

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ СЫРДАРЬИ

(Представлена академиком НАН РК М. Ж. Журиновым)

Выявлены загрязнения речной воды Сырдарьи радионуклидами, которые обусловлены деятельностью уранового рудника, расположенного в Шилииском районе.

Основную часть населения земного шара получает облучения от естественных источников радиации. На протяжении всей истории существования Земли, разные виды излучения падают на поверхность Земли из космоса и поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре. Человек подвергается облучению двумя способами. Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи, в этом случае говорят о внешнем облучении. Или же они могут оказаться в воздухе, которым дышит человек, в пище или в воде и попасть внутрь организма, такой способ облучения называют внутренним. Облучению естественных источников радиации подвергается любой житель Земли, однако одни из них получают больше дозы, чем другие. Это зависит, в частности от того, где они живут. Уровень радиации в некоторых местах земного шара, там, где залегают особенно радиоактивные породы, оказывается значительно выше среднего, а в других местах – соответственно ниже.

Одной из таких ураново-рудных районов в Республике Казахстан, является Шу-Сырдарьинский рудный район, которые входят следующие месторождения: Ирколь, Северный Карамурун, Южный Карамурун, Северный и Южный Харасан и т.д. [1]. Следует отметить, все они почти расположены вдоль реки Сырдарьи в Кызылординской области. Нами с 1999г. ведется исследования речной воды бассейна реки Сырдарьи на содержание радионуклидов [2, 3]. Определение удельной активности альфа- и бета- излучающих радионуклидов выполнен в соответствии с методикой [4, 5].

Методика предназначена для экспрессного радиометрического определения суммарной объемной активности альфа- и бета- излучающих радионуклидов, нелетучих до 350°C. Методика основана на концентрировании радионуклидов из объема водной пробы методом упаривания до сухого остатка, измерении скорости счета альфа- и бета-излучения полученного остатка (концентра), сопоставлении со скоростью счета образца

сравнения с известным радионуклидным составом и аттестованными значениями активности суммы альфа- и бета-излучающих радионуклидов. Используя данную формулу, рассчитывают полную эффективность регистрации «E» для данной геометрии, поверхностной плотности, вида излучения и его энергии:

$$E = \frac{J}{A_0 \cdot P_{нав.}}$$

где A_0 – аттестованная активность контрольной пробы, имп/сек; J – измеренная скорость счета (за вычетом фона), имп/сек; $P_{нав.}$ – навеска образца сравнения, г.

Полученные значения «E» выносим на рабочие градуировочные графики и получаем кривую фактической зависимости «E» от «р» для данной геометрии и данного счетчика. В дальнейшем этих графиков используем для выбора значений «E» при расчете удельной активности анализируемых проб.

Удельная или объемная альфа-, бета-активность пробы, $A_{\alpha,\beta}$, Бк/г или Бк/дм³ рассчитывается по формуле:

$$A_{\alpha,\beta} = \frac{A_{\alpha,\beta}^{изм} \cdot P_{конц}}{P(V) \cdot P_{нав.}}$$

где P и V – соответственно исходный вес (г) или объем (л) пробы.

Если анализируемая навеска полностью соответствует массе полученного концентрата, то формула расчета упрощается:

$$A_{\alpha,\beta} = \frac{A_{\alpha\beta}^{изм}}{P(V)}$$

Если при измерении суммарной альфа- и бета-активности в пробе превышены контрольные уровни (0,1 Бк/ дм³ по альфа-излучению и 1,0 Бк/ дм³ по бета-излучению), проводили гамма спектрометрическое измерение проб с целью определения естественных и искусственных радионуклидов.

Целью настоящей работы является исследование воды реки Сырдарья на содержание радионуклидов за весенний период 2004–2005 гг.

В табл. 1–3 приведены результаты радиометрического и гамма спектрометрического анализа воды реки Сырдарья.

Таблица 1. Результаты радиометрического анализа, определение суммарной α- и β-активности за весенний период* 2004–2005 гг. (Бк/дм³)

Пункты отбора проб	Минерализация	Весенний период 2004 года		Весенний период 2005 года	
		α-активность	β-активность	α-активность	β-активность
Возле РУ-6	1950	<0,20	0,54±0,20	–	–
Возле ПВ-1	950	0,39±0,10	0,45±0,12	–	–
Возле ПВ-1	1810	–	–	<0,24	0,26±0,15
Возле ПВ-2	1770	–	–	<0,31	0,26±0,10
Возле города Кызылорды (пгт. Тасбугет)	940	–	–	0,17	0,38±0,09

* Анализы сделаны в ЦНИЛ ОАО «Волковгеология».

Как видно из данных табл. 1, во всех пробах минерализация воды превышает установленный норматив, почти в 2 раза и в 2004 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде РУ-6 превышает ПДК в 2 раза, а в пробной воде ПВ-1 - в 3,9 раза. В 2005 г. весенний период она превысила ПДК в пробной воде ПВ-1 2 раза, в пробной воде ПВ-2 3,1 раза, а в пробной воде Кызылорда 1,7 раза.

Поступая в реки со сточными водами, часть радиоактивных веществ поглощается гидробион-

тами, фиксируется дном, но основная часть их уносится с водой вниз по течению. Анализ экспериментальных данных по содержанию радионуклидов показал, что концентрация Th²³⁴, Th²²⁷, Th²²⁸, Ra²²³, Ra²²⁸, K⁴⁰, Cs¹³⁷ в воде реки Сырдарья находится ниже ПДК (табл. 2, 3). Влияние радионуклидов, концентрации которых превышает ПДК, на человека и окружающую среду мало изучено. Радиоактивные изотопы, попадая в воду даже в незначительных концентрациях, способны кумулироваться в водорослях, планктоне,

Таблица 2. Результаты гамма спектрометрического анализа (2004 г.), Бк/дм³

Проба	Радионуклиды									
	Ra 226	Pb 210	Th 234	Th 230	Th 227	Ra 223	Th 228	Ra 228	K 40	Cs 137
Возле РУ-6	0,028±0,004	<0,72	0,13±0,03	<1,8	<0,047	<0,035	<0,013	0,047±0,009	0,14±0,06	<0,090
Возле ПВ-1	0,164±0,008	<0,81	<0,09	<2,2	<0,053	<0,040	0,009	0,041±0,011	0,21±0,07	<0,010

Таблица 3. Результаты гамма спектрометрического анализа (2005 г.), Бк/дм³

Проба	Радионуклиды							
	Ra 226	Pb 210	Th 234	U 235	Th 228	Ra 228	K 40	Cs 137
Возле РУ-6	<0,014	<0,060	<0,058	<0,0066	0,0071	0,0132	<0,13	0,008
Возле ПВ-1	<0,014	<0,061	0,065±0,020	0,0063±0,0028	0,0095	0,024	<0,15	0,008
г. Кызылорда (пгт. Тасбугет)	<0,015	<0,058	0,140±0,025	0,0083±0,0029	<0,0101	<0,036	0,21±0,07	<0,008

рыбах. Таким образом, представляют собой потенциальный источник опасности для человека и окружающей среды.

В обогащении подземных вод радионуклидами большую роль играют гидрогеологические условия, в частности характер водообмена, циркуляция подземных вод, длительность контакта вод с породами. Переход радионуклидов из вмещающих пород в воду является результатом таких процессов как растворение неустойчивых минералов и выщелачивания, т.е. переход элементов из минерала в раствор без нарушения целостности кристаллической решетки. Вследствие этого происходит нарушение радиоактивного равновесия в рядах урана и тория, обусловленное различиями в миграционных характеристиках и химических свойствах, как радиоактивных элементов, так и изотопов одного элемента. Например, миграционная способность урана значительно превышает миграционную способность тория, а из двух изотопов одного элемента, существенно отличающихся периодами полураспада, короткоживущий более подвижен, так как при выщелачивании не связан с кристаллической решеткой минеральных форм, и, с другой стороны, не успевает диффундировать из раствора в кристаллическую структуру вмещающих пород.

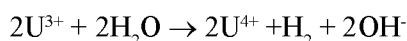
U^{238} – источник α -излучения, он более опасен по химической токсичности, чем по радиологической. Уран находится в кристаллической решетке минералов, и попадают в воду в результате растворения минералов. При условии обо-

гащения с углекислотой, уран хорошо мигрирует в водах, поэтому значительная доля урана в горных породах находится в легкоподвижной форме. В природных соединениях установлены два валентных состояния урана – U (IV), U (V). Четырехвалентный уран, входящий в природные соединения в виде катиона U^{4+} , образует простые и сложные оксиды, силикаты и титанаты. В поверхностных условиях доминирует сложная группа минералов уранила со смешанным анионным составом, типа шрекенгирита состава $NaCa_2UO_2(CO_3)_3SO_4 \cdot 10H_2O$.

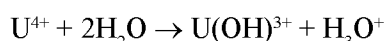
Согласно геохимическим данным, природные соединения шестивалентного урана обладают значительной подвижностью в водных растворах, обеспечивающей его миграцию в толщах пород. Четырехвалентный уран в этих условиях проявляет инертность и ничтожную подвижность в различных средах [7]. Известно, что уран (VI) в сернокислотных средах образует не только катионы UO_2^{2+} , но и комплексные анионы $[UO_2(SO_4)_2]^{2-}$ и $[UO_2(SO_4)_3]^{4-}$ [8]. При несоблюдении технологий при аварийных ситуациях (нарушениях целостности трубопроводов с растворами) возникают загрязнения окружающей среды, которые могут внести некоторый вклад в загрязнения вод реки Сырдарьи.

При добыче урана главным излучателем является Rn^{222} . Радон является инертным газом, хорошо мигрирующим с атмосферным воздухом и водой. Масштабы его выделения составляют около 1 гБк на тонну руды с содержанием 1% оксида урана U_3O_8 [9].

В водном растворе уран, как правило, образует ионы со степенями окисления +3, +4, +5, +6. Ионы урана гидратированы и гидрализованы. Уран (III) в растворе находится в виде неустойчивых ионов U^{3+} , поэтому вступает в реакцию с водой:



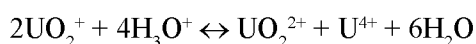
Уран (IV) в растворе присутствует в виде ионов U^{4+} , которые получаются при растворении тетрагалогенидов урана или в результате окисления U^{3+} . U^{4+} -ион также неустойчив в растворах, но сильно гидролизован и гидратирован:



При дальнейшем гидролизе образуются полиядерные соединения вида $U[U(OH)_3]_n^{(n+4)+}$. В кислых растворах гидролиз подавляется.

Действием соответствующих реагентов из раствора, содержащего U^{4+} , выделяются малорастворимые фториды, иодаты, оксалаты, пирофосфаты, гипофосфаты, купферонат и гидроксид U^{IV} .

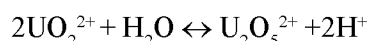
Уран (VI), благодаря высокому заряду и сравнительно небольшому радиусу иона U^{5+} , не может существовать в виде простого иона и в растворе образует оксикацион уранил UO_2^+ . Он малоустойчив, стабилен лишь при $pH=2,5$; при повышении pH протекает гидролиз, при уменьшении – диспропорционирование:



Кроме того, имеет место гидролиз UO_2^+ . Гидроксид $UO_2OH \cdot xH_2O$ амфотерен. U^{VI} устойчив в неводных растворах.

Уран (VI) в растворе образует вследствие отщепления атомов кислорода от молекул воды оксокацион уранил - UO_2^{2+} , который получается

при окислении урана низших степеней окисления. При гидролизе уранил-иона образуется ряд многоядерных комплексов:



При дальнейшем гидролизе образуется $U_3O_8(OH)_2$ и затем $U_3O_8(OH)_4^{2-}$ [10, 11].

В Сырдарьинской ураново-рудной провинции пластово-фильтрационного типа подземные артезианские воды горизонтов, вмещающих рудные тела, характеризуются высоким содержанием Ra^{226} . В случаях несанкционированного самоизлива из оставшихся бесхозными скважин вблизи их на поверхности образуются значительные участки загрязнения почв и реки с мощностью дозы гамма-излучения от сотен до нескольких тысяч макрорентген в час и суммарной альфа-активностью грунтов в точках максимума до сотен тысяч Беккерелей на килограмм.

Систематическое изучение содержания Ra^{226} , являющегося источником α -излучения, показало, что в воде реки Сырдарьи отмечено высокое содержание Ra^{226} . На основе изучения концентрации (активности) радионуклидов в воде, используемой населением для питья и приготовления пищи рассчитывали ожидаемую годовую дозу Ra^{226} . Расчеты представлены в табл. 4.

Как видно из данных табл. 4, в 2004 г. дозовая нагрузка на грудных детей, регламентированная НРБ-99, равная 0,2 мЗв/год, превышает в пробной воде возле ПВ-1 почти 2,5 раз.

В Кызылординской области неблагоприятные для жизни природные условияотягощены, к сожалению, антропогенной деятельностью человека.

Таблица 4. Расчет ожидаемых эффективных годовых доз внутреннего облучения населения при употреблении питьевой воды (для Ra^{226})

Место отбора проб	Год	Средняя активность в питьевой воде, Бк/л	Дозовый коэффициент Е, Зв/Бк		Ожидаемая годовая дозовая нагрузка Е, мЗв/год	
			Для детей до 1 года	Для взрослых	Для детей до 1 года	Для взрослых
	2005	0,014	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	0,1	0,002
Возле ПВ-1	2004	0,164	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	0,5	0,029
	2005	0,014	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	0,1	0,002
г. Кызылорда (пгт. Тасбугет)	2005	0,015	$4,7 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-7}$	0,1	0,002

Добыча урановых руд приводит к возрастанию заболеваемости населения, особенно злокачественным новообразованиям, иммунной недостаточности и ухудшению показателей его здоровья. На протяжении более 20 лет Кызылординская область является неблагоприятной в РК и характеризуется по медико-биологическим показателям высоким уровнем заболеваемости брюшным тифом – в 29, вирусным гепатитом – в 7, паратифом – в 4, болезнями крови – в 1,6, острыми кишечными инфекциями – в 2 раза. Особенно тревожными становятся возрастающая заболеваемость патологией сердечно-сосудистой системы, органов выделения, пищеварения, кровообращения, заболеваемость раком и туберкулезом.

В связи с этим необходимо разработать конкретные мероприятия по снижению уровня дозой нагрузки радионуклидов на население этого региона, что потребует наряду с очисткой воды перехода на обратное водоснабжение, усовершенствования технологических процессов разработки руд, уничтожения особо вредных и концентрированных стоков.

ЛИТЕРАТУРА

1 Учебно-методическое руководство по радиоэкологии и обращению с радиоактивными отходами для условий Казахстана. Алматы: ОАО «Волковгеология», 2002. 304 с.

2. *Жанбеков Х.Н.* Радиоэкологическое состояние речного бассейна реки Сырдарья // ДАН НАН РК. 2003. №6. С. 113-119.

3. *Жанбеков Х.Н., Сейтжанов А.Ф., Нурходжаева Г.И., Алматова А.Ш.* Радиологическое состояние воды в низовьях р.Сырдарья // Вестник КазНПУ им. Абая. Серия ЕГН. 2005. №1(7). С. 85-87.

4. Методика измерения активности счетных образцов на альфа радиометре с использованием программного обеспечения. М., 1997. 22 с.

5. Методические рекомендации по оценке уровня интегральной активности α - и β -излучающих радионуклидов в экологических пробах. М., 1994. 22 с.

6. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Алматы, 2000. 80 с.

7. *Наумов Г.Б.* Геохимия природных соединений урана // Химия урана: Сб. статей АН СССР. М., 1981. С. 5-15.

8. *Ласкорин Б.Н., Смирнова Н.М., Мищукова Ю.С.* Перенос урана при электролизе сернокислых растворов уранила урана // Химия урана: Сб. статей АН СССР. М., 1981. С. 101-114.

9. *Панин М.С.* Химическая экология. Семипалатинск: СГУ, 2002. 852 с.

10. Технология урана / Под ред. д-ра техн. наук Н. П. Галкина, канд. хим. наук. Б. Н. Сударикова. М.: Атомиздат, 1964. 309 с.

11. *Несмеянов А.Н.* Радиохимия. М.: Химия, 1978. 559 с.

Резюме

Байгекүм мекенінде орналасқан уран өндіретін кәсіпорындардың әсерінен Сырдария өзені суының радионуклидтермен ластанатындығы анықталды.

Summary

The pollution of river Syrdaria by radionuclide are detected, which one are conditioned by activity of a uranium are mine arranged in Baygecum region.

Поступила 10.04.07г.