

**ПОВЕДЕНИЕ УРАНА И РАДИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ РУД
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЫБРЫН (ВИТИМСКИЙ УРАНОВОРУДНЫЙ РАЙОН,
РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)**

В.А. Домаренко, С.В. Краморенко, Е.М. Чернев

Томский политехнический университет 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, Россия

Поведение урана и радия в палеодолине месторождения Дыбрын подчиняется определённым закономерностям, что проявляется в формировании ореолов радия во внешних контурах рудных залежей на границе окисленных пород. Перераспределение радиоэлементов связано со стадийностью и возрастом оруденения.

коэффициент радиоактивного равновесия, рудный узел, уран, радий балансовые руды, подземное скважинное выщелачивание

**URANIUM AND RADIUM BEHAVIOR BY ORE FORMING IN THE
DYBRYN DEPOSIT (BURYATIA)**

V.A. Domarenko, S.V. Kramorenko, E.M. Chernev

Uranium and radium behavior in the paleovalley of Dybryn deposit obeys some definite laws. It is reflected in the radium dispersion halo forming in the outer pool outline of ore deposit. Radioelement redistribution is connected with mineralization staging and age. It appears in the occurrence of outer and inner radium halo at the boundary of oxidized rocks.

radioactive balance index, ore cluster, uranium, radium, commercial ores, drillhole ISL

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Дыбрынское месторождение урана административно расположено в южной части Баунтовского района Бурятии, по природным условиям приравненного к районам Крайнего Севера. Географически месторождение находится в южной части Витимского плоскогорья, на площади Амалатского плато базальтов (в его юго-восточной части). Расстояние до ближайших областных центров Читы и Улан-Удэ составляет соответственно 200 и 400 км, до районного центра п. Багдарин 120 км. От осваиваемого Хиагдинского месторождения оно расположено в 18 км к западу [2]. Месторождение Дыбрынское занимает крайнюю западную часть Хиагдинского рудного поля и расположено на северо-западном склоне Байсыханского поднятия. Оно находится в 10 км к северо-западу от месторождения Тетрах (рис. 1).

Площадь его охватывает истоки и долину верхнего течения р. Дыбрын-Джилинда и характеризуется абсолютными отметками в 1280–1230 м водораздельных частей и 1240–1200 м долин рек. Участок месторождения расположен в южной части Амалатского плато базальтов и охватывает протяженный отрезок верхнего течения Аталангинской стволовой палеодолины и серию коротких правых притоков, дренирующих северо-западный склон Байсыханского валообразного поднятия фундамента, которое фиксируется серией разновеликих выступов гранитов общей северо-восточной ориентировки.

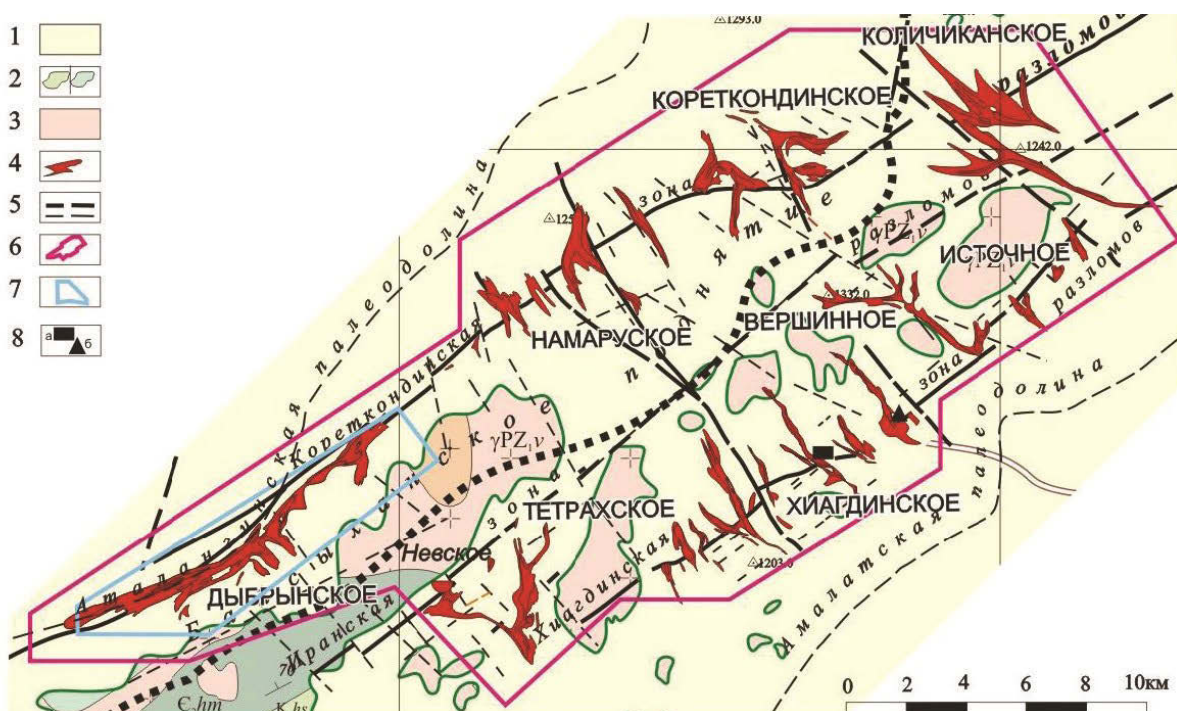


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Хиагдинского рудного поля.

1– гранитоиды Витимканского комплекса (γ PZ1v); 2– донеогеновые осадочные образования, выходящие на поверхность; 3– гранитоиды куналейского комплекса (γ Tk); 4– контуры месторождений урана; 5– тектонические нарушения разного ранга; 6– Контур Хиагдинского рудного поля; 7 – контур месторождения Дыбрын; 8 – разведочно-эксплуатационные участки: а) первой очереди, б) второй очереди.

В современном рельефе наиболее крупные выступы возвышаются на высоту от нескольких метров до первых десятков метров. Положение Байсыханского поднятия совпадает с современным водоразделом рек Аталанга, Дыбрын-Джилинда.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Геологическое строение участка месторождения определяется наличием кристаллических образований нижнего структурного этажа и кайнозойских вулканогенно-осадочных образований слоистого чехла, формирование которого происходило при экзогенных, эрозионных, седиментационных, тектонических процессах и интенсивном базальтовом вулканизме.

Нижний структурный этаж, слагающий южное и юго-восточное обрамление покрова базальтов и фундамент палеодолин, представлен лейкократовыми гранитами витимканского комплекса. Для гранитов комплекса характерна средне- и мелкозернистая структура, наличие темного кварца. Главной особенностью гранитов является их высокая радиоактивность (до 30–70 мкр/час), обусловленная присутствием акцессорных радиоактивных минералов, в т.ч. и уранинита, образующего микроскопические выделения в межзерновых интерстициях. В юго-западной части строение фундамента гетерогенное, обусловленное развитием крупных ксенолитов палеозойских метаморфизованных осадочных пород хиагдинской свиты, метаморфических пород гаргинской и суванихинской свит, присутствием мелких тел диоритов, гранодиоритов, присутствием небольших блоков базальтов и осадочных пород нижнего мела.

Перед накоплением неогеновых осадков по породам фундамента развилась плащеобразная глинистая, глинисто-щебенистая кора выветривания каолинового профиля. На участках более глубокой эрозии продукты коры отсутствуют, а на пологих бортах палеодолин и площадках террас мощность глинисто-щебенистых образований коры варьирует от первых метров до 20–25 м. Образования коры выветривания водоупорны.

В грубозернистых разностях заполняющая масса песчано-алевритовая, полимиктового или аркозового состава. Особенностью осадков является наличие углефицированной растительной и тонкодисперсной сажистой органики, мелкой вкрапленности пирита-мельниковита. Содержание органического вещества разного вида и степени преобразования составляет 1,2–3,4 %, в единичных пробах до 10,8 %, отмечается практическое отсутствие карбонатов (содержание CO_2 обычно не превышает 0,23–0,28 %, в единичных пробах по глинам до 1,94 %), повсеместно фиксируются следы эпигенетических изменений различной степени.

В обобщенных границах урановое оруденение прослежено в направлении с юго-запада на северо-восток на 8600 м и с разновеликими апофизами северо-западного простираия. Крайняя юго-западная часть месторождения опущена, сброшена по сбросам Кореткондинского разлома. Амплитуда вертикального смещения залежи колеблется от 30–40 м на западе, до 60–70 м на востоке (рис. 2).

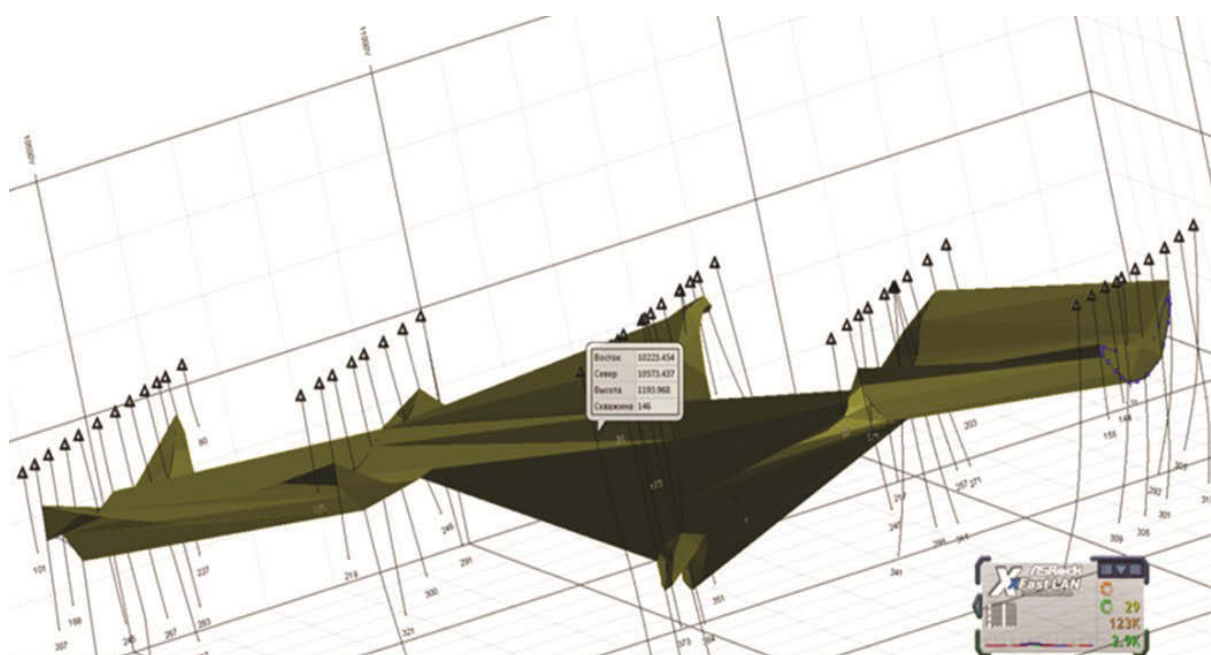


Рис. 2. Каркасная модель рудных отложений осевой части палеодолины Дыбрын – Джилинда, выполненная в ГИС Micromine.

Кондиционное оруденение слагает субгоризонтальные и пологонаклонные пласто- и лентообразными рудные залежи в базальной части неогенового разреза, их положение в плане контролируется осевыми частями палеодолин. В единичных случаях оруденение

развивается выше базального горизонта на уровне надпойменных террас. Глубина залегания оруденения от 90 до 210 метров.

Границы рудных интервалов визуально не определяются и выделяются радиометрическими методами, по данным гамма-каротажа и опробования. В частных пересечениях по скважинам залежь обычно состоит от одного до пяти сближенных рудных интервалов мощностью от первых десятков сантиметров до 19,9 м (средняя 9,14 м). Руды в основном бедные и рядовые, содержание урана по пересечению обычно составляет первые сотые доли процента от 0,014 до 0,098 %, в среднем 0,038 %.

Руды месторождения характеризуются рядовой удельной продуктивностью, составляющей в среднем 4,8 кг/м². В большей степени рудонасыщенность зависит от мощности, в меньшей от содержания урана. В целом, изменчивость параметров оруденения слабая – коэффициент вариации мощности рудных интервалов равен 42 %, коэффициент вариации содержаний урана составляя 34 %. По предварительным данным распределение металла и его запасов закономерное, в поперечном и продольном профиле симметричное относительно оси.

В аллювиальных отложениях месторождения были обнаружены повышенные концентрации золота. Причем часть его локализуется в контурах урановой рудной залежи, а другая располагается немного выше нее. Источником россыпного золота, по мнению большинства исследователей, являются зоны окисления по пиритизированным метаморфическим породам, где происходит накопление и перераспределение золота.

Органическое вещество присутствует в рудах повсеместно и среднее содержание Сорг составляет 0,3 %. Органика отмечается в виде скоплений мелкого углефицированного растительного детрита в псаммитах или равномерно распыленного в глинисто-алевритовых разностях, а также в виде крупных остатков растительности, линз торфов и лигнитов. В отдельных прослоях углистых осадков содержание Сорг достигает 5 %, а в торфах и лигнитах до 15–28 %.

Урановая минерализация тяготеет пространственно к глинистым минералам, переотложенной органике, сульфидам железа, заполняет поры и трещины в обломках породообразующих минералов. Основными урановыми минералами являются кальциевые фосфаты четырехвалентного урана (нингиоит $(U, Ca, Ce)_2(PO_4)_2 \times 1-2H_2O$), очень редки оксиды урана (уранинит, настурин, урановые черни), а также гидроксиды, силикаты, арсенаты, карбонаты, фосфаты шестивалентного урана (отенит $Ca[UO_2]_2[PO_4]_2 \times 8H_2O$).

В распределении минеральных фаз урана нет четких закономерностей, но наблюдается определенная тенденция в их размещении: – в тыловой зоне в рядовых рудах преобладают оксиды четырехвалентного урана; – в центральных частях рудной залежи присутствуют все формы оксидов четырехвалентного урана, а также коффинит и редко нингиоит; во фронтальной зоне рудной залежи, на ее выклинивании в безрудную сероцветную толщу – обычны пленочные и глобулярные выделения оксидов урана.

По химическому и минеральному составу и технологическим свойствам руды Дыбрынского месторождения являются благоприятными для сернокислотного способа скважинного подземного выщелачивания (СПВ).

Урановые руды месторождений Хиагдинского рудного поля и Дыбрынского месторождения практически монометалльны и не содержат промышленных концентраций других элементов. Совместно с ураном находятся молибден и цинк, содержание которых в рудных телах может достигать 97,2 и 300–340 г/т соответственно. В незначительных количествах в них установлены: Re, Sc, Pb, Cu, Au, Ag и редкоземельные элементы, которые могут накапливаться в технологических растворах при извлечении урана методом СПВ.

Время начала формирования руд, рассчитанное по изотопам свинца и радиоактивных элементов составляет ориентировочно 20 млн лет, самое позднее зафиксированное перераспределение урана завершилось 1–2 млн лет назад.

Наибольший интерес из общего круга решаемых задач представляет процесс выявления закономерностей характера распределения уранового оруденения. Основным поисковым методом определения границ урановой минерализации является анализ изменения гамма-активности в скважинах.

Главной особенностью руд данного типа является их неравновесность, что связано с молодым возрастом руд, не достигших равновесия между ураном и радием. В результате различной миграционной способности радия и урана они разделяются в пространстве, формируя сложные существенно радиевые, либо урановые ореолы [1, 3, 4].

Количественно нарушение радиоактивного равновесия характеризуется коэффициентом радиоактивного равновесия K_{pp} под которым понимают отношение количеств данного изотопа к родоначальнику ряда распада, причём количество обоих элементов выражают в единицах равновесного с ним урана. K_{pp} между ураном и радием высчитывается по формуле:

$$K_{pp} = \frac{C(Ra)}{C(U)} \times \frac{1}{3,4 \times 10^{-7}},$$

где содержания урана и радия приведены в массовых долях или в процентах. При сохранении радиоактивного равновесия коэффициент равен единице, Если $K_{pp} < 1$, равновесие сдвинуто в сторону урана если $K_{pp} > 1$, то в сторону радия. Различают локальные и зональные нарушения радиоактивного равновесия. При локальном нарушении пространственное разобщение урана и радия невелико и сглаживается для больших объёмов руды. Локальные нарушения, связаны с миграцией радия. Характер распределения K_{pp} на месторождении для разных сортов руд показаны на рисунке 3 и 4.

Градации Kpp

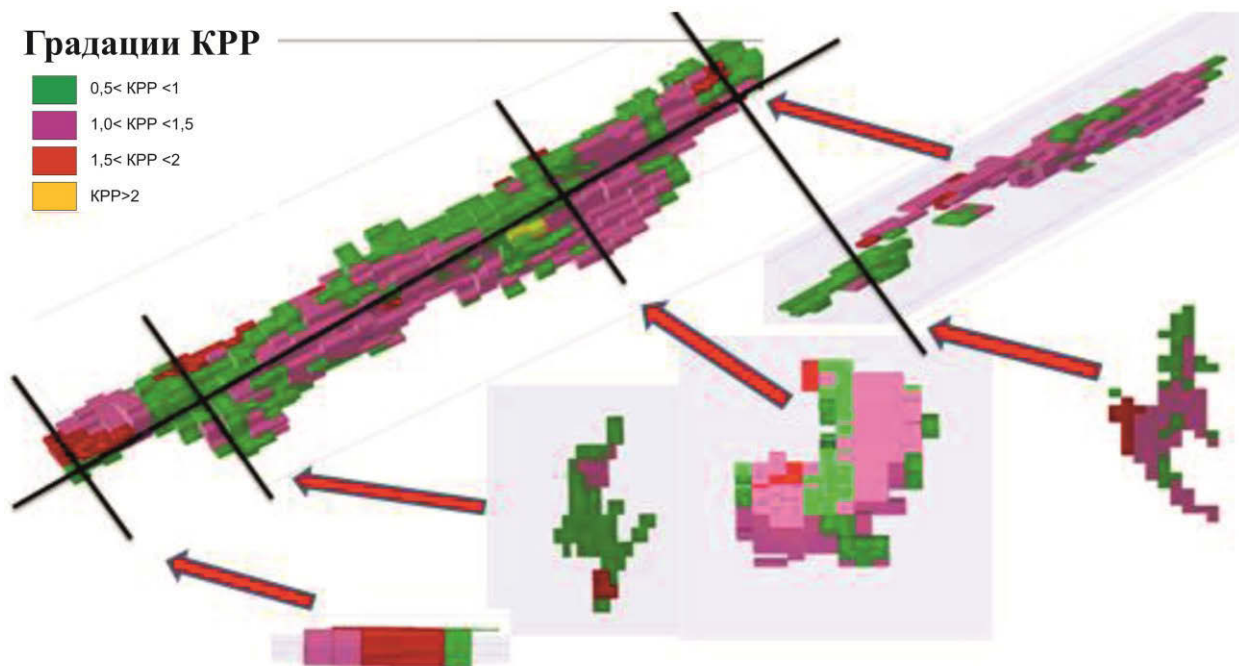


Рис. 3. 3D-модель распределения Kpp в контурах содержаний 0,01 %.

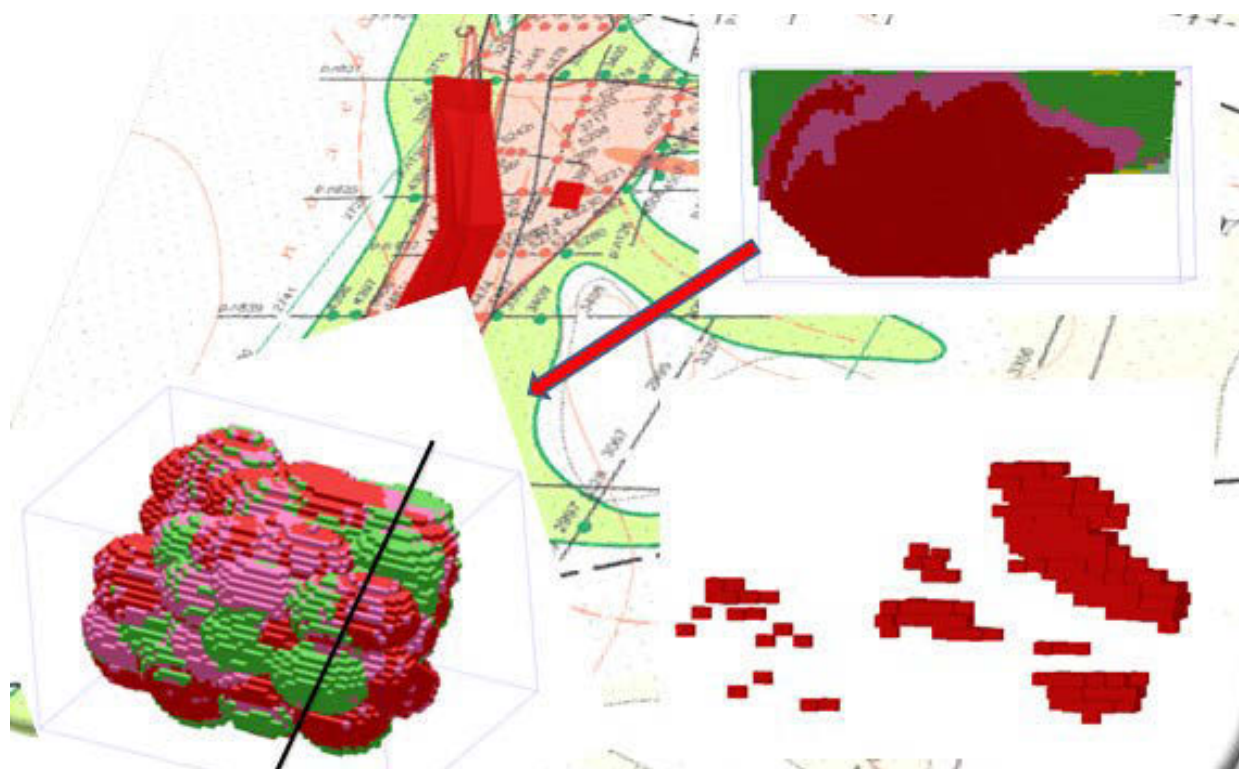


Рис. 4. 3D-модель распределения Kpp в контурах содержаний 0,1 %.

Условные обозначения см. рис.3. Стрелками указано распределение Kpp в разрезе 3D модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученного материала показал следующее:

1. Среднее (средневзвешенное) значение Kpp, в контуре рудных залежей на месторождении Дыбын составляет 0,917, что с учетом поправок, не противоречит основному положению, что Kpp при подсчете запасов урановых месторождений следует

считать равным или близким к 1. Однако Распределение Крр неоднородно на всём протяжении рудного тела. Как по горизонтальной, так и по вертикальным осям проекции и разрезам можно выделить пространственно обособленные блоки с разными значениями Крр.

В пределах рудных залежей его значения варьируют от 0,5 до 2. При этом существенно радиевые ореолы слагают внешние оторочки залежей.

2. Знание закономерностей распределения Крр в пространстве позволяет, во-первых, выявить последовательность формирования залежей во времени. Более молодые руды располагаются в ореолах с $K_{рр} < 1$.

3. Нам представляется, что наши построения ориентированы на возможность использования полученных результатов непосредственно в производственных целях для более рационального размещения эксплуатационных скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых полезных ископаемых (радиоактивные металлы) Приложение 5 к распоряжению МПР России от 5 июня 2007 г. N 37-р. 58.

2. Оценка перспектив ураноносности южного фланга Витимского плоскогорья: отчет по геологическому заданию / Под ред И.Р. Коробенко и др. Иркутск: ГФУП «Сосновгеология», 1980. 54 с.

3. Халезов А.Б. Прогнозирование, поиски и оценка урановых месторождений в палеоруслах: методологические рекомендации. М.: ВИМС, 1999. 153 с.

4. Шумилин М.В., Муромцев Н.Н., Бровин К.Г. и др. Разведка месторождений урана для отработки методом подземного выщелачивания. М.: Недра, 1985. 208 с.