урана 2–29 %.

Имеющиеся материалы о проявлении уранового оруденения типа «несогласий» в докембрийских породах в Центральной Сибири указывают на высокие перспективы выявления промышленно значимых месторождений. Наиболее перспективными регионами для этого являются Бирюсинский и Северо-Енисейский рудные районы.

Урановое оруденение в мезозойско-кайнозойских сероцветных терригенных отложениях выявлено в краевой части Западно-Сибирской плиты и связано с зонами пластово-грунтового окисления. Имеются признаки проявленности гидрогенного оруденения и краевой части Сибирской платформы (месторождение Новое) вблизи горно-складчатых поднятий Южно-

Енисейского кряжа, но крайне низкая изученность этого региона не позволяет оценить его перспективы.

Урановорудные объекты с гидрогенным урановым оруденением в рыхлых отложениях Западно-Сибирской плиты расположены в узкой полосе, которая протягивается более чем на 1000 км вдоль всего северного склона Алтае-Саянской горно-складчатой области [2]. Ширина полосы не более 50–70 км. Здесь выявлено 4 урановорудных района с гидрогенным оруденением — Мариинский, Приобский, Рубцовский и Михайловский, которые приурочены к участкам погружения под платформенный чехол ураноносных пород фундамента.

Урановое гидрогенное оруденение приурочено как к границе выклинивания региональной зоны пластового окисления, так и локализуется в палеорусловых структурах.

На юге региона в глинистых и песчано-глинистых отложениях неогена и верхнего палеогена Кулундинской впадины на небольшой глубине фиксируются ураноносные зоны с содержанием урана 0,01–0,06 %. Повышенные содержания урана приурочены к границе выклинивания региональной зоны грунтового-пластового окисления (ЗПО), которая прерывистой полосой протягивается вдоль всего горно-складчатого обрамления Алтая. В благоприятных геолого-структурных обстановках на пересечении региональной ЗПО с палеорусловыми структурами сформированы рудные залежи Михайловского (внутриформационные палеорусла) и Смоленского (базальные палеодолины) месторождений с ресурсами урана 1–2 тыс. т. На Михайловском месторождении фронтальная часть ураноносной зоны окисления прослеживается на 80 км и вмещает рудные залежи длиной от 2 до 15 км при ширине около 100 м (рис. 2). Содержание урана от тысячных долей процента до 0,068 при среднем — 0,012 %. Рудоносными являются аллювиальные отложения дельтовой фации — сероцветные и окисленные пески, алевролиты, глины и лигниты. Ресурсы урана в центральной, наиболее изученной бурением части месторождения, протяженностью около 10 км, составляют 600 т. Фланги ураноносной зоны окисления бурением изучены слабо.

В Рубцовском рудном узле выявлена целая сеть врезанных в высокорadioактивные граниты фундамента палеодолин базального типа с ураноносными зонами. К одной из таких долин, протяженностью около 10 км при ширине 1–3 км и глубине вреза 20–70 м, приурочено Смоленское месторождение с урановыми залежами в базальной части палеорусла. Палеодолина выполнена аллювиальными отложениями верхнеолигоцен-нижнемиоценового возраста и перекрыта глинистыми отложениями верхнего неогена. Центральная рудная залежь имеет лентообразную форму, протяженностью более 5,0 км при ширине 150–350 м и мощности 0,7–11,0 м. Содержание урана в рудах составляет 0,005–0,082 %, реже до 0,119 % на участках скопления углефицированных растительных остатков. Абсолютный возраст около 90 млн. лет. Ресурсы урана кат. P_1 составляют 1,5 тыс. т при содержании урана 0,02 %.

Другие палеодолины, в том числе более крупные (Рубцовская), изучены бурением очень слабо (2–3 скважины

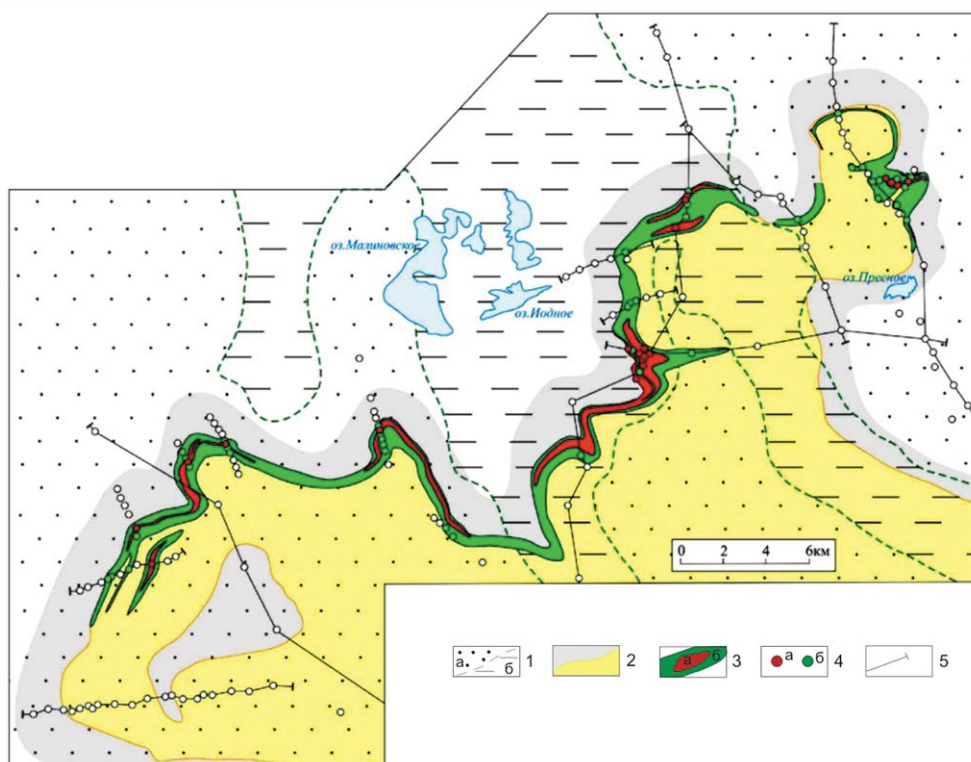


Рис. 2. Ураноносные зоны Михайловского месторождения урана: 1 — верхнепалеогеновые отложения: а — песчаные, б — алевро-глинистые; 2 — граница окисленных и сероцветных пород; 3 — ураноносные зоны с содержанием урана: а — более 0,01 %, б — 0,005–0,01 %; 4 — скважины колонкового бурения, вскрывшие оруденение: а — балансовое, б — забалансовое; 5 — линии буровых профилей

на палеодолину), но в них имеются признаки урановой гидрогенной минерализации в связи с выклиниванием зон окисления, что указывает на необходимость их дальнейшего изучения.

В Приобском рудном районе также выявлена сеть палеодолин, врезанных в верхнепалеозойские границы, в одной из которых выявлено Пригородное месторождение урана [2]. Рудовмещающие лигнитоносные аллювиальные пески среднего олигоцена мощностью до 12,5 м вмещают рудную залежь протяженностью 3,2 км, шириной 400 м и мощностью 0,8–9,1 м. Выше залежи залегает горизонт водоупорных глин мощностью 3–4 м. Содержания урана от 0,01 до 0,1 %. Ресурсы урана кат. P_1 оцениваются в 1 тыс. т при среднем содержании урана 0,027 %. Близповерхностное залегание, хорошая выщелачиваемость и благоприятные горно-технические условия добычи урана на этих небольших объектах позволяют рассматривать их в качестве перспективных для добычи малыми предприятиями.

В Мариинском рудном районе выявлены базальные палеодолины, выполненные проницаемыми юрскими отложениями, в которых фиксируются многочисленные признаки урановой минерализации в связи с выклиниванием зон окисления. В наиболее крупной из них, Малиновской палеодолине, протяженностью 50 км при ширине 1–3 км, выявлено одноименное месторождение урана (рис. 3). Палеодолина врезана в породы фундамента на глубину от 70 до 300 м и выполнена хорошо проницаемыми аллювиальными отложениями

ями верхней юры-нижнего мела мощностью 70–120 м, которые перекрыты глинами нижнего мела мощностью 50–100 м. Урановорудная пласто-, роллообразная залежь месторождения имеет протяженность 30 км при ширине 100–500 м. Содержание урана в залежи составляет от 0,01 до 0,4 % на мощность от 1,5 до 24,4 м. Запасы по кат. C_{1+2} оцениваются в 1,606 тыс. т при среднем содержании урана 0,059 %, прогнозные ресурсы кат. P_1 оценены в 5,928 тыс. т при среднем содержании урана 0,043 %, которые могут быть увеличены при более детальном бурении. На Малиновском месторождении был выполнен натурный опыт по подземному выщелачиванию, который подтвердил возможность получения промышленных концентраций урана в продуктивных растворах с извлечением урана (95 %) слабыми серноокислотными

растворами. Месторождение является наиболее перспективным объектом для начала добычных работ и указывает на промышленную рудоносность палеорудословых структур в этом регионе.

Вблизи Малиновского месторождения выявлено Тыштымское месторождение в палеодолине протяженностью 8 км при ширине до 3 км. Рудная залежь Тыштымского месторождения прослежена бурением на 5 км при ширине 0,4–1,0 км и локализована в песчаных отложениях баженовской свиты верхней юры-нижнего мела. Содержание урана колеблется от 0,01 до 0,8 % на мощность от 1,0 до 5,5 м. Прогнозные ресурсы и запасы месторождения не оценивались из-за слабой изученности бурением.

Отдельные урановые залежи в рыхлых проницаемых мезозойских отложениях фиксируются и в Приенисейском рудном районе вблизи горно-складчатого обрамления. Здесь выявлено месторождение урана Новое, которое приурочено к границе выклинивания грунтово-пластового окисления в среднеюрских отложениях вблизи поверхности. Рудная залежь протяженностью 7,0 км при ширине 600 м локализована в песчано-алевритовых отложениях с лигнитами и бурыми углями. Мощность рудной залежи составляет 1,8 м при содержании урана 0,043 %. Прогнозные ресурсы урана кат. P_1 оцениваются в 4,25 тыс. т при среднем содержании урана 0,027 %.

Наибольшая ураноносность на квадратный километр площади выявлена в изолированных верхнепалеозойских вулканогенно-осадочных впадинах, где выяв-

лены Минусинский и Тувинский урановорудные районы с многочисленными мелкими месторождениями и рудопроявлениями [5], которые объединяются в крупные ураноносные зоны, протягивающиеся на десятки километров.

Основными типами уранового оруденения в этих впадинах являются:

стратиформное уран-сульфидное в пестроцветных молассоидных отложениях впадин (месторождения Приморское, Тигир-Тайшенское, Оглахтинское, Чалгызхырское, Бол. Сибигур);

фосфор-урановое в прибрежно-морских, лагунных и озерных отложениях (месторождения Монастыревское, Кызынджуйское, Тумнинское, Юрган);

молибден-урановое в вулканогенных образованиях восточной части Северо-Минусинской впадины (месторождения Солонечное, Рассохинское, Кемчуг).

Наибольший интерес в настоящее время представляют стратиформные уран-сульфидные залежи протяженностью первые километры в девон-карбонных отложениях палеозойских наложенных впадин.

Приморское месторождение является типичным представителем стратиформного уранового оруденения, приуроченного к углефицированным, реже фосфатизированным пестроцветным песчаникам и алевролитам верхнего девона [5]. Ореол повышенной ураноносности (более 0,01 % урана) прослежен на 10 км при средней ширине 3 км. Выявлено 7 рудных залежей протяженностью 1,0–3,3 км при ширине 0,2–1,6 км с содержанием урана от 0,035 до 3,9 %. Рудные залежи локализуются на глубине от 0–30 м до 355 м и характеризуются часто субгоризонтальным залеганием с углами падения рудовмещающих пластов 0°–12°, реже — 25–30°. Руды тонкодисперсные и коллоидно-дисперсные настуран-коффинитовые с молибденитом. Запасы урана по кат. C_{1+2} составляют 7,74 тыс. т при среднем содержании урана 0,26 %, в том числе 5,038 тыс. т со средним содержанием урана 0,57 %. Прогнозные ресурсы кат. P_1 оцениваются в 2,361 тыс. т. Руды высококонтрастные и особо контрастные. По результатам лабораторных технологических исследований по содово-сорбционной схеме извлечение урана составляет 89,6–97,6 %.

Более мелкие урановорудные объекты стратиформного типа имеют сходные условия залегания и локализации оруденения. Прогнозные ресурсы урана на этих объектах оцениваются (каждого) в 2–4 тыс. т по кат. P_1 и 1–2 тыс. т по кат. C_{1+2} при среднем содержании урана около 0,1–0,05 %.

В Тувинской впадине выявлено большое количество небольших урановорудных объектов стратиформного типа, формирующих Тувинский урановорудный район. Наиболее крупными из урановых объектов этого типа являются Онкажинское и Восточно-Онкажинское месторождения, которые расположены в 20 км к северу от кобальтового рудника Хову-Аксы [5]. Урановое оруденение выявлено в песчаниках, алевролитах, туфах и конгломератах нижнего карбона, полимиктовых песчаниках верхнего девона, обогащенных углефицированными растительными остатками. Ураноносные зоны прослежены на 1200–3300 м при ширине 100–200 м и вмещают линзопластообразные рудные залежи с настуран-коффинитовыми рудами, полиметаллами, золотом и серебром. Содержание урана в них составляет от 0,01 до 11,0 %.

Рудные залежи Онкажинского месторождения характеризуются крутыми углами падения 40–60°, Восточно-Онкажинского — 70–80°. Запасы урана кат. C_2 по Онкажинскому и Восточно-Онкажинскому месторождениям в целом — 5 тыс. т при среднем содержании урана 0,33 %. Ресурсы кат. P_1 оцениваются в 21 тыс. т. Крутые углы залегания рудных залежей обусловили остановку дальнейшего изучения и оценки месторождений, однако не исключается наличие других подобных месторождений

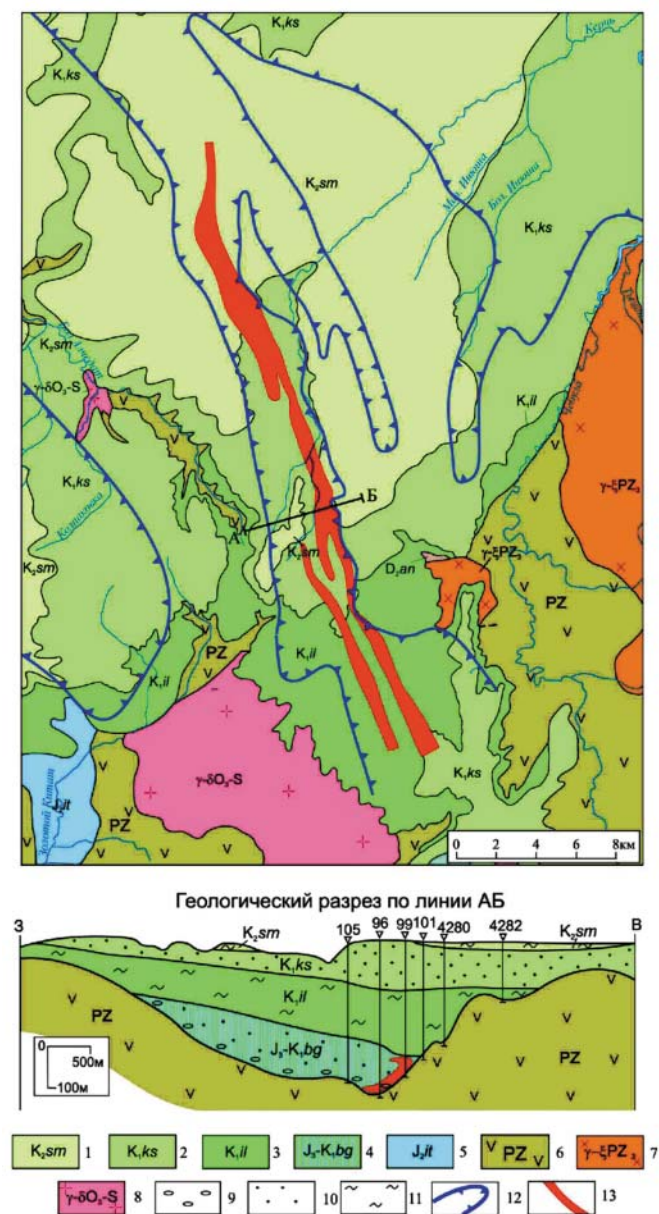


Рис. 3. Малиновское месторождение урана: 1–5 — мезозойские отложения плитного комплекса: 1 — пески, галечники сымской свиты верхнего мела, 2 — пестроцветные пески, глины кийской свиты нижнего мела, 3 — пестроцветные глины илекской свиты нижнего мела, 4 — рудовмещающие пестроцветные песчано-глинистые верхнеюрско-нижнемеловые отложения, 5 — сероцветные угленосные глинисто-песчаные отложения итатской свиты; 6–8 — породы фундамента: 6 — палеозойские вулканы, 7 — верхнепалеозойские граниты, 8 — нижнепалеозойские граниты; 9 — галечники; 10 — пески; 11 — глины; 12 — границы палеодолины; 13 — рудная залежь

в пределах Тувинского прогиба в более благоприятных геолого-структурных обстановках с пологими углами залегания рудовмещающих отложений.

В северо-восточной части Тувинского прогиба расположено Усть-Уюкское месторождение, рудные залежи которого локализованы в терригенных отложениях среднего девона (рис. 4). Пласто- и лентообразные рудные залежи прослеживаются в песчаниках на первые километры [5] и вмещают пласто-, и линзообразные рудные тела размером от $1,5 \times 5,0$ м до 100×200 м с высокими содержаниями урана (около 0,1 %). Отдельные лентообразные рудные залежи протягиваются на 1–2 км при мощности 5–6 м и содержании урана до 0,09 %. Урановые руды настуран-коффинитовые с повышенным содержанием полиметаллов, молибдена, золота и серебра. Запасы урана по кат. C_{1+2} по месторождению составляют 13,2 тыс. т при содержании урана 0,09 %, прогнозные ресурсы кат. P_{1+2} оцениваются в 13,4 тыс. т.

В Тувинском прогибе выявлены комплексные месторождения урана, одно из которых, Карасугское, расположено в северо-западной части прогиба и приурочено к крутопадающим телам брекчий эруптивно-го типа [5]. Крутопадающие брекчии (карбонатиты) вмещают пласто- и трубообразные рудные тела урановых, железных, редкоземельных (цериевая группа), баритовых, флюоритовых руд с полиметаллами, золотом и серебром. Размер рудных тел от 170×30 м до 1550×165 м. Средние содержания урана составляют, в %: 0,019 (0,005–2,34); железа — 28,1; флюорита — 9,6; барита — 16,7; суммы оксидов редких земель — 1,07. Практически все рудные компоненты являются полезными и предполагают комплексное извлечение. Запасы урана в комплексных рудах Карасугского месторождения по кат. C_{1+2} составляют 50,8 тыс. т, ресурсы кат. P_1 оцениваются в 87,4 тыс. т при среднем содержании урана 0,02 %. На Карасугском месторождении отработка рудных тел возможна открытым способом с простой технологической схемой переработки руд, что значительно повышает рентабельность работ на объекте.

Многочисленные гидротермальные месторождения, выявленные в палеозойских эффузивах и сланцах, характеризуются крутым залеганием и небольшим размером рудных тел, жильно-гнездово-вкрапленным характером оруденения и рядовыми (0,07–0,1 %) содержаниями урана. Месторождения приурочены, как правило, к зонам крупных разломов и выявлены в двух рудных районах: Кузнецко-Алатаусском (месторождения Шергешевское, Базасское, Лабышское, Каракольское,

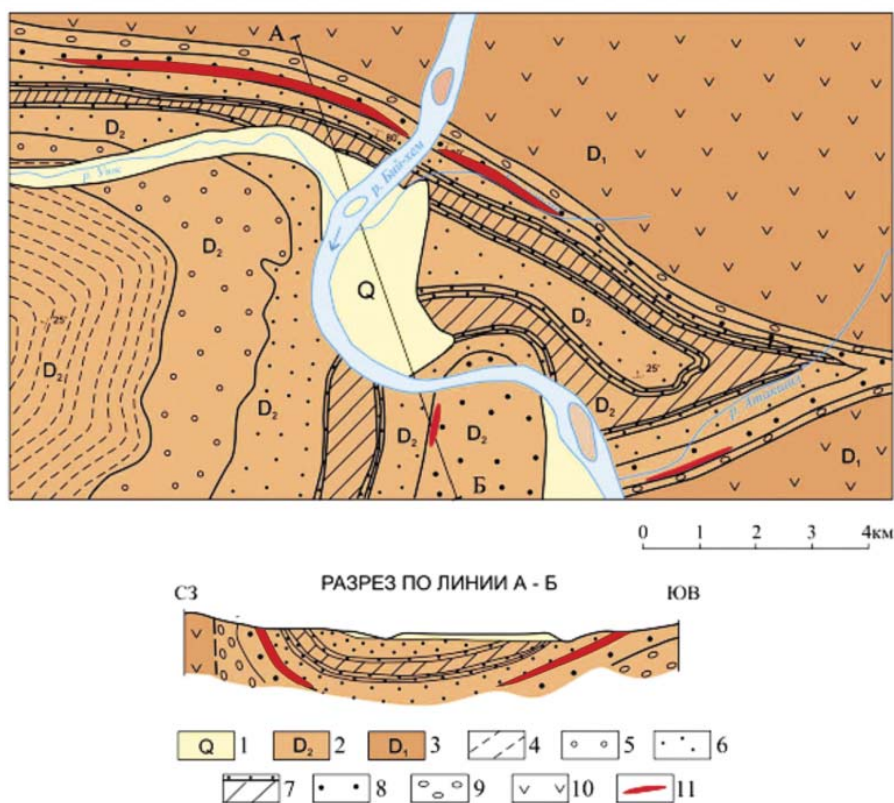


Рис. 4. Месторождение урана Усть-Уюк: 1 — четвертичные отложения; 2–10 — рудовмещающие девонские отложения: 2 — терригенные, 3 — эффузивные, 4 — алевриты, 5 — песчано-гравийные отложения, 6 — песчаники, 7 — известняки, 8 — гравелиты, 9 — конгломераты, 10 — туфы; 11 — урановорудные залежи

Скалистое, Светлое) и Агульском (месторождения Рябиновое, Магнитное, Чагинское). Все месторождения мелкие и характеризуются запасами (каждого) по кат. C_{1+2} 0,3–2 тыс. т и прогнозными ресурсами кат. P_1 в количестве 1–2 тыс. т при среднем содержании урана 0,1 %. Добыча урана на этих объектах возможна только подземным способом, что в настоящее время является экономически не выгодным из-за малых запасов урановых руд месторождений.

Выводы:

1. Центрально-Сибирский регион имеет значительный урановорудный потенциал, включая наиболее востребованные в мире руды типа «несогласий» и песчаникового типа.
2. На территории Центрально-Сибирского региона выявлено 12 потенциальных урановорудных районов, большая часть из которых в настоящее время слабо изучена и в пределах которых могут быть выявлены новые, в том числе крупные месторождения урана.
3. Наиболее перспективными рудными районами для выявления новых месторождений на территории Центрально-Сибирского региона являются: Северо-Енисейский и Бирюсинский (месторождения типа «несогласий»); Минусинский и Тувинский (стратиформные месторождения); Приобский и Рубцовский (песчаниковый тип, пригодный для ПВ);
4. Большая часть мелких месторождений урана стратиформного и песчаникового типов расположены в легко доступной местности, сближены между собой и

уже сейчас могут рассматриваться в качестве объектов добычи открытым способом или с применением ПВ малыми предприятиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долгушин А.П., Кочкин Г.Б., Румянцев Н.Н. Месторождения «типа несогласий» на Енисейском кряже // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. — М., 2001. — Вып. 143. — С. 52–61.
2. Долгушин А.П., Рубинов И.М., Макарова Т.А., Арзамасова Г.М. Некоторые особенности размещения гидрогенного уранового оруденения в юго-восточной части Западно-Сибирской плиты: Матер. региональной конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. — Томск, 2000. — С. 98–100.
3. Долгушин А.П., Румянцев Н.Н. Золото-урановое оруденение «типа несогласий» на западе Сибирской платформы (Енисейский кряж и Восточный Саян) / Уран на рубеже веков: природные ресурсы, производство, потребление: Тр. Междунар. симпозиума по геологии урана — М., 2002. — С. 197–205.
4. 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.-практ. конф. — Красноярск: Красноярскгеолсъемка, 2007. — С. 239–245.
5. Рубинов И.М., Шевцова Н.А. Ураноносность Центральной Сибири: Докладная записка. — Министерство природных ресурсов Российской Федерации, ФГУП «Урангео», СФ «Березовгеология», ОФ СФ «Березовгеология».

© Долгушин А.П., Царук И.И., 2015

Долгушин Александр Павлович // dolgushin1960@mail.ru
Царук Иван Иванович // tsaruk@urangeo.ru

УДК 553.041

Алтуни О.В.¹, Митрофанов Е.А.², Расулова С.Д.¹,
Кокочкин А.А.³, Дзядок С.А.², Никитина Е.С.¹,
Проخورов Д.А.¹ (1 — ФГУП «ВИМС», 2 — ФГУП
«Урангео» БФ «Сосновгеология», 3 — Институт
тектоники и геофизики ДВО РАН им. Ю.А. Косыгина)

ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ГИДРОГЕННЫХ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНОМ ВОСТОКЕ

*Предлагается увеличить минерально-сырьевой потенциал урана в России за счет новых перспективных площадей Витимского урановорудного района и юга Дальнего Востока с выявлением наиболее благоприятного типа гидрогенных месторождений, связанных с палеоусловными структурами. Выделены перспективные районы и предложено проведение на них опережающих геолого-геофизических, поисковых и поисково-оценочных работ. **Ключевые слова:** гидрогенные месторождения, палеоусловные структуры, зона пластового окисления.*

Altunin O.V.¹, Mitrofanov E.A.², Rasulova S.D.¹, Kokovkin A.A.³, Dzyadok S.A.², Nikitina E.S.¹, Prokhorov D.A.¹ (1 — VIMS, 2 — Urangeo CF Sosnovgeologiya, 3 — Institute of Tectonics and Geophysics FEB RAS Y.A. Kosygin)

PROSPECTS OF REVEALING HYDROGENIC URANIUM DEPOSITS IN SIBERIA AND THE FAR EAST

It is proposed to increase the mineral resource potential of uranium in Russia due to new prospective areas Vitim uranium ore district and the south of the Far East with the identification of the most favorable type of hydrogenic deposits associated with

*paleo riverbed structures. They were identified perspective areas and proposed them leading geological, geophysical and prospecting and prospect evaluation survey. **Key words:** hydro-genous deposits, paleo riverbed structure, bed oxidation zone.*

С середины прошлого века в ходе активного развития в мире геологоразведочных работ на уран определился широкий спектр геолого-промышленных типов месторождений, среди которых наиболее эффективным для освоения явился экзогенно-эпигенетический (гидрогенный) в рыхлых осадочных формациях с объектами, пригодными для отработки способом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). Месторождения этого геолого-промышленного типа характеризуются самыми экономичными показателями по себестоимости получения урана. В настоящее время Республика Казахстан, являющаяся лидером по объему его производства, добывает способом СПВ 22 тыс. т металла в год, что составляет третью часть мировой производительности.

В СССР к началу 1960-х годов усилиями Красноярского ПГО Первого главка Мингео СССР при активном участии отраслевых и академических НИИ и в первую очередь ВИМСа были разработаны теоретические основы формирования гидрогенных месторождений, методология их выявления и произведена прогнозная оценка Кызылкумского региона с составлением комплекта погоризонтных карт, основным элементом которых были области развития зон пластового окисления с предполагаемым урановым оруденением на их фронтальных границах. Реализация прогнозных построений сначала в Кызылкумском, а затем Сырдарьинском и Чу-Сарысуйском регионах привела к становлению крупнейшей в мире Притяньшанской мегапровинции с крупными и средними по масштабу пластово-инфильтрационными месторождениями в нелитифицированных мезозойско-кайнозойских отложениях Туранской плиты.

После распада Союза эта уникальная мегапровинция с ее отдельными рудными районами отошла к Республикам Казахстан (Чу-Сарысуйская и Сырдарьинская провинции) и Узбекистан (Кызылкумская провинция), а на территории России остались лишь несколько районов со средними и мелкими по масштабу объектами главным образом палеоусловного типа.

В центральных районах европейской части РФ известны Брикетно-Желтухинское и Бельское месторождения в угленосных формациях, характеризующиеся низкими концентрациями урана и сложными геотехнологическими условиями. На Токмовском свде расположено урано-битумное Репьевское месторождение в карбонатных породах среднего масштаба, находящееся в пределах природоохранной территории.

В Предуралье в пермских отложениях ранее выявлены мелкие Ефремовское, Виноградовское и Черепановское месторождения, оруденение которых локализуется в слабопроницаемых глинисто-алевролитопесчанистых отложениях и непригодно для освоения способом СПВ. В южной части региона, в неогеновых отложениях Калмыкии оценено небольшое Балковское месторождение с низкими концентрациями урана