

мат), горно-техническими (глубина залегания, многолетнемерзлые породы и проч.) и иными условиями, а также необходимостью перехода к поискам слабопроявленного и скрытого оруденения, что требует увеличения объема инвестиций на геологоразведочные работы по сравнению с периодом 2006–2014 гг.

© Коллектив авторов, 2015

Машковцев Григорий Анатольевич // vims@df.ru
Святецкий Виктор Станиславович // VStCvyatetsky@armz.ru
Мигута Анатолий Константинович // vims@df.ru
Полонянкина Светлана Викторовна // Polonyankina.S.V.@armz.ru
Щеточкин Валерий Николаевич // vims@df.ru

УДК 553.495

Пешков П.А.¹, Суматов Ю.М.², Шумилин М.В.¹
(1 — ЗАО «Витимгеопром», 2 — ООО «Геосигма»)

МОЛОДОЙ УРАН РОССИИ

*Рассмотрены основные особенности поверхностных месторождений урана, выявленных в 1970–1980-е годы, в Канаде, США, а позднее — Швеции, Финляндии и в России. Все эти объекты отнесены к подтипу «молодой уран». Дана краткая характеристика наиболее типичных месторождений Орогочи и Сиротинка, установленных компаниями ЗАО «Витимгеопром» и ООО «Геосигма» на Каренгской площади в Забайкальском крае. Приведены основные параметры их геолого-экономической оценки. Показана необходимость продолжения геологоразведочных работ, направленных на наращивание минерально-сырьевой базы «молодого» урана в Забайкалье и в других регионах России. **Ключевые слова:** Каренгская площадь, месторождение, Сиротинка, Орогочи, урановое оруденение, «молодой уран», нерадиоактивный уран, прогнозные ресурсы, рудопроявления, аномалии, рыхлые отложения.*

Peshkov P.A.¹, Sumatov Yu.M.², Shumilin M.V.¹ (1 — Vitimgeoprom, 2 — Geosigma)

YOUNG URANIUM OF RUSSIA

*The article reviews basic features of surface uranium deposits, discovered in 1970–1980 in Canada, USA, and later — in Sweden, Finland and Russia. Such objects are classified as «young» uranium subtype. Short description of Orogochi and Sirotinka deposits, discovered by Vitimgeoprom and «Geosigma» in Karenga field of Zabaikalsky krai (region) is given. The article also demonstrates necessity of further geological explorations, aimed at the increase of «young uranium» mineral base Zabaikalsky krai and other regions of Russia. **Key words:** Karenga field, deposit, Sirotinka, Orogochi, uranium mineralization, «young uranium», non-radioactive uranium, inferred resources, anomaly, occurrence, soft sediments.*

Месторождения, так называемого «молодого» урана, впервые привлекли внимание геологов еще в 1970–1980-е годы. Название «молодые» (young) они получили в связи с крайне небольшим, практически современным возрастом руд, в большинстве случаев с еще не установившимся радиоактивным равновесием. Подобные месторождения плохо фиксируются нашими прямыми методами, проявляясь в радиометрических

полях лишь незначительными повышениями радиоактивности.

Ураноносные отложения «молодого урана» формируются в довольно узком диапазоне климатических условий — от умеренных гумидных до субарктических. Все месторождения этого типа оказываются расположенными севернее 50° СШ и тяготеют к периферии области развития вечной мерзлоты. Большинство из них находятся вне этой зоны. Лишь месторождения России оказываются внутри контура сплошного развития мерзлых пород, достигающего здесь наиболее низких широт [1, 3].

Все эти объекты являются поверхностными, т.е. образуются на поверхности или в пределах нескольких метров от нее в результате взаимодействия грунтовых или поверхностных вод с различными компонентами почв или осадков.

Начальный процесс накопления урана, вероятно, происходил в корях выветривания гранитов, возможно, еще в позднем мелу-палеогене в условиях относительно теплого климата. В последующую эпоху эти коры были частично размыты и частично законсервированы мерзлотой. Начавшееся совсем недавно (менее 10 тыс. лет назад) потепление привело к расконсервации этих кор и выщелачиванию из них урана, отлагавшегося уже в современных осадках долин.

Масштаб месторождений «молодого» уранового оруденения колеблется от 50–100 до 1000 т урана. Однако содержание урана на таких объектах варьирует от 0,01 до 0,15 %, а в отдельных блоках — до 2–3 %. Таким образом, хотя данные объекты и невелики по размеру, они могут иметь вполне сопоставимые содержания с рудами других типов разрабатываемых урановых месторождений и быть интересными для промышленности. Тем более, что они располагаются компактно, группами по 5–10 объектов на ограниченном пространстве с общими ресурсами до 3–5 тыс. т, что представляется перспективным для их освоения.

Первые такие месторождения были открыты еще в 1970-х годах на северо-западе США в штате Вашингтон и на территории Британской Колумбии в Канаде, а несколько позже — на Скандинавском п-ове — в Финляндии и Швеции (рис. 1) [1, 2, 4].

В России проявление нерадиоактивного урана впервые было зафиксировано в 1963 г. в бассейне р. Сиротинка (Каренгская площадь, Тунгокоченский район Забайкальского края) при проведении литогеохимического опробования масштаба 1:200 000.

В 1983–1986 гг. на участке Витим в междуречье р. Тундак и Берея аэоработами были выявлены многочисленные аномалии, аномальные повышения интенсивностью 2–3 фона, пространственно совмещенные с массивами высокорadioактивных гранитов юрского возраста и, как правило, расположенные в поймах и на террасах речных долин и их притоков. Аномалии в долине р. Правая Сиротинка и в нижнем течении р. Орогочи заверочными работами переведены в разряд рудопроявлений (рис. 2).

При наземной проверке все эти объекты были ошибочно отнесены к «солевым» ореолам урана и, соответственно, отбракованы.

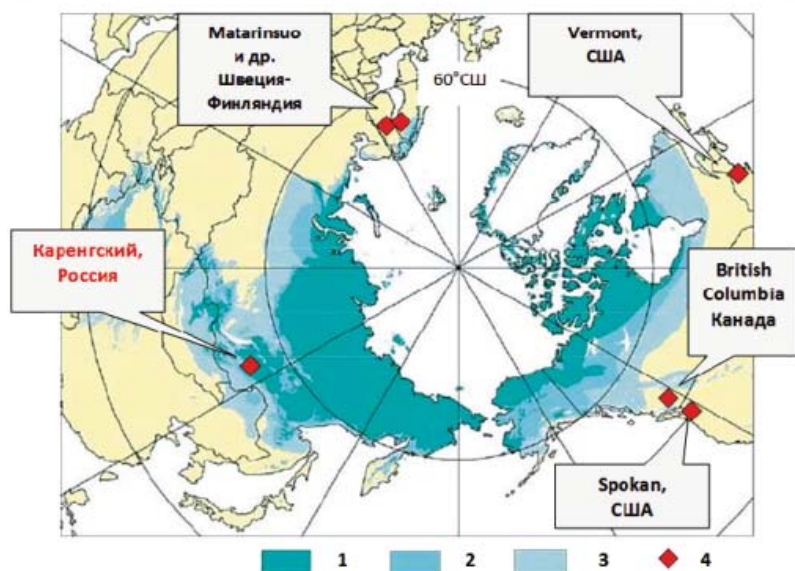


Рис. 1. Схема расположения месторождений «молодого» урана. Интенсивность развития мерзлоты (1–3): 1 — сплошная; 2 — очаговая; 3 — спорадическая; 4 — месторождения «молодого» урана

В 2009–2011 гг. компании ЗАО «Витимгеопром» и ООО «Геосигма» в рамках конкурсного задания Роснедр проводили здесь геолого-экономическую оценку проявления Сиротинка и доизучение подобных ей ранее отбракованных проявлений. В результате этих работ практически все ранее выявленные «солевые» ореолы были отнесены к проявлениям «молодого» урана. Рудопроявления Сиротинка и Орогочи переведены в разряд мелких месторождений.

Месторождение Сиротинка расположено в восточной части Каренгской площади в верховье бассейна одноименной реки. Коренные породы фундамента здесь представлены лейкократовыми гранитами орекитканского комплекса с повышенной радиоактивностью до 35–45 мкР/час. Выходы гранитов на поверхность устанавливаются на водоразделах, склоны сопки покрыты делювиальными свалами, а придолинная часть выполнена рыхлыми аллювиальными отложениями. Разрез рыхлых отложений представляется следующим:

верхняя часть его сложена «живым» и загнивающим почвенно-растительным слоем, торфами, торфяно-песчано-илистыми и

илисто-песчаными отложениями, часто с тонкой органикой. Мощность продуктивного слоя колеблется от 0,5 до 5,0 м;

далее разрез представлен аллювиальными гравийно-галечными отложениями с глинисто-песчаным заполнителем, переходящим в коллювиальные древесно-щебенистые породы;

ниже по разрезу залегают коллювиальные древесно-щебенистые отложения бурых и желтоватых оттенков с песчаным заполнителем. Обломки преимущественно гранитного состава распространены повсеместно, мощность их от 2 до 5 м, радиоактивность 20–30 мкР/час;

завершается разрез дезинтегрированной корой выветривания подстилающих гранитов. Отложения высокорadioактивные, участками с проявлениями бедного уранового проявления.

По данным выполненных на площади геофизических работ и геологических маршрутов устанавливается целая серия разрывных нарушений, часть которых отражается и в рельефе местности. Выделяются разрывы северо-восточного, субширотного и субмеридионального направлений. Эти структуры, по видимому, служили подводящими каналами для подземных и грунтовых вод, несущих повышенные содержания урана. Самые высокие концентрации урана $5 \cdot 10^{-5}$ – $7 \cdot 10^{-4}$ г/л установлены в источниках на правом борту р. Сиротинка.

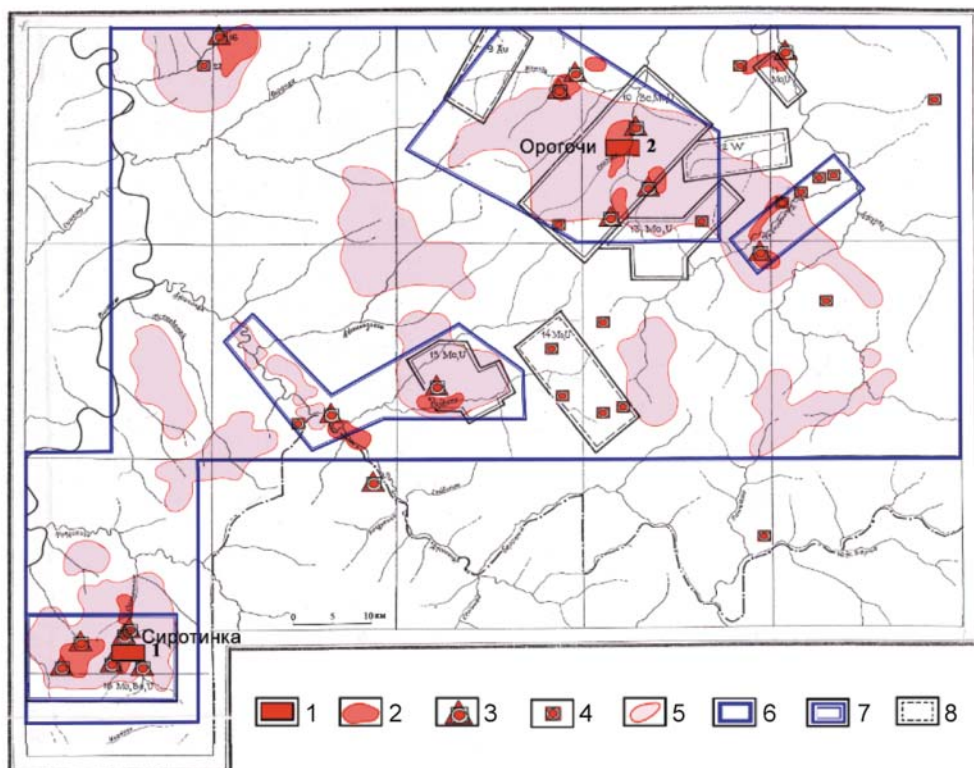


Рис.2. Схема проявлений «молодого» урана на Каренгской площади: 1 — месторождения «молодого» урана; 2, 3 — аномалии и участки, перспективные на поиски уранового оруденения; 4 — аномалии, оцененные отрицательно; 5 — выходы мезозойских гранитов с повышенной радиоактивностью; 6–8 — границы участков работ

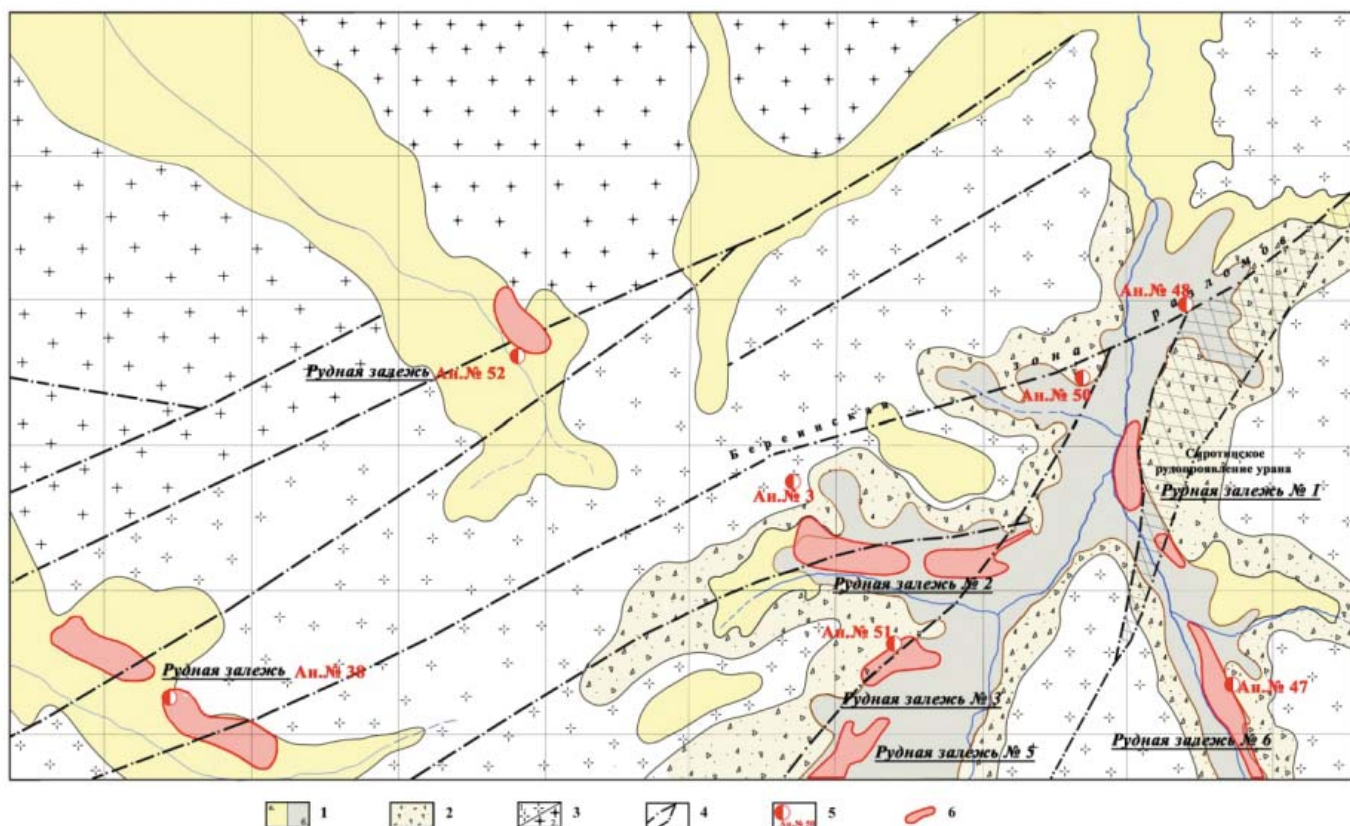


Рис. 3. Месторождение Сиротинка. Схема размещения рудных залежей: 1 — аллювиальные отложения долин (а), болотные отложения (почвы, торф, песок и глина с органикой) (б); 2 — делювиально-коллювиальные отложения, дресва, щебенка, глина; 3 — лейкократовые высокорadioактивные граниты мезозоя (1), граниты биотит-мусковитовые (Pz) (2); 4 — тектонические нарушения, выделенные по дешифрированию аэрокосмоснимков и по данным структурной геофизики; 5 — аэроаномалии и их номера; 6 — контуры рудных залежей и их номера

На площади месторождения поисковым бурением установлены 7 рудных залежей №№ 1, 2, 3, 5, 6, Ан.38, Ан.52. Они расположены вблизи слияния р. Левая и Правая Сиротинка в правом борту их долин и в верховьях р. Икэнгэ и Правая Джелоун (рис.3).

Рудная залежь № 1 (ранее выявленное Сиротинское рудопроявление урана) оконтурена по бортовому содержанию урана в 0,010 % и имеет форму вытянутой линзы, протяженностью 600 м при средней ширине 80 м. Содержание урана изменяется от 0,01 до 0,55 % при мощности от 0,5 до 2,0 м.

Здесь выделяются два типа урановых концентраций, пространственно связанные друг с другом — поверхностные руды и погребенные руды:

поверхностные руды локализуются в почвенно-растительном слое, в торфах, песках и глинах, содержащих органику, и получивших развитие в присклоновой части дна долин. Содержание урана в рудах от 0,03 до 2,7 %;

погребенные руды связаны с дезинтегрированной корой выветривания и гранитной дресвой на склонах долин. Содержание урана здесь от тысячных долей до первых сотен.

Указанные типы оруденения отличаются состоянием радиоактивного равновесия.

В почвах и торфах отношение радия к урану всегда меньше 100 % и обычно составляет от 0 до 30 % (рис. 4).

В дезинтегрированных корях выветривания равновесие всегда смещено в сторону радия. Отношение радия к

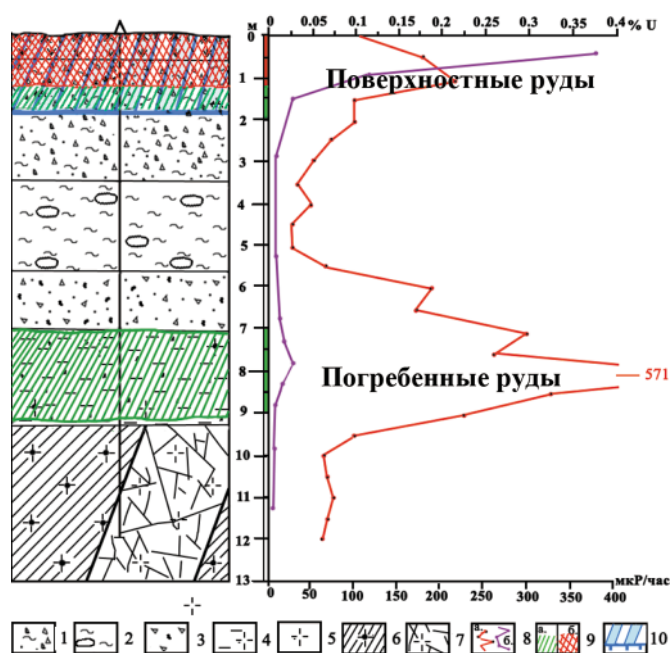


Рис. 4. Типовой геолого-радиометрический разрез: 1 — почва, торф, песок с органикой; 2 — конгломераты; 3 — дресва, щебень; 4 — кора выветривания; 5 — граниты лейкократовые; 6 — граниты чернокварцевые; 7 — зона дробления; 8 — а) гамма-каротаж (мкР/час), б) содержание урана (в %) по данным РСА; 9 — рудные тела с содержанием урана — а) 0,01–0,03 %, б) более 0,03 %; 10 — область сезонного оттаивания (активный слой)

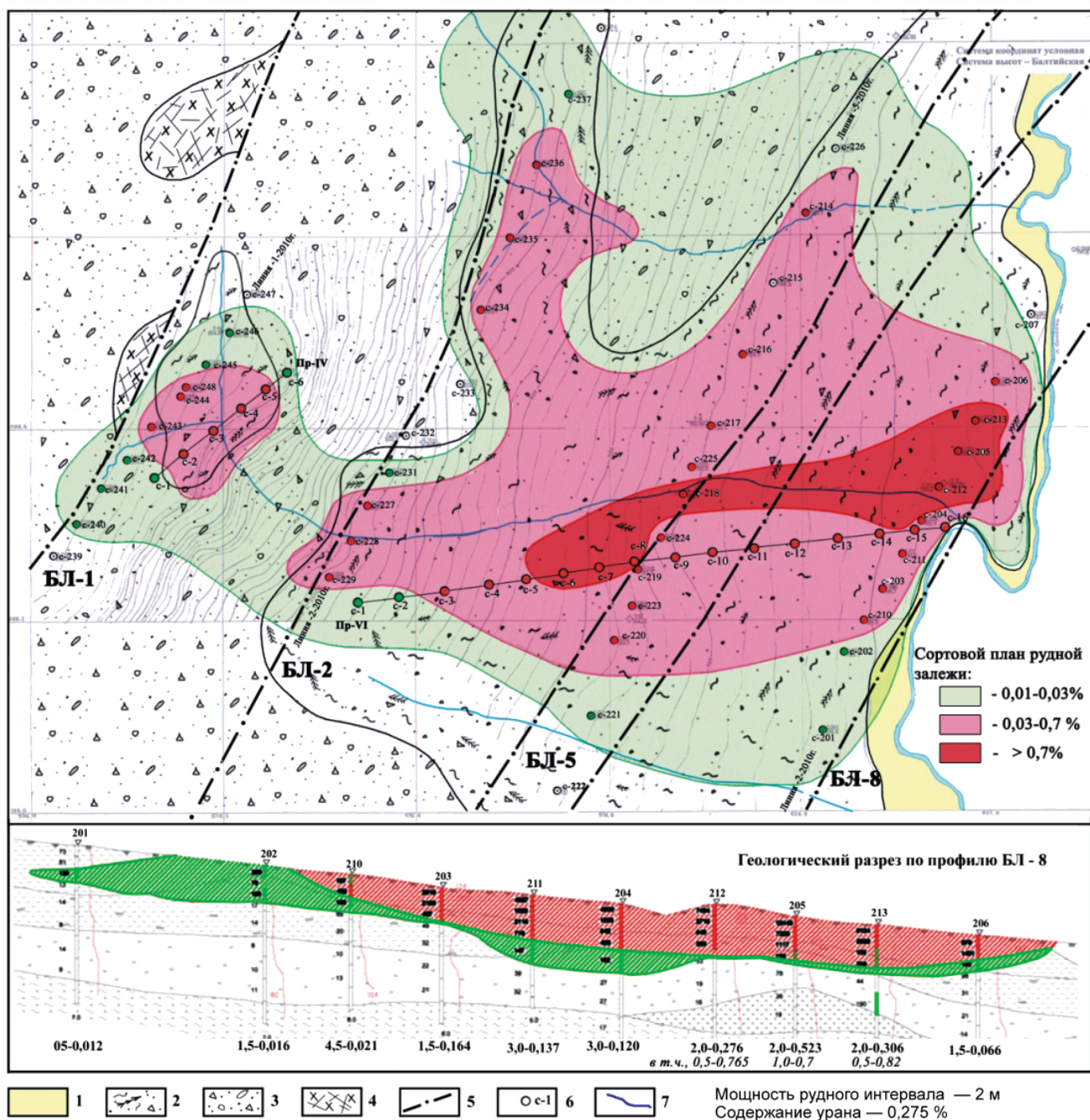


Рис. 5. Орогичинское месторождение урана. Геологическая схема: 1 — аллювиальные отложения поймы; 2 — болотные отложения, илы с органикой; 3 — отложения террас, песок, гравий, глина; 4 — граниты крупнозернистые трещиноватые; 5 — Орогичинская зона разломов; 6 — скважины поискового бурения; 7 — русло временных водотоков

урану (по данным интерпретации гамма промеров и анализов RCA) составляет более 100 %, достигая 200–300 %.

Остальные рудные залежи на Сиротинке представлены только поверхностными рудами практически нерадиоактивными и сформировавшимися в почвенно-растительном слое, туфах и в песчано-глинистых отложениях с органикой. Наиболее контрастное оруденение формируется в «активном» слое, т.е. в той части аллювия, который отходит от мерзлоты в весенне-летний период. Форма рудных залежей, как правило, довольно однообразна.

Это вытянутые в широтном или северо-восточном направлении лентообразные тела протяженностью

500–700 м при ширине 100–200 м. Расстояние между залежами не превышает 2–3 км. Они сгруппированы в полосу (рудное поле) близширотного направления шириной 2–3 км и протяженностью около 7 км. Общая площадь рудного поля 18–20 км².

Ресурсная база месторождения Сиротинка, рассчитанная по 7 рудным залежам, составляет, т урана: поверхностные руды — 1345; погребенные руды — 56.

Орогичинское месторождение расположено на левом борту долины р. Орогичи в краевой части одноименного гранитного массива. Месторождение является наиболее типичным и пока наиболее крупным объектом поверхностного уранового оруденения на Каренгской площади.

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. P₁, 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