

## ХАРАКТЕР ПОВЕДЕНИЯ РАДИОЭЛЕМЕНТА В СИСТЕМЕ "ВОДА – НАКИПЬ – ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА"

Ш.Ж. Арынова, Л.П. Рихванов, Б.Р. Соктоев, Н.В. Барановская  
Томский политехнический университет, Томск, Россия, shinar\_uzh@mail.ru

## PATTERN OF THE RADIOACTIVE ELEMENT' BEHAVIOR WITHIN THE SYSTEM WATER-SCALE-HUMAN HEALTH

Sh.Zh. Arynova, L.P. Rikhvanov, B.R. Soktoev, N.V. Baranovskaya  
Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia

Одним из объектов окружающей среды, который может быть использован при оценке качества вод, является накипь, сформированная в результате многократного кипячения воды, которая содержит в себе важную геохимическую информацию и имеет тесную связь с заболеваемостью населения, употребляющего недоброкачественную питьевую воду. В статье представлена модель поведения урана в питьевой воде и образованных из нее солевых отложениях. Уран в системе "вода – накипь" образует тесную связь с высоким уровнем значимости (95%) на территориях с разным металлогеническим характером и техногенной нагрузкой (Байкальский регион, Павлодарская область). Уран в накипи питьевых вод Павлодарской области коррелирует с болезнями мочеполовой системы, крови, кроветворных органов и отдельными нарушениями с вовлечением иммунного механизма.

Scale formed in the result of multiple water boil is one of the environmental objects he indicate water quality. It contains important geochemical data, as well as connects with incidence rate of population, drinking water of poor quality. The article presents uranium behavior pattern in drinking water and its salt depositions. In the system "water – scale", uranium builds close links with high level of magnitude (95%) within the territories with different metallogenic character and man-induced impact (Baykal region, Pavlodar region). Uranium found in the scale of drinking water in Pavlodar oblast correlates with diseases of genitourinary system, blood and blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism.

### Постановка проблемы

Употребление качественной питьевой воды весьма важно для здоровья человека. Ряд исследований подтверждают статистически значимые связи химического состава воды и болезней органов дыхания, врожденными аномалиями развития системы кровообращения, эндокринными нарушениями, новообразованиями, анемией [4, 5, 8, 10, 13, 14, 16].

Так, например, опасность урана в питьевой воде заключается не только в его радиоактивности, но и проявлениях нефротоксического эффекта, поэтому его часто называют "почечным ядом" [9]. Известно, что уран концентрируется также в легких, селезенке, печени, сердце [1], т.е. оказывает влияние на все жизненно важные органы человека.

Предыдущими исследованиями [7] на примере Томской области была отмечена высокая корреляционная зависимость ( $R=0,62$ ) между содержанием урана в питьевой воде и солевых образованиях, что впоследствии получило подтверждение и в наших исследованиях [15].

### Материалы, методы

Основу статьи составляют данные по содержанию урана в более чем 200 пробах накипи и воды, используемой в питьевых целях, на территории Байкальского региона (Иркутская область, Республика Бурятия, Россия) и Павлодарская область (Республика Казахстан). Отбор проб воды производился согласно ГОСТ Р 51593-2000 [2]. Отбор проб накипи и их пробоподготовка регламентировались рекомендациями [12].

Содержание урана в питьевой воде определялось двумя аналитическими методами: люминесцентным методом ("Флюорат-02", Международный инновацион-

ный научно-образовательный центр (МИНОЦ) "Урановая геология" ТПУ) и ICP-MS (научно-образовательный центр "Вода" кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии ТПУ).

Элементный состав накипи (27 химических элементов) определен методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001,511901). Контроль измерений проводился с использованием стандартного образца состава ГСО 7126-94 БИЛ-1 (байкальский ил).

Данные по уровню заболеваемости за 2011–2015 гг. по районам Павлодарской области предоставлены Медицинским информационно-аналитическим центром. Согласно Международной классификации заболеваний [3, 6], проанализированы аналитические данные по следующим классам:

- болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения с вовлечением иммунного механизма;
- болезни мочеполовой, пищеварительной, нервной систем;
- врожденные аномалии, деформации, хромосомные нарушения;
- новообразования.

В исследовании участвовали взрослые (от 18 лет и старше) и дети (от 0 до 14 лет).

### Результаты и их обсуждение

Уран в питьевой воде и накипи на территории Павлодарской области согласно коэффициенту вариации распределен крайне неравномерно, что обусловлено особенностью металлогении (уровень залегания горных

Таблица 1. Статистические параметры распределения урана в питьевой воде и солевых отложениях питьевых вод (N=102)

	X	Δ	min	max	V, %
U в воде *10 <sup>-7</sup> мг/дм <sup>3</sup>	17,7	3,4	0,4	327,5	196,3
U в накипи (мг/кг)	36,6	5,1	0,01	436,2	141,3

Примечание: X – среднее арифметическое, Δ – стандартная ошибка, min – минимум; max – максимум, V – коэффициент вариации.

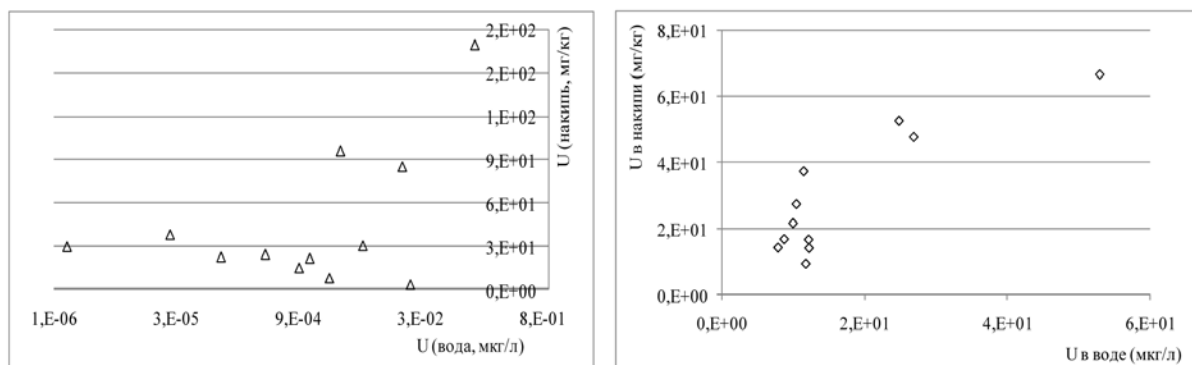


Рис. 1. Корреляционная связь между содержанием урана в воде и накипи, измеренной ICP-MS (а) и люминесцентным (б) методом. При составлении графика учитывались средние значения урана по 12 районам области

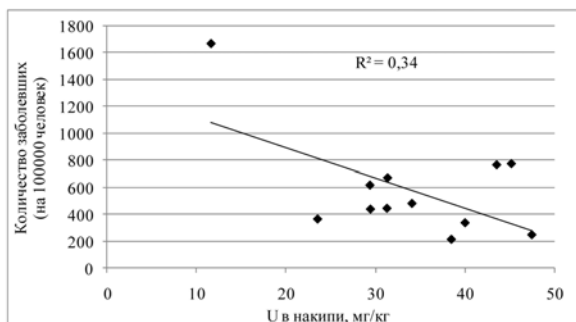


Рис. 2. Взаимосвязь содержания урана в накипи питьевых вод с болезнями крови, кроветворных органов и отдельными нарушениями с вовлечением иммунного механизма

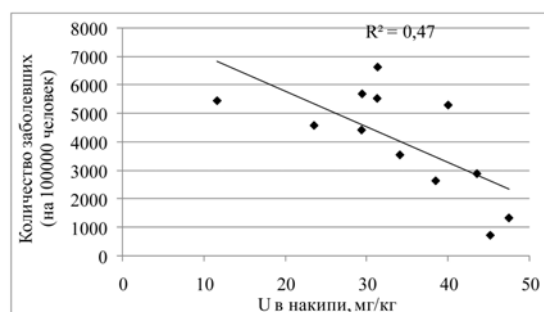


Рис. 3. Взаимосвязь содержания урана в накипи питьевых вод с болезнями мочеполовой системы

пород, нахождение буроугольных бассейнов) и влиянием антропогенной деятельности человека (теплоэлектростанций, нефтехимического, электролизного заводов) (табл. 1).

Концентрация урана в питьевой воде коррелирует с таковыми в накипи (рис. 1): а) U в воде – ICP-MS ( $R=0,7$ ) б) U в воде – Люминесцентный метод ( $R=0,8$ )

Содержание урана в воде из индивидуальных источников водоснабжения (колодцы, скважины) коррелирует с таковым в накипи с вероятностью  $R^2=0,5$ . Для централизованного водоснабжения характерно низкое содержание урана по сравнению с децентрализованным и связь с накипью отсутствует.

На территории Байкальского региона наблюдается

похожая положительная корреляционная взаимосвязь между ураном в воде и формирующихся из нее солевых отложений, что подтверждено результатами первично измеренных данных и при пересчете на карбонатную составляющую ( $R^2=0,33$  и  $R^2=0,96$ , соответственно).

Кроме того, в работе [11] показано, что кипячение не является эффективным способом удаления урана из воды, поскольку его концентрация в кипяченной воде может возрастать до значений выше санитарно-гигиенических нормативов.

Статистические данные по уровню заболеваемости взрослого населения Павлодарской области показали высокую корреляционную зависимость между содержанием урана в накипи и болезнями крови, кроветворных

органов и отдельными нарушениями с вовлечением иммунного механизма ( $r=-0,58$ ,  $R^2=0,34$ ,  $p<0,05$ ), мочеполовой системы ( $r=-0,69$ ,  $R^2=0,47$ ,  $p<0,05$ ) (рис. 2, 3).

### Выводы

Солевые образования питьевых вод в системе "вода-накипь" наследуют химический состав вод. Содержание урана в воде и накипи коррелирует с данными по заболеваемости населения, в частности с болезнями мочеполовой системы, крови, кроветворных органов и отдельными нарушениями с вовлечением иммунного механизма.

### Литература

1. Барановская Н.В., Игнатова Т.Н., Рихванов Л.П. Уран и торий в органах и тканях человека // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 339. – С. 188.
2. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М. : Издательство стандартов, 2000. – 32 с.
3. Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2014 году: статистический сборник. – Астана, 2015. – С. 45–113.
4. Иванов А.В., Тафеева Е.А., Давлетова Н.Х. Современные представления о влиянии качества питьевой воды на состояние здоровья населения // Вода: Химия и экология. – 2012. – № 3. – С. 48–53.
5. Ларикина Н.В. Генотоксикологическая оценка питьевой воды и некоторые показатели заболеваемости населения Северо-Казахстанской области / С.В. Бабошкина, И.Н. Лиходумова, Н.П. Белецкая и др. // Экологическая генетика. – 2012. – Т. 4. – С. 40–49.
6. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. – Женева : Медицина, 1995. – 697 с.
7. Монголина Т.А. Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатор природно-техногенного состояния территории : автореф. дис. ... канд. геол.- мин. наук. – Томск, 2011. – 21 с.
8. Морозова Е.В. Состояние здоровья детей дошкольного возраста в зависимости от качества питьевой воды (на примере г. Смоленска) : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2008. – 27 с.
9. Нефрология. Руководство для врачей : в 2 т. / под ред. С.И. Рябова. – СПб. : СпецЛит, 2013. – Т. 2. Почечная недостаточность. – 232 с.
10. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Окружающая среда и здоровье населения. Региональная экологическая политика. Проект пособия. – М. : ЦЭПР, 2003. – 149 с.
11. Соктоев Б.Р. Геохимии карбонатной составляющей природных пресных вод и ее индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона) : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2015. – 22 с.
12. Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды : патент Рос. Федерация № 2298212. – Заявл. 04.07.2005; опубл. 27.04.2007, Бюл. № 12. – 6 с.
13. Сулькина Ф.А. Системные связи качества питьевой воды и здоровья населения (на примере Республика Мордовия) : автореф. дис. ... канд биол. наук. – Тула, 2005. – 28 с.
14. Шаповалов А.Е. Медико-географическая оценка влияния загрязнения питьевых подземных вод на здоровье населения (на примере Смоленской области) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М. – С. 28.
15. Geochemical features of limescale as an indicator of drinking water quality and factor of influence on public health / B.R. Soktoev, L.P. Rikhvanov, N.V. Baranovskaya, S.Z. Arynova // MedGeo2015: Book of Abstracts of the 6th International Conference on Medical Geology. – Aveiro : UA Editora, 2015. – P. 108.
16. Different choices of drinking water source and different health risks in a rural population living near a lead/zinc mine in Chenzhou City, Southern China / Xiao Huang, Liping He, Jun Li, Fei Yang, Hongzhuan Tan // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2015. – [Vol.] 12. – P. 14364–14381.

## ПРОБЛЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ

В.Е. Бабушкин

Общество с ограниченной ответственностью "Экогео", г. Бийск, Россия, ekogeo@211.ru

## PROBLEMS OF RADIATIVE ECOLOGY

V.E. Babushkin

Ecogeo Ltd., Biysk, Russia

В последние десятилетия в результате человеческой деятельности происходит постоянное перераспределение естественных радионуклидов в окружающей среде (добыча и переработка полезных ископаемых, производство и использование строительных материалов, обращение с технологическими отходами промышлен-

ности). Кроме того, появилось несколько сотен новых отсутствующих в природе радионуклидов, за счет ядерных реакций, осуществляемых человеком.

Искусственные радионуклиды стали неотъемлемой частью биосферы, халатное отношение к их использованию и хранению приводит зачастую к катастрофичес-