

РЕДКИЕ И РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ БАКЧАРСКОГО УЗЛА И ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОСИСТЕМУ ВОСТОЧНОГО ВАСЮГАНЬЯ ПРИ ИХ ОТРАБОТКЕ

Е.В. Перегудина¹, В.А. Домаренко²

Томский политехнический университет, Томск, Россия, ¹pere-elena@mail.ru, ²viktor_domarenko@mail.ru

RARE AND RADIOACTIVE ELEMENTS IN THE ORES OF BAKCHAR CLUSTER AND PREDICTIVE ASSESSMENT OF IMPACT ON THE ECOSYSTEM OF EASTERN VASYUGAN BY THEIR DEVELOPMENT

E.V. Peregudina, V.A. Domarenko

Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia

Болотные биогеоценозы отличаются относительно высокой скоростью изменения состояния некоторых своих компонентов вследствие продолжающегося заболачивания обширных территорий и изменения условий водно-минерального питания существующих болот. Накопленные при осадкообразовании огромные массы рудопрофилирующих металлов и, особенно, их элементов-спутников являются современными источниками, локализованными в геохимических полях, направленно-концентрированного воздействия на природные ландшафты.

Bog biogeocenoses have a relatively high rate of state change for some of their components because of swamp formation of vast territories and changes of condition for the water-mineral recharge of existing bogs. Accumulated by sedimentation, huge masses of ore metals, and especially their companion elements, are current sources, localized in the geochemical fields of directionally concentrated impact on natural landscapes.

Разработка месторождений железной руды при любом способе добычи неразрывно связана с нарушением природных экосистем, возникновением антропогенных процессов, которые носят разрушительный характер и не только изменяют структуру естественного ландшафта, но и обуславливают возникновение новых гидрогеологических условий, активизацию эндогенных геологических процессов, что ведет к нарушению экологических равновесий в экосистемах и вызывают изменения ландшафтов. В таких ландшафтах снижаются возможности экосистем к саморегуляции и восстановлению [2, 3, 7].

В восточной части Западно-Сибирской плиты располагается крупнейший в мире железорудный пояс мел-палеогенового возраста с прогнозными ресурсами около 1 трлн т., значительная часть которого аккумулирована в Бакчарском и Колпашевском рудных узлах на территории Томской области (рис. 1).

По литолого-петрографическим особенностям в Бакчарских рудах выделяют шесть типов:

1. Плотная гетит-гидрогетитовая руда с сидеритовым цементом (1,5% от общего объема руды).

2. Глауконит гидрогетитовая руда с сидерит-лептохлоритовым цементом (7,1%).
3. Слабо сцементированная гидрогетит-лептохлоритовая руда с лептохлоритовым корковым или базальным цементом (30,3%).

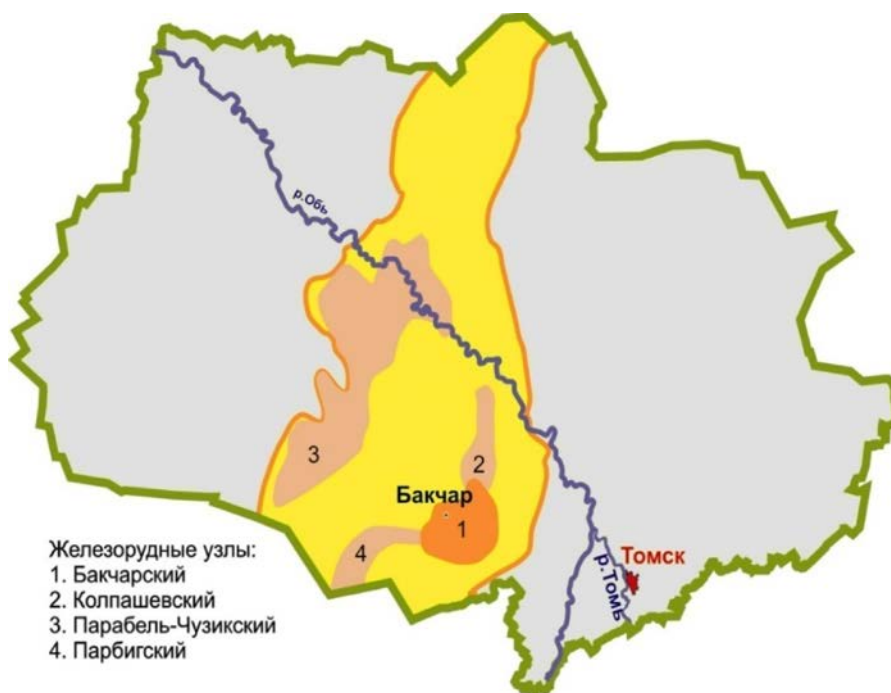


Рис. 1. Схеме расположения рудных узлов в пределах Западно-Сибирского железорудного пояса

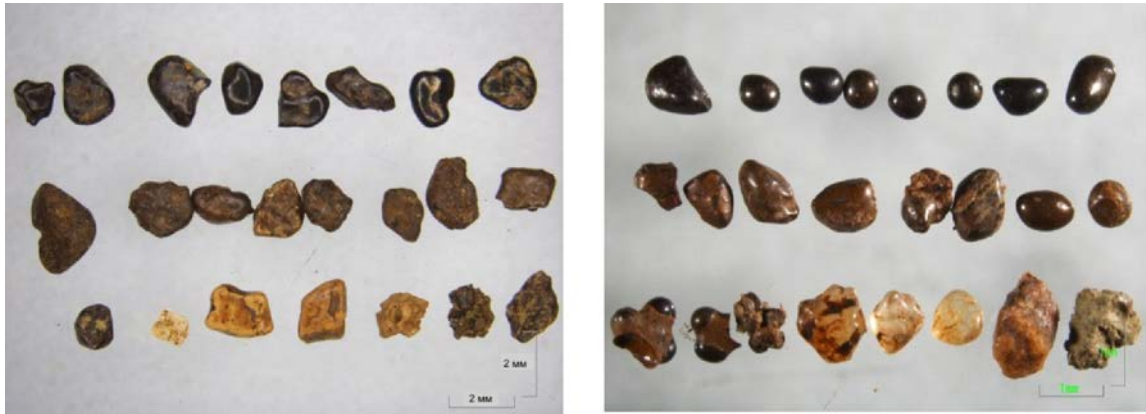


Рис. 2. Характер оолитов в классах: 1) +1 мм; 2) -1+0,5 мм

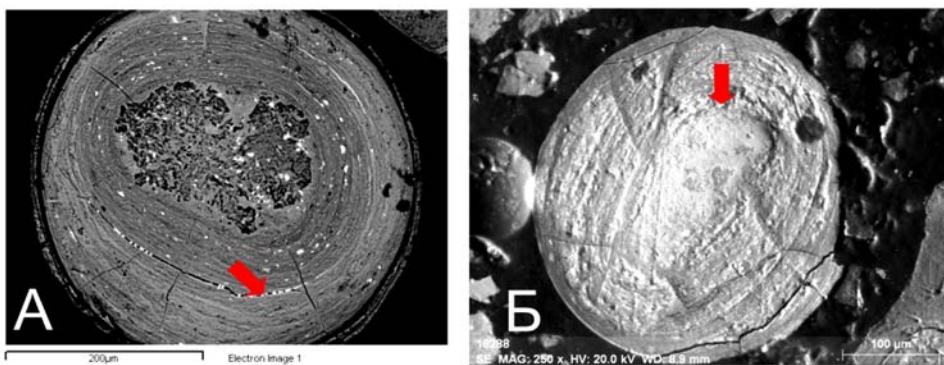
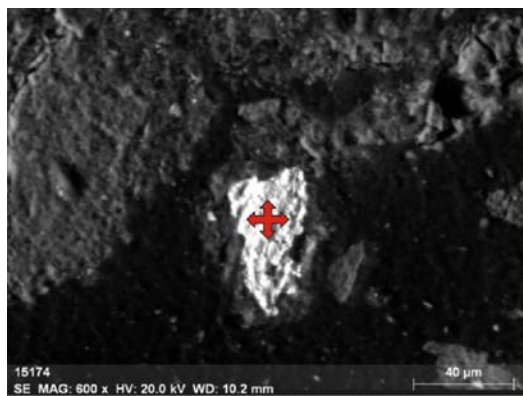


Рис. 3. Оолит гидрогетитового состава с выраженным ритмично-зональным строением, чередование ритмов подчеркивается отложениями фосфатов РЗЭ (белое на снимке)



Element	[wt.%]	[norm. wt.%]
Carbon	11,83059849	12,94821575
Oxygen	42,88171456	46,93267988
Sodium	0,52787003	0,577737047
Aluminium	0,801300707	0,876998272
Silicon	3,793300499	4,151647383
Phosphorus	6,143173088	6,723508585
Chlorine	0,080937421	0,088583447
Potassium	0,517976597	0,566908998
Calcium	0,616023638	0,674218382
Iron	0,725254155	0,793767727
Lanthanum	5,606865996	6,136537441
Cerium	10,70049697	11,71135539
Neodymium	4,897109003	5,359730868
Thorium	2,245940513	2,458110834
	91,36856167	100

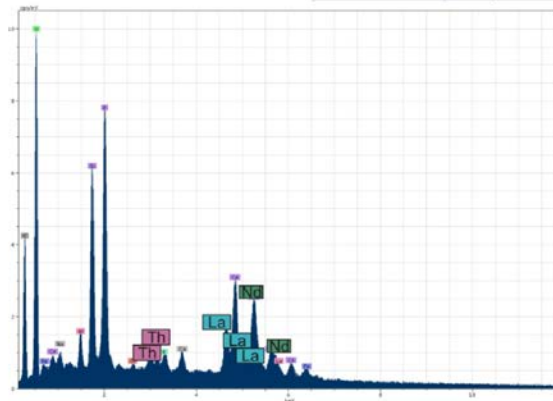


Рис. 4. Обломочный монацит в цементе оолитовых песчаников

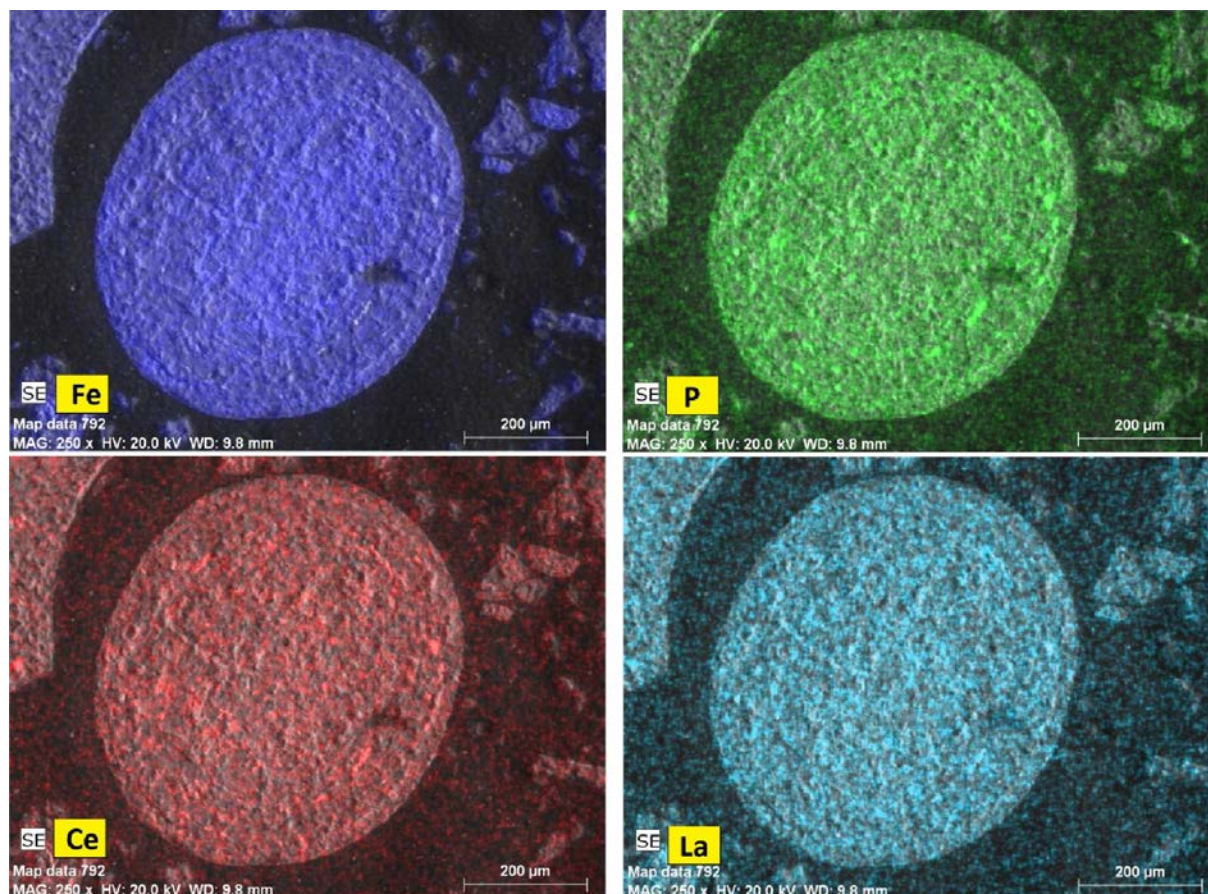


Рис. 5. Характер распределения Fe, P и P33 в оолите гетита под электронным микроскопом [4]

4. Слабо сцементированная гидрогетитовая руда с базальным лептохлоритовым цементом (41,5%).
5. Слабо сцементированная гетит-гидрогетитовая руда с незначительным количеством гизингеритового, хлоритового или сидеритового корково-сгустового цемента (12,6%).
6. Слабо сцементированная перемытая рыхлая гидрогетитовая руда с базальным лептохлоритовым цементом (7,0%).

Таким образом, главным промышленно-ценным минералом в руде является гидрогетит, присутствующий в виде крупнокристаллической и тонкодисперсной фаз, различающихся по содержанию железа (рис. 2).

Отличительной особенностью Бакчарских руд является присутствие редкоземельных элементов цериевой группы до 0,05%, которые концентрируются в основном в редкоземельных фосфатах, обломочном монаците и аутигенном куларите (рис. 3, 4) [5].

Основная часть фосфора находится в виде примеси по зонам роста оолитов гидрогетита (рис. 5). Иногда он образует собственную минеральную форму – куларит – $(Ce, La, Nd, Th)PO_4$.

Бакчарский узел находится непосредственно под крупнейшим в мире Васюганским болотным комплексом с нечетко выраженными и постоянно расширяющимися границами, охватывающими части водосборов рек Шегарка, Чая, Парабель, Васюган, Омь, Тара, а также ряд

менее значительных по масштабам Сибири болот олиготрофного, мезотрофного и евтрофного типов [3].

Болотные биогеоценозы отличаются относительно высокой скоростью изменения состояния некоторых своих компонентов вследствие продолжающегося заболачивания обширных территорий и изменения условий водно-минерального питания существующих болот.

Равнинные преимущественно аккумулятивные неозювиальные и болотные элементарные ландшафты сформированы на мощном чехле четвертичных рыхлых отложений, залегающих на глубоко погруженных породах фундамента.

Четвертичные, главным образом, озерно-болотные отложения характеризуются выдержанным составом тяжелых металлов при содержаниях близких среднему их значению в земной коре.

Почвы естественных равнинных ландшафтов Сибири по отношению к почвам равнин мира обеднены Cd, Be, Cr, Ga и обогащены Pb, Zn, Mo, Cu, As, Hg, Sc. Все они являются типичными элементами рудных полей и месторождений горно-складчатого обрамления Западно-Сибирской равнины [10].

Подвижные компоненты почв Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $Fe^{3+}Al_2O_3$, SiO_2 , O_2 , Cl^- , SO_4^{2-} , S^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, H_2S^+ , HS^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cu, Cd, Zn, Au, F⁻, Br⁻.

Накопленные при осадкообразовании огромные массы рудопрофилирующих металлов и, особенно, их элементов-спутников являются современными источни-

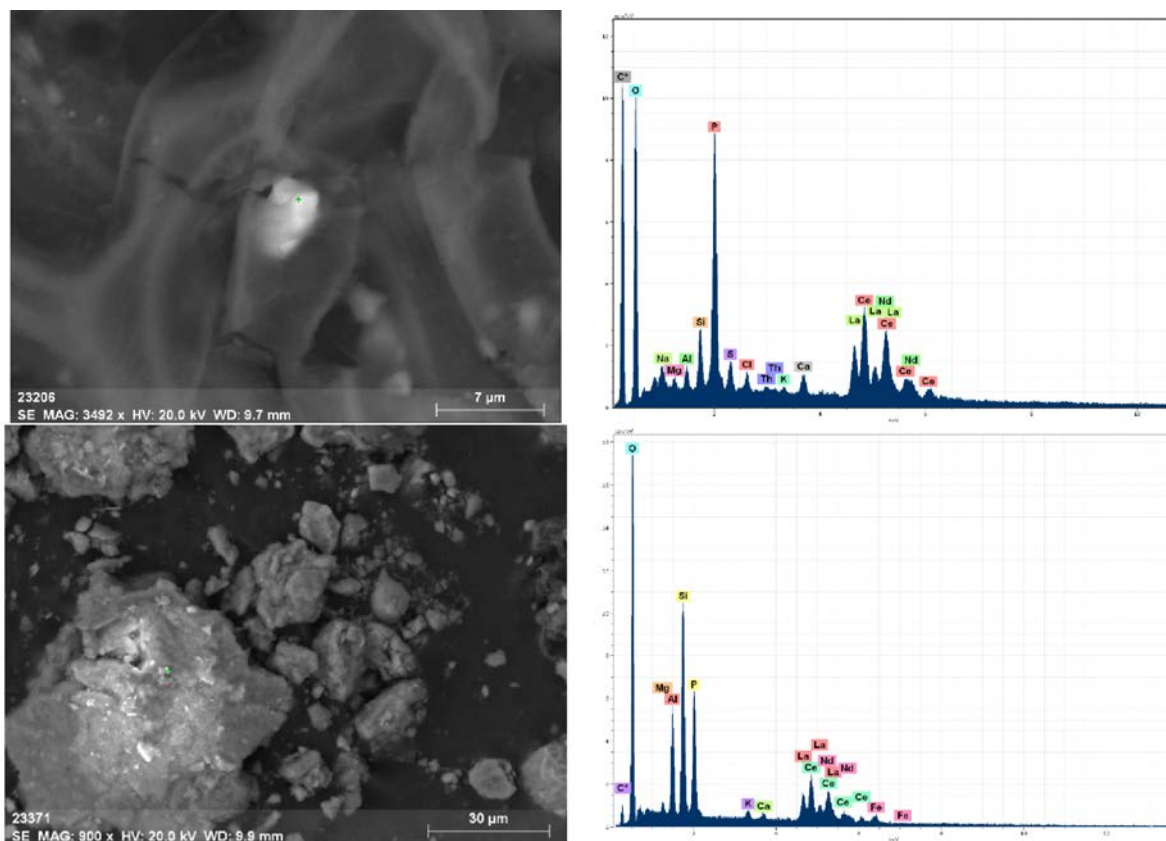


Рис. 6. Фосфаты редких земель в органоминеральной составляющей торфа и подстилающих глин Восточного (Полынянского) участка Бакcharского рудного узла

ками, локализованными в геохимических полях, направленно-концентрированного воздействия на природные ландшафты. Анализ распределения содержаний элементов показывает, что в экосистемах низинных болотных районов среднее содержание железа превышает допустимые санитарные нормы [8, 9].

Нами в органоминеральной составляющей торфа восточной части Бакcharского рудного узла обнаружены фосфаты редких земель, аналогичные по своему составу кулариту зон роста оолитов гидрогетита (рис. 6) [1].

Вполне возможно, что эта минеральная ассоциация попала в экосистему васюганского болота из отвалов добытой методом скважинной гидродобычи руды Восточного (Полынянского участка).

В природных ландшафтах юга Западной Сибири наблюдается вертикальная зональность генетических источников тяжелых и радиоактивных металлов. В равнинных ландшафтах доминируют рудные аномалии, связанные с процессами осадконакопления, в ландшафтах переходной от гор к равнине зоне формирование современных аномалий идет за счет мел-палеогеновых кор выветривания и остаточной эндогенной минерализации, в горных ландшафтах природными источниками металлов служат эндогенная минерализация и первичные породы с вышекларковым содержанием элементов. Большое разнообразие природных источников металлов наряду с многообразием элементарных ландшафтов требуют унифицированного подхода к изучению оценки на-

грузок на экосистемы с разделением их на природные и техногенные.

Для решения задачи оценки допустимого воздействия на болотные экосистемы в процессе разработки комплексных железо-редкоземельных руд Западно-Сибирского пояса на примере Бакcharского рудного узла были предложены методики: 1) оценки фоновых концентраций веществ в подземных, болотных и речных экосистемах как верхнего предела погрешности определения средних геометрических; 2) допустимого воздействия гидродобычи железной руды на поверхностные и подземные водные объекты на основе сравнения двух выборок, соответствующих фоновому и измененному состояниям [4].

Соответственно прогноз антропогенного влияния при разработке железных руд будет оцениваться как: 1) долгосрочный (это проявится в структурных изменениях болотных экосистем); 2) локальный (в большинстве случаев будет ограничиваться участками протяженностью до 500 м, наиболее осязаемое увеличение концентраций и амплитуды их пространственных изменений – в полосе до 200 м) [5].

Литература

1. *Формы нахождения редкоземельных элементов в торфах Западной Сибири* / С.И. Арбузов, С.Г. Маслов, С.С. Ильенко и др. // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов.* – 2016. – Т. 327, № 5. – С. 42–53.

2. Асочакова Е.М. Минералого-геохимические особенности железнакопления в мел-палеогеновых толщах Западной Сибири на примере Бакчарского месторождения : дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2013. – 193 с.
3. Бабин А.А. Бакчарское железорудное месторождение (геология, закономерности размещения и генезис железных руд) : дис. ... геол.-мин. наук. – Томск, 1969. – 248 с.
4. Моделирование и прогноз изменения состояния водных объектов при планируемой разработке железорудных месторождений на заболоченных территориях Томской области / О.Г. Савичев и др.
5. Карпина К.В., Домаренко В.А., Рихванов Л.П. Редкие и радиоактивные элементы в железных рудах Западно-Сибирского железорудного пояса на примере Бакчарского узла (Томская область) // Вестник науки Сибири. – 2012. – №5(6) – С. 29–35.
6. Копысов С.Г. Параметры экологически допустимой разработки Бакчарского железорудного месторождения // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2011. – № 5. – С. 420–425.
7. Саулова Т.А., Шляхова О.О. Влияние добычи железной руды на эндогенные геологические процессы и изменение естественного ландшафта ГОУ ВПО "Сибирский государственный технологический университет" // Материалы межрегиональной научно-практической Конференции (Непрерывное экологическое образование и экологические проблемы) студентов и учащихся. Апрель 2009 г. Красноярск. – С. 150–152.
8. Савичев О.Г. Водные ресурсы Томской области. – Томск : Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2010. – 248 с.
9. Савичев О.Г., Домаренко В.А., Мазуров А.К. Оценка допустимого воздействия на водные объекты при разработке осадочных железных руд Бакчарского рудного узла (Томская область) // Геоинформатика. – 2014. – № 3. – С. 56–61.
10. Шайхиев И.Р., Рихванов Л.П. Эколого-геохимические исследования природных сред района Бакчарского железорудного месторождения (Томская область) // Известия ТПУ. – 2015. – Т. 326, № 5. – С. 62–78.

ИНДИКАТОРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОТНОШЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ (U, Th) И BR В НАКИПИ ПИТЬЕВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.А. Перминова^{1,2}, Н.В. Барановская¹, Б. Ларатт², Б.Р. Соктоев¹, Ж.К. Лата³

¹Томский политехнический университет, Томск, Россия, tatianap1991@yandex.ru, natalya.baranovs@mail.ru, bulatsoktoev@gmail.com

²Технологический университет Труа, Труа, Франция, bertrand.laratte@utt.fr

³Университет Пьера и Марии Кюри, Париж, Франция, jean-christophe.lata@upmc.fr

RATIOS OF NATURAL RADIOACTIVE ELEMENTS (U, Th) AND BR IN SALT SEDIMENTS OF DRINKING WATER OF TOMSK REGION

T.A. Perminova^{1,2}, N.V. Baranovskaya¹, B. Laratt², B.R. Soktoev¹, J.-C. Lata³

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

²University of Technology of Troyes, Troyes, France

³Pierre and Marie Curie University, Paris, France

В работе рассматривается изменение показателей отношения двух радиоактивных элементов (U, Th) и брома в накипи питьевых вод Томской области. Данные показатели могут использоваться как индикаторы изменения эколого-геохимических условий окружающей среды. "Картина" бром-ториевого и бром-уранового отношений в накипи населенных пунктов относительно однородна, однако были обнаружены локальные территории, значительно выделяющиеся по показателю Br/U и Br/Th.

Ключевые слова: уран, торий, бром, накипь.

In this paper the ratios of two radioactive elements (U, Th) and bromine in salt sediments of drinking water of Tomsk region are shown. These ratios can be used as indicators of changes in ecologic – geochemical conditions of the environment. A "picture" of the bromine-thorium and bromine-uranium relations in the salt sediments is relatively homogeneous. However, were detected the local areas that are significantly different from others in their Br/U and Br/Th.

Keywords: uranium, thorium, bromine, salt sediments of drinking water.

Введение

Бром – элемент группы галогенов, которая помимо самого элемента включает еще фтор, хлор, йод, радиоактивный астат и унунсептий [16]. Природный бром состоит из двух стабильных изотопов: Br⁷⁹ и Br⁸¹ с распространенностью 50,57 и 49,43% соответственно [10]. Од-

нако известно также 30 радиоактивных изотопов брома, полученных искусственным путем с массовыми числами от 68 до 97 [10, 14]. Помимо природного нахождения брома в компонентах окружающей среды (заболоченные территории, морские и подземные воды, калийные соли, рапа соленых озер и др.), он может также поступать в