

Раздел 1
***Воздействие на окружающую среду антропогенных факторов
и охрана окружающей среды***

УДК: 539.163:556.53 (574)

Г.Т. АЛКЕНОВА, Т.Б. АБИШЕВ, Е.Ю. КУЯНОВА, М.М. БУРКИТБАЕВ

РАДОН В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ДОЛИНЫ РЕКИ ШУ

(Казахский национальный университет имени аль-Фараби)

С использованием жидкостно-сцинтилляционной бета-спектрометрии, были получены значения активности радона и короткоживущих продуктов его распада в водных объектах долины реки Шу. Отмечено, что содержание радона в исследуемых водных образцах закономерно возрастает вниз по течению реки Шу, достигая максимального значения в Тасоткольском водохранилище, выполняющего роль накопителя. Методом математического моделирования показано, что при поступлении радона и его ПРР в организм человека 15% находится в мягких тканях. Радон из крови поступает в скелет, в количестве 50% и около 30% от его количества осаждается в печени, остальное выводится с мочой. Годовая доза, вычисленная методом математического моделирования с учетом метаболизма радона и его продукты распада (ПРР), получаемая жителями, проживающими на исследуемой территории долины реки Шу, от загрязненной воды составляет 0,03 мЗв/год.

Радон является химически инертным природным радиоактивным газом, не имеющим запаха, цвета и вкуса. Он образуется в процессе природного радиоактивного распада урана, который обнаруживается в каменных породах и почве. Радон может также присутствовать в воде. Радон легко выделяется из почвы в воздух, где он распадается на недолговечные дочерние продукты распада. При дыхании дочерние продукты радона осаждаются в клетках, выстилающих дыхательные пути, где альфа-частицы могут повредить ДНК и потенциально привести к развитию рака легких.

Во многих странах радон является второй по значимости причиной развития рака легких после курения. Доля случаев рака легких, вызванных радоном, оценивается от 3% до 14% [1, 2]. Значительные последствия для здоровья наблюдаются среди работников урановых рудников, подвергающихся воздействию радона в высоких концентрациях. Кроме того, низкие уровни концентрации радона, такие как уровни в домах, также представляют риски для здоровья и в значительной мере способствуют заболеваемости раком легких во всем мире.

В настоящей работе была проведена оценка водных объектов долины реки Шу, на содержание радона и продуктов его распада. Река Шу протекает в зоне с повышенным уровнем природной радиоактивности, обусловленной наличием ураноносных геологических зон.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение радона в водных объектах долины реки Шу представлял многоступенчатый процесс, включающий отбор пробы, предварительное концентрирование, собственно количественное определение и обработку полученных результатов /3/.

Для исследований применяли полевые и лабораторные методы.

Полевые методы исследования включали:

- отбор проб воды;
- дозиметрические измерения мощности эквивалентной дозы на месте отбора проб;
- радиометрию (измерение плотности поверхностного загрязнения α - и β -излучающими радионуклидами).

Лабораторные методы исследования включали выделение радона из водной пробы с подготовкой счетного образца и последующим бета-спектрометрическим анализом.

Отбор водных проб и полевые измерения. В ходе летней экспедиции были отобраны пробы воды из водных объектов, расположенных вдоль реки Шу, вода из которых используется местными жителями для водопоя скота и других сельскохозяйственных целей. На вид вода прозрачная и на вкус солоноватая. Образец воды объемом 5-10 литров подвергали консервации раствором 5М азотной кислоты (до значения pH 2).

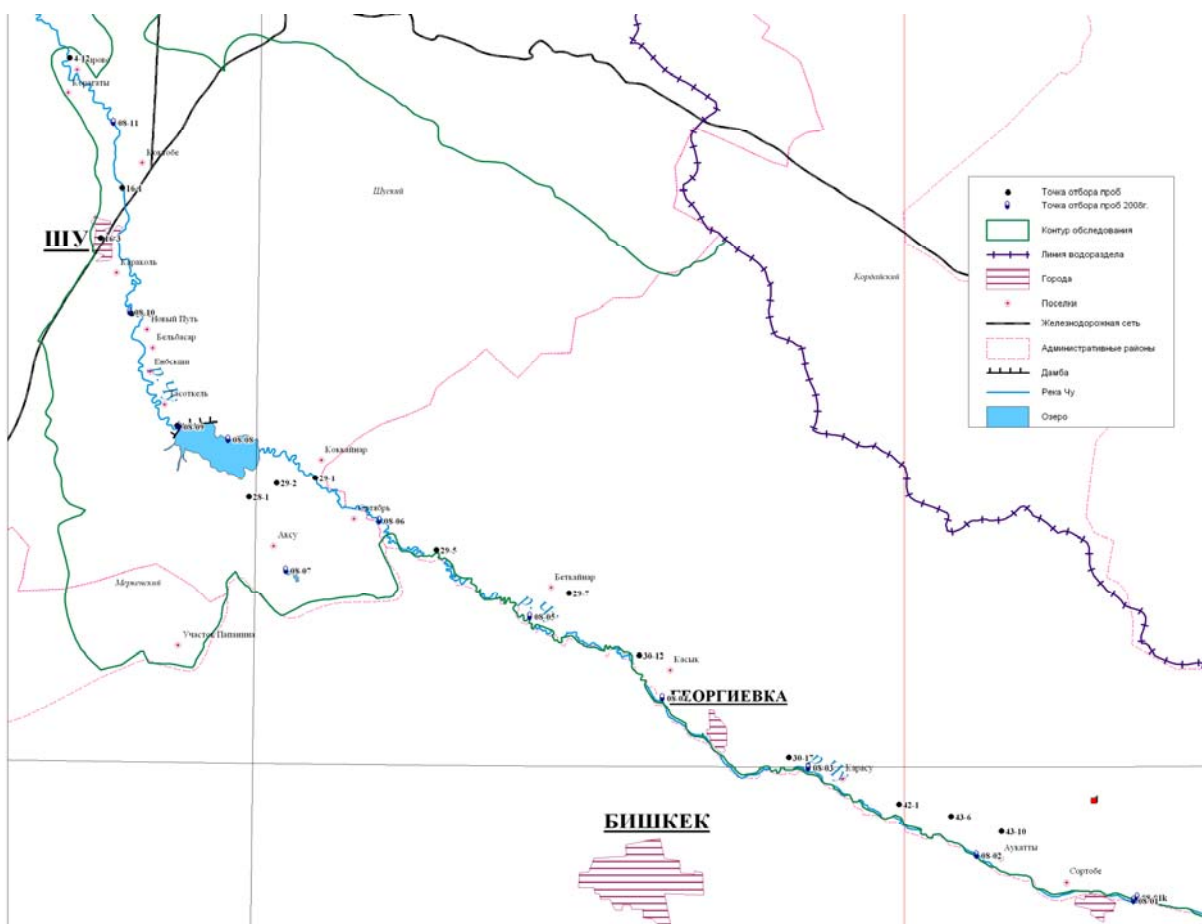


Рисунок 1. Карта исследованной территории с местами отбора проб воды

Все отобранные образцы были доставлены в лабораторию радиационной экологии Казахского национального университета им. аль-Фараби для проведения последующих анализов.

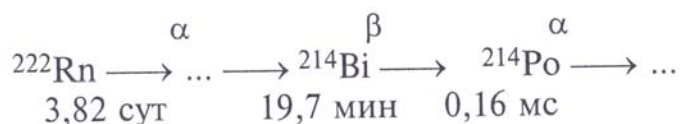
Определение координат точек отбора проб. Определение координат отбора проб воды проводили с помощью спутникового навигационного прибора *GARMIN* в географической системе WGS 84. Точность определения координат GPS составляла около 5 метров.

Определение радона. Методика основана на измерении спектра счетного образца, содержащего количественно выделенные из объема водной пробы изотопы радона и его ППР. При этом на момент измерения изотопы радона находились в равновесии с короткоживущими дочерними продуктами распада.

Методика включала следующие этапы:

- концентрирование изотопов радона и продуктов его распада;
- приготовление счетного образца, методом экстрагирования радона из водной пробы жидкостно-сцинтилляционной смесью на основе толуола;
- выдержка счетного образца для установления радиоактивного равновесия между изотопами радона и ППР;
- спектрометрическое измерение активности радона-222 с помощью жидкостно-сцинтилляционного бета-спектрометра.

β-спектрометрический анализ. В данной работе для определения активности радона в исследуемых образцах нами был использован β-спектрометр Tri-Carb 3100 TR фирмы Packard, который является законченным интегрированным прибором для проведения высокоточных β-спектрометрических измерений, основанных на определении числа и яркости световых вспышек, возбуждаемых ионизирующим излучением в жидком сцинтилляторе (ЖС смеси). Используемая жидкостно-сцинтилляционная установка была настроена на регистрацию лишь одного звена из цепочки продуктов распада радона:



Расчет активности радона. Общая скорость счета была определена после счетного периода (I_1) пропорционального активности ${}^{222}\text{Rn}$ (A_1). Значения коэффициентов принимали величины детектируемой эффективности радионуклидов (ε).

Следующее уравнение баланса было определено для измерения общей интенсивности:

$$I_1 = \varepsilon_1 A_1 + \varepsilon_2 A_2 + \varepsilon_3 A_3 D_1$$

Из этого уравнения было выведено значение A_1 :

$$A_1 = \frac{I_1 - A_2(\varepsilon_2 + \varepsilon_3 D_1)}{\varepsilon_1}$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

В данной работе было проведено исследование 11 водных объектов, расположенных в районе долины реки Шу, географические координаты которых совместно с данными по содержанию радона, полученными в настоящей работе приведены в таблице 1.

Выход радона, определенный по значению эффективности, составлял более 67%, что свидетельствует о практически полном количественном извлечении радона из водных проб.

Как видно из данных таблицы 1, вода реки Шу содержит наименьшее количество радона. Несмотря на то, что уровень вмешательства не превышает предельно допустимого значения во всех исследованных образцах, тем не менее можно наблюдать увеличение содержания радона вниз по течению реки с максимальным значением 70 мБк/л, обнаруженным в водных образцах Тасуткольского водохранилища, причиной чего может быть техногенное влияние на исследуемый водный объект. Причем, как видно из графической зависимости концентрации радона от точки отбора проб вдоль по течению реки (рисунок 2), техногенное влияние на исследованные водные объекты увеличивается вдоль течения реки.

Таблица 1

Результаты определения активности радона

Код образца	Место отбора	Геодезические координаты		Rn, мБк · л ⁻¹
		Широта	Долгота	
W-0801-Chu	с. Шортоба	42°51'02,9"	75°21'26,0"	14
W-0802-Chu	с. Кишмиши	42°53'53,4"	75°06'41,2"	14
W-0803-Chu	п. Черная речка	42°59'58,1"	74°51'12,8"	31
W-0804-Chu	с. Красный Партизан	43°04'50,9"	74°37'43,8"	35
W-0805-Chu	с. Беткайнар	43°10'23,4"	74°25'29,2"	43
W-0806-Chu	с. Кайнар (Благовещенка)	43°16'57,3"	74°11'30,2"	45
W-0807-Chu	с. Аксу	43°13'29,5"	74°02'55,2"	68
W-0808-Chu	Тасоткельское Водоохранилище	43°22'31,3"	73°57'27,0"	70
W-0809-Chu	с. Енбекши	43°23'21,4"	73°52'51,6"	47
W-0810-Chu	с. Новый Путь	43°31'18,5"	73°48'09,2"	46
W-0811-Chu	с. Толе би	43°44'27,4"	73°46'23,1"	56

Оценка доз облучения жителей поселков, расположенных на исследуемой территории является базисом для изучения риска отдаленных последствий действия ионизирующего излучения на всей исследуемой территории.

Однако для оценки доз внутреннего облучения необходимы детальные знания биокинетики изотопов радона в отдельных органах и тканях человека и для корректной оценки и прогноза доз облучения у человека необходимо рассмотреть широкий ряд продуктов питания, но в данной работе было учтено только влияние воды.

Переход от данных измерений содержания изотопов радона в биопробах к величинам поступления и дозам облучения осуществляли с помощью модели поведения изучаемого

радионуклида в организме человека, разработанной Международным Комитетом по Радиационной защите (МКРЗ) /4/.

Годовая эффективная доза внутреннего облучения человека, $E_{int,y}$, была рассчитана по формуле:

$$E_{int,y} = \sum_k \sum_i e_{k,i} \cdot \eta_i \cdot \int_{t_1}^{t_2} I_{k,i}(t) \cdot dt,$$

где $e_{k,i}$ - эффективная доза, создаваемая в организме представителя возрастной группы i , при поступлении по определенному пути в организм единичной активности радона k ;

η_i - доля представителей возрастной группы i ;

$I_{k,i}(t)$ - временная функция поступления радионуклида k соответствующим путем в организм представителя возрастной группы i ;

t_1, t_2 - пределы интегрирования по времени.

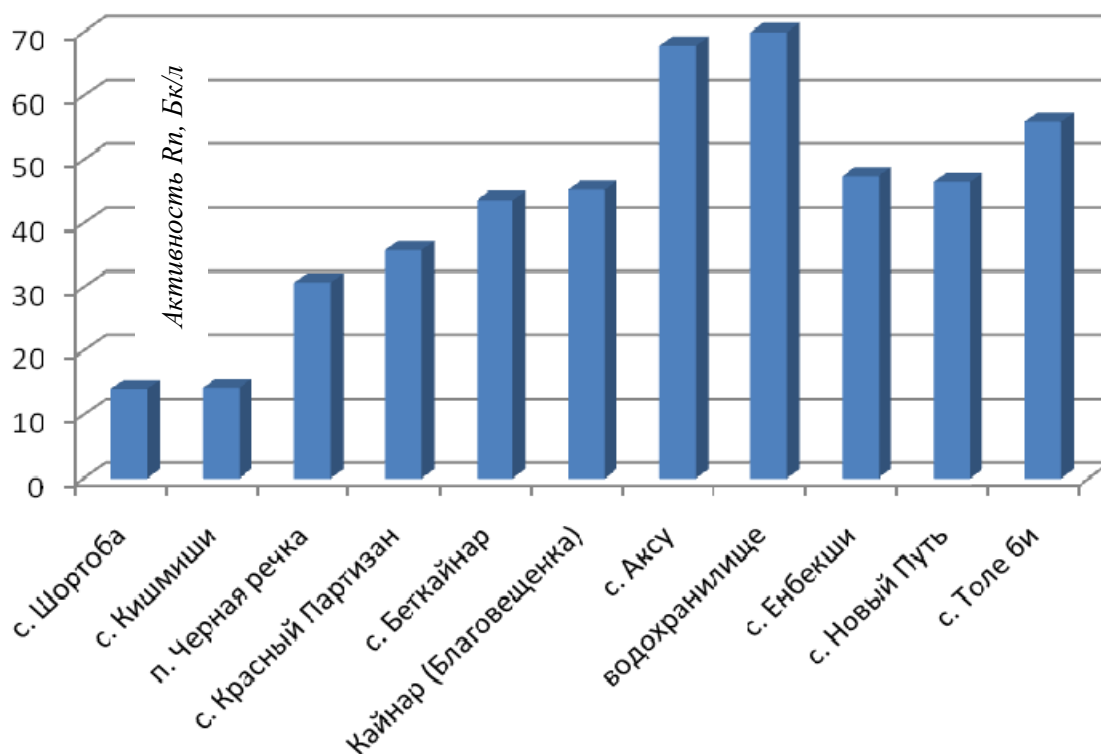


Рисунок 2. График зависимости концентрации радона от точки отбора пробы

Величина годового поступления радионуклида k в организм человека определяли интегрированием функции $I_{k,i}(t)$ за период времени один год:

$$AI_{k,i} = \int_{t_1}^{t_2} I_{k,i} \cdot dt$$

На рисунке 3 представлена суммарная эффективная доза, полученная основными органами-депонирования от влияния радона и его ПРР. Из представленного рисунка видно, что доза облучения основных органов человеческого организма увеличивается со временем воздействия радона. Особенно этот радионуклид оказывает негативное влияние на костную ткань.

Эффективная доза рассчитана как сумма доз, полученных одновременно от радона и его ПРР. Как видно из рисунка 8, человек, проживающий на исследуемой территории 50 лет, может получить максимальную дозу равную 1.5 мЗв (рисунок 3).

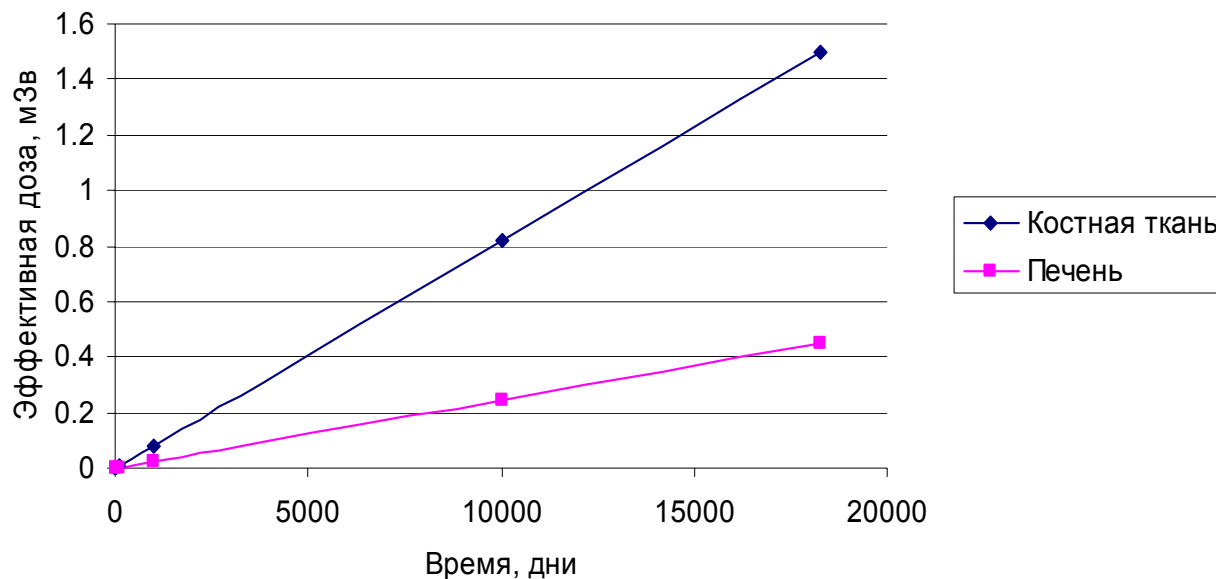


Рисунок 3. Эффективная доза облучения органов-депонирования человека от радона и его ПРР в течение жизни

Согласно /5/, дозовая нагрузка для населения не должна превышать 1 мЗв в год, т.е. 50 мЗв за 50 лет. Приведенные данные свидетельствуют о том, что человек может получить дозу, почти не превышающую нормативную. Однако если суммировать влияние остальных техногенных и природных радионуклидов на жителей, находящихся в исследуемом районе долины реки Шу, возможные дозы облучения будут превышать нормативные значения.

ВЫВОДЫ

1. С использованием жидкостно-сцинтилляционной бета-спектрометрии, были получены значения активности радона и короткоживущих продуктов его распада в водных объектах долины реки Шу.
2. Отмечено, что содержание радона в исследуемых водных образцах закономерно возрастает вниз по течению реки Шу, достигая максимального значения в Тасуткольском водохранилище, выполняющего роль накопителя.
3. Методом математического моделирования показано, что при поступлении радона и его ПРР в организм человека 15% находится в мягких тканях. Радон из крови поступает в скелет, в количестве 50% и около 30% от его количества осаждается в печени, остальное выводится с мочой.

4. Годовая доза, вычисленная методом математического моделирования с учетом метаболизма радона и его ПРР, получаемая жителями, проживающими на исследуемой территории долины реки Шу, от загрязненной воды составляет 0,03 мЗв/год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lubin J.H. et al. Adjusting Lung Cancer Risks for Temporal and Spatial Variations in Radon Concentration in Dwellings in Gansu Province // China. Radiat. Res, 2005. 163. - P.571-579.
2. Darby S. et al. Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual // Data from 13 European case-control studies. BMJ, 2005. 330(7485). - P. 223-227.
3. Schönhofer F. Low Level Measurements with Liquid Scintillation Spectrometry. Developments and Applications // In : Fietz J., editor, "Methods and Applications of Low-level Radioactivity Measurements", Proceedings of Workshop, Forschungszentrum Rossendorf e.V. Germany, 1997. FZR-170,.
4. ICRP Human respiratory tract model for radiological protection // ICRP Publication 66, Annals of the ICRP. 1994. 24(1-3). Oxford UK: Pergamon Press,
5. СП 2.6.1.758 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Алматы, 2000. - 80 с.

Сұйық-сцинтилляционды бета-спектрометрияны пайдалану арқылы Шу өзені алқабындағы су объектілерінде радон мен оның қысқа өмір сүретін ыдырау өнімдерінің активтілік мәндері анықталды. Зерттелетін су үлгілерінен анықталғанындай, радон мөлшері Шу өзенінің төменгі ағысы бойымен жоғарылап, жинақтаушы қызметін атқаратын. Тасөткел су қоймасында максималды мәнге ие болады. Математикалық модельдеу әдісі бойынша көрсетілгеніндей, адам ағзасына түскен радонның 15% - ы жұмсақ органдарда жинақталады. Зерттелетін аумақта өмір сүретін тұрғындардың ластанған судан алатын жылдық дозасы 0,03 мЗв/жыл құрайды. Жылдық доза математикалық модельдеу әдісі бойынша есептелді.

The values of radon and its daughter products in water of Shu River valley have been received, using liquid scintillation spectrometry. The radon concentration naturally increases in investigated water samples downstream the Shu River, reaching the maximum value in the Tashutkolsky basin. The radon and its daughter products in a human body of 15 % are in soft tissues have been calculated by a mathematical modeling method. The annual dose from radon and its daughter products calculated by a mathematical modeling method received by the residents living in Shu river valley is 0,03 mSv/year.

УДК 581.9

П.В. ВЕСЕЛОВА

ОСОБЕННОСТИ ЭДАФИЧЕСКОЙ ПРИУРОЧЕННОСТИ ВИДОВ СЕМ. *BRASSICACEAE* BURNETT СЕВЕРНОГО ТУРАНА

(Институт ботаники и фитоинтродукции МОН РК, г. Алматы)

В статье рассматривается распределение видов сем. Brassicaceae, встречающихся в северотуранских пустынях, по эдафическим вариантам (в зависимости от механического состава субстрата).

В настоящее время проблема изучения и сохранения биологического разнообразия, особенно пустынных регионов является одной из наиболее актуальных. Разнообразие