

МОНИТОРИНГ

радиохимического СОСТАВА ВОДЫ СЫРДАРЬИНСКОГО БАССЕЙНА

Приведены данные десятилетнего мониторинга радиоэкологического состояния воды р. Сырдарья. Представлена общая радиоэкологическая ситуация водного бассейна Сырдарьи возле следующих населенных пунктов: Шардара, Томенарык, Шиели, Байгекум, Кызылорда.

Введение

В настоящее время Казахстан обладает 19 % мировых запасов урана и по уровню добычи урана входит в тройку крупнейших производителей в мире. Хозяйственная деятельность человека несомненно оказывает влияние на состояние речного бассейна. Оценка антропогенного воздействия на водные ресурсы актуальна для южного региона. Р. Сырдарья – наиболее крупный и единственный водно-артериальный бассейн. Вдоль Сырдарьинского бассейна расположены следующие урановые месторождения: Заречное, Северный и Южный Карамурун, Ирколь, Харасан Северный и Южный, Жоуткан и т.д. (рис. 1)

Р. Сырдарья отягощена содержанием особо опасных веществ – это радиоактивные вещества, поступающие с участков урановых месторождений Северного и Южного Карамуруна. Месторождения Южный и Северный Карамурун являются главными минеральными ресурсами урансодержащей Сырдарьинской провинции. Рудоуправление №6 было образовано в 1983 г., располагается в районе Шиели Кызылординской области. В состав Рудоуправления входят рудник ПВ-1 и рудник ПВ-2.

Целью настоящей работы является оценка общей радиоэкологической ситуации у перечисленных населенных пунктов. Радиоэкологические исследования и определение

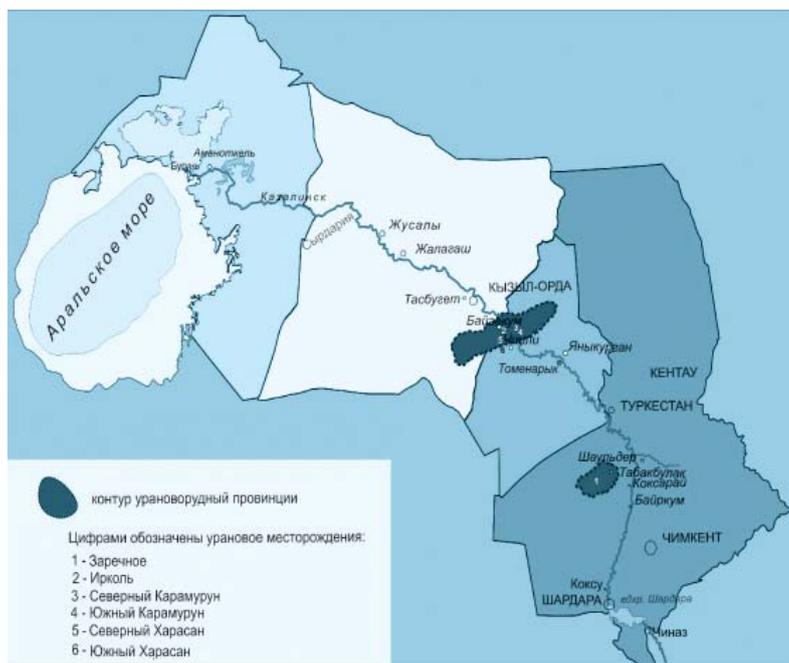


Рис. 1. Карта-схема отбора проб воды р. Сырдарья

Х.Н. Жанбеков*,
к.х.н.,
профессор кафедры
неорганической
химии факультета
химии и биологии
КазНПУ им. Абая

Ж.С. Мукатаева,
к.х.н.,
доцент кафедры
общей
и органической
химии факультета
химии и биологии
КазНПУ им. Абая

радионуклидов в р. Сырдарья проводились в течение 10 лет, с 2000 г. по 2009 г.

Материалы и методы исследования

Пробы воды отбирались в соответствии с правилами отбора проб речной воды. При отборе проб соблюдали требования, изложенные в рекомендациях [1]. Определение удельной активности α - и β -излучающих радионуклидов выполнено в соответствии с методикой [2], измерение объемной активности радионуклидов – по методике [3].

При изучении общей радиоэкологической ситуации в районах Шардары, Томенарык, Шиели и Байгекум был проведен отбор проб речной воды, проведена оценка уровня радионуклидного загрязнения.

* Адрес для корреспонденции: hairulla418@mail.ru

Результаты и их обсуждение

Ниже приведены результаты радиометрического анализа (табл. 1), из которых следует, что вода в р. Сырдарья по течению во все сезоны года имеет относительно высокие значения минерализации, превышающие ПДК в 2-5 раз.

Основными нормативными документами, регламентирующими действие ионизирующих излучений на организм человека, являются «нормы радиационной безопасности» (НРБ-99) [4].

Суммарная удельная α -активность вод, предназначенных для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, не должна превышать 0,1 Бк/дм³, β -активность – 1,0 Бк/дм³. При превышении этих пределов проводится полный анализ воды на основные радионук-

лиды (U^{238} , U^{234} , Ra^{226} , Ra^{228} , Pb^{210} , Po^{210}), по приложению П-2 НРБ-99 определяется доза внутреннего облучения, решается вопрос о возможности использования этой воды. Кроме того, целесообразно определение изотопов Th^{230} , 238 , содержание которых в природных водах может достичь предельной нормы. После определения содержания указанных выше радионуклидов проверяется соответствие каждого из них допустимым уровням и выполнение условия $\Sigma(A/DVA_i) < 1$.

Исследования удельной активности пробной воды в дхр. Шардара показали, что за зимний период в 2000 г. ее значения превышают ПДК в 11,8 раза, за весенний период 2001 г. – в 13,3 раза. Высокая удельная α -активность также наблюдается и в пробной воде с. Чиназ – так, в 2001 г. за весен-

Таблица 1

Результаты радиометрического анализа и определение суммарной удельной активности α - и β -излучающих радионуклидов в воде р. Сырдарья, Бк/дм³ (анализы выполнены в ОАО «Волковгеология»)

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Минерализация мг/дм ³	α -активность Бк/дм ³	β -активность Бк/дм ³
1	вдхр. Шардара	2000, зима	1422	1,18	0,76
2	с. Чиназ (Республика Узбекистан)	2001, весна	870	0,21	0,24
3	вдхр. Шардара	2001, весна	850	1,33	0,51
4	с. Байгекум	2001, весна	1200	24,77	3,96
5	с. Байгекум	2001, осень	1600	20,59	3,51
6	с. Байгекум ПВ-1	2002, зима	950	0,38	0,33
7	с. Байгекум РУ-6	2002, зима	1740	0,76	0,68
8	с. Байгекум	2002, весна	2090	29,52	8,68
9	с. Томенарык	2002, весна	420	1,58	0,52
10	с. Байгекум ПВ-1	2003, зима	950	0,38	0,33
11	с. Байгекум РУ-6	2003, зима	1740	0,76	0,68
12	с. Байгекум ПВ-1	2004, зима	1950	0,39	0,45
13	с. Байгекум РУ-6	2004, зима	950	0,20	0,54
14	с. Байгекум ПВ-1	2005, весна	1810	0,24	0,26
15	с. Байгекум ПВ-2	2005, весна	1770	0,31	0,26
16	с. Байгекум	2006, зима	590	0,08	0,25
17	с. Томенарык	2006, весна	860	0,244	0,39
18	с. Байгекум	2006, осень	1450	0,50	0,57
19	с. Байгекум РУ-6	2007, зима	880	0,24	0,35
20	с. Байгекум ПВ-1	2007, зима	5330	1,39	2,11
21	с. Томенарык	2007, зима	950	0,22	0,43
22	с. Байгекум	2008, осень	1910	0,222	0,104
23	с. Шиели	2008, осень	1870	0,319	0,12
24	с. Байгекум	2009, зима	1620	0,630	0,249
25	с. Шиели	2009, зима	1150	0,724	0,259
26	с. Байгекум	2009, весна	1680	1,69	0,706
27	с. Шиели	2009, весна	2200	0,56	0,169
28	с. Томенарык	2009, весна	1950	0,581	0,187

ний период она превысила установленный норматив в 2,1 раза.

Самая высокая удельная активность (α) наблюдается в пробной воде Байгекум. В 2001 г. за весенний период (β) превысила ПДК в 247,7 раза, за осенний период – в 205,9 раза, за зимний период – в 329,4 раза, а в 2002 г. за весенний период – в 295,2 раза.

В 2004 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде РУ-6 превысила ПДК в 2 раза, в пробной воде ПВ-1 – в 3,9 раза. В 2005 г. за весенний период (α) превысила ПДК в пробной воде ПВ-1 в 2 раза, в пробной воде ПВ-2 в 3,1 раза.

В 2006 г. за весенний период суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде Томенарык превысила ПДК в 2 раза, а в пробной воде Байгекум за осенний период – в 5 раз.

В 2007 г. в пробной воде Байгекум наблюдалась высокая удельная α -активность, превысившая ПДК в 13,9 раз. Высокая удельная активность (α) наблюдалась и в пробной воде Томенарык – так, в 2007 г. за зимний период она превысила установленный норматив 2,2 раза.

Нами установлено, что за осенний период 2008 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде Байгекум превысила ПДК в 2 раза, а пробной воде Шиели в 3 раза.

Самая высокая удельная α -активность наблюдалась в пробных водах Байгекум и Шиели в 2009 г. В пробной воде Байгекум за зимний период (α) превысила ПДК в 6,3 раза, за весенний период – в 16,9 раза. В пробной воде Шиели за зимний период α -активность превысила ПДК в 7,2 раза, за весенний период – в 5,6 раза. Высокая удельная α -активность наблюдалась и в пробной воде Томенарык, в 2009 г. за весенний период она превысила установленный норматив в 5,8 раза.

Высокая суммарная удельная активность β -излучающих радионуклидов наблюдается в пробных водах Томенарык и Байгекум. Из

Ключевые слова:
радиоэкология,
радионуклид, рудник,
 α -, β -излучения,
р. Сырдарья,
радиоактивные
вещества,
урановые
месторождения,
проба воды,
минерализация,
нормативные
документы,
 α -, β -активность,
метод подземного
выщелачивания

данных *табл. 1* видно, что в 2001 г. в пробной воде Томенарык β -активность превышала установленный норматив в 2,4–5,6 раза, в пробной воде Байгекум в 3,5–8,7 раза. В 2007 г. в пробной воде Байгекум обнаружена высокая удельная β -активность, которая превысила ПДК в 2,1 раза.

В последние годы добыча урана в Казахстане ведется методом подземного выщелачивания (ПВ). В процессе эксплуатации месторождений по методу ПВ производится извлечение относительно дешевого урана из бедных руд месторождений песчаникового типа [5], в некоторых случаях при закачке и откачке технологических растворов возможны разливы технологических растворов [6]. Как видно из *табл. 1* повышенное содержание α - и β -излучающих радионуклидов, особенно в пробах Байгекум и Томенарык, является постоянным. С одной стороны, повышается общая минерализация вод до 5330 мг/дм³, с другой стороны, возможно поступление радионуклидов с осадками и флюидами из Сырдарьинской урановорудной провинции, пространственно охватывающей поселки Томенарык и Байгекум. Не следует исключать возможное поступление радионуклидов с участков урановых месторождений Северного и Южного Карамуруна. Возможно, не всегда соблюдается технический регламент добычи урана методом ПВ, поэтому мы наблюдаем высокое значение минерализации речной воды.

При проведении исследований в Южно-Казахстанской области нами также выявлено радиационное загрязнение воды р. Сырдарья. Месторождение «Заречное» расположено в центральной части Шу-Сырдарьинский урановорудной провинции. Рудник подземного выщелачивания урана на месторождении «Заречное» расположен в западной части Отрарского района Южно-Казахстанской области, в районе поселка Табакбулак. Ближайший поселок Шаульдер находится в 50 км к востоку от месторождения на берегу р. Сырдарья. Изучена радиоэкологическая ситуация в районах Табакбулак и Шаульдер. Полученные данные представлены в *табл. 2*.

Таблица 2

Результаты радиометрического анализа

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Минерализация, мг/дм ³	α -активность, Бк/дм ³	β -активность, Бк/дм ³
1	с. Табакбулак	2008, осень	2300	0,299	0,154
2	с. Шаульдер	2008, осень	2100	0,408	0,123
3	с. Табакбулак	2009, зима	2050	0,41	0,257
4	с. Шаульдер	2009, зима	2350	0,26	0,175
5	с. Табакбулак (сточная вода)	2009, весна	5230	158	408,1



Таблица 3

Результаты радиометрического анализа и определение суммарной удельной активности α - и β -излучающих радионуклидов в воде р. Сырдарья, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Минерализация, мг/дм ³	α -активность, Бк/дм ³	β -активность, Бк/дм ³
1	г. Кызылорда	2002, весна	700	2,30	0,59
2	г. Кызылорда	2003, зима	960	3,12	1,52
3	г. Кызылорда	2003, весна	950	0,46	0,33
4	г. Кызылорда	2005, весна	940	0,17	0,38
5	г. Кызылорда	2006, весна	910	0,29	0,57

За осенний период 2008 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде Табакбулак превышала ПДК в 2,9 раза, а в пробной воде Шаульдер в 4,0 раза.

За зимний период 2009 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде Табакбулак превышала ПДК в 4,1 раза, а в пробной воде Шаульдер – в 2,6 раза.

Самая высокая удельная α -активность наблюдалась в пробной воде с. Табакбулак. В 2009 г. в СВ за весенний период она превысила ПДК в 1580 раз, а β -активность превысила установленный норматив в 408 раз.

В результате физико-химических процессов подземного выщелачивания некоторые радиоактивные вещества накапливаются в количествах, значительно превышающих ПДК для вод, используемых в питьевых и хозяйственных целях. Добыча урана сопро-

вождается заметным разрушающим воздействием на окружающую среду, о чем свидетельствуют результаты исследований.

Анализ показал, что основное загрязнение наблюдается по течению реки, по мере удаления активность радионуклидов в воде р. Сырдарья также повышается. Так, за весенний период 2002 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде Кызылорда превышала ПДК в 23 раза, за зимний период 2003 г. – в 31,2 раза (табл. 3).

В весенний период 2003 г. суммарная удельная активность α -излучающих радионуклидов в пробной воде Кызылорда превышала ПДК в 4,6 раза, в весенний период 2005 г. в 1,7 раза, в весенний период 2006 г. в 2,9 раза (табл. 3).

Соотношение концентрации радионуклидов в воде существенно изменяется в зависимости от расстояния, при этом по мере удаления



Таблица 4

Объемная активность радионуклидов в воде р. Сырдарья, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Содержание радионуклидов, Бк/дм ³														
			Ra ²²⁶	Th ²³⁴	U ²³⁵	Th ²²⁷	Ra ²²³	Th ²²⁸	Ra ²²⁸	K ⁴⁰	Pb ²¹⁰	Th ²³⁰	Cs ¹³⁷				
1	г. Шардара	2000, зима	0,071	0,12	0,010	-	-	<0,008	0,18	0,17	-	<0,006					
2	Чиназ (Республика Узбекистан)	2001, весна	<0,015	<0,08	<0,008	-	-	<0,010	0,19	-	-	<0,008					
3	г. Шардара	2001, весна	0,130 ± 0,009	<0,06	<0,013	-	-	<0,016	0,18 ± 0,09	-	-	<0,014					
4	с. Байгекум	2001, весна	2,29	1,49	0,014	-	-	<0,028	0,18	-	-	0,016					
5	с. Байгекум	2001, осень	0,021	-	-	<0,036	<0,02	0,009	0,26	-	-	<0,007					
6	с. Байгекум ПВ-1	2002, зима	0,047	-	-	-	-	<0,011	0,21	-	-	<0,009					
7	с. Байгекум РУ-6	2002, зима	0,062	-	-	-	-	<0,033	<0,18	-	-	<0,020					
8	с. Байгекум	2002, весна	4,47	0,94	0,08	0,09	0,24	0,060	0,4	1,17	<4,11	<0,031					
9	с. Томенарык	2002, весна	0,21	<0,05	<0,07	<0,06	<0,05	<0,018	<0,23	<0,09	<1,39	<0,014					
10	с. Байгекум ПВ-1	2003, зима	0,047	-	-	<0,001	<0,001	<0,011	0,21	-	-	<0,009					
11	с. Байгекум РУ-6	2003, зима	0,062	-	-	<0,002	<0,002	<0,033	<0,18	-	-	<0,015					
12	с. Байгекум ПВ-1	2004, зима	0,028	0,13	-	<0,047	<0,035	<0,013	0,14	<0,72	<1,8	<0,009					
13	с. Байгекум РУ-6	2004, зима	0,164	<0,09	-	<0,053	<0,040	<0,009	0,21	<0,81	<2,2	<0,010					
14	с. Байгекум ПВ-1	2005, весна	<0,014	<0,058	<0,0066	-	-	<0,0071	<0,13	<0,060	<0,73	<0,008					
15	с. Байгекум ПВ-2	2005, весна	<0,014	0,065	0,0063	-	-	<0,0095	<0,15	<0,061	<0,75	<0,008					
16	с. Томенарык	2006, весна	0,024	0,072	0,0076	-	-	0,010	<0,21	<0,062	<0,78	<0,013					
17	с. Байгекум	2006, зима	0,011	0,057	<0,0085	-	-	0,013	<0,13	<0,050	<0,58	0,008					
18	с. Байгекум	2006, осень	<0,034	<0,14	<0,0121	-	-	<0,0265	<0,37	<0,161	<1,7	<0,022					
19	с. Байгекум РУ-6	2007, зима	0,017	0,122	0,0079	-	-	<0,0061	<0,10	<0,038	<0,43	<0,006					
20	с. Байгекум ПВ-1	2007, зима	0,062	0,191	<0,021	-	-	0,0279	1,22	<0,228	<2,55	<0,034					
21	с. Томенарык	2007, зима	0,013	0,158	0,0013	-	-	0,0090	<0,09	<0,035	<0,39	<0,005					
22	с. Байгекум	2008, осень	<0,06	0,17	<0,017	-	-	<0,030	<6	<0,27	<2,2	<0,45					
23	с. Шиели	2008, осень	<0,05	0,16	0,016	-	-	<0,029	<6	<0,26	<2,1	<0,40					
24	с. Байгекум	2009, зима	0,039	0,25	0,0184	-	-	0,033	<6	<0,14	<1,2	<0,45					
25	с. Шиели	2009, зима	0,050	0,23	0,019	-	-	0,021	<6	<0,25	<2,1	<0,45					
26	с. Байгекум	2009, весна	0,638	0,27	<0,026	<0,12	<0,11	0,033	<6	<0,29	<2,5	<0,40					
27	с. Шиели	2009, весна	0,045	0,26	0,015	<0,11	<0,10	0,033	<6	<0,23	<2,2	<0,40					
28	с. Томенарык	2009, весна	<0,05	0,17	0,015	<0,11	<0,10	0,031	<6	<0,26	<2,1	<0,40					

Таблица 5

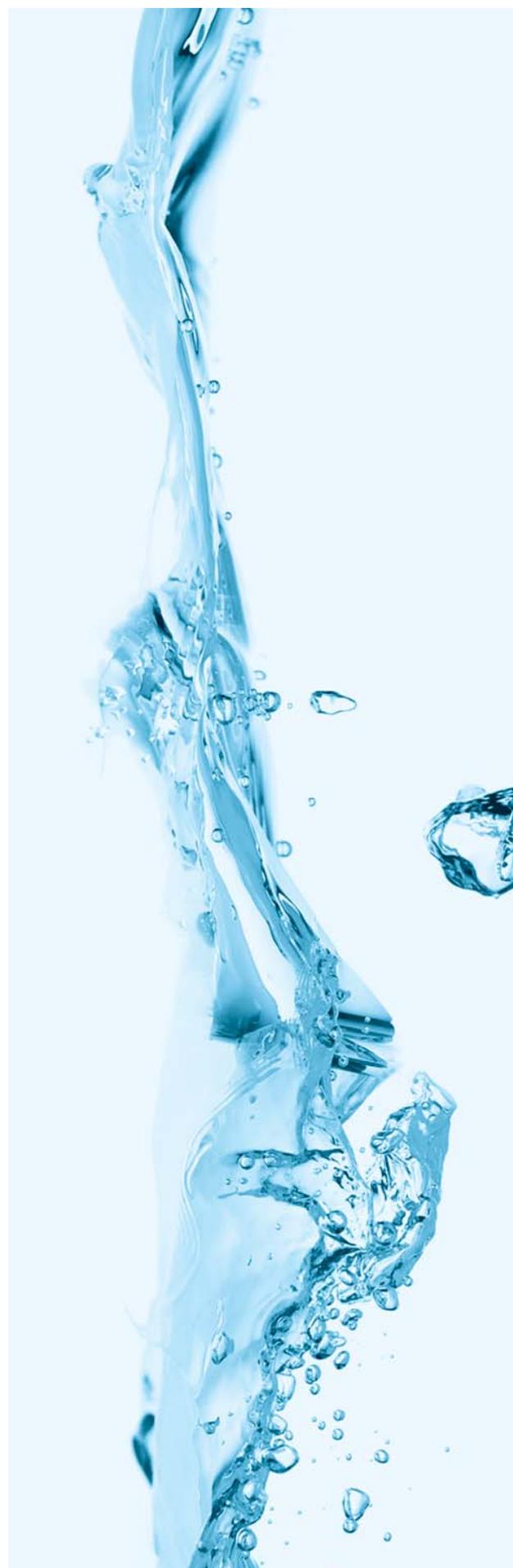
Объемная активность радионуклидов в воде р. Сырдарья, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Содержание радионуклидов, Бк/дм ³										
			Ra ²²⁶	Th ²³⁴	U ²³⁵	Th ²²⁷	Ra ²²³	Th ²²⁸	Ra ²²⁸	K ⁴⁰	Pb ²¹⁰	Th ²³⁰	Cs ¹³⁷
1	г. Кызылорда	2002, весна	0,19	0,168	0,016	<0,08	<0,07	0,023	<0,08	<0,2	<0,19	<2,3	<0,02
2	г. Кызылорда	2003, зима	0,45	–	–	0,074	0,067	<0,032	<0,08	<0,27	–	<0,028	
3	г. Кызылорда	2003, весна	0,021	0,120	–	<0,025	<0,025	<0,008	<0,022	0,17	<0,062	<0,006	
4	г. Кызылорда	2005, весна	<0,015	0,140	0,0083	–	–	<0,0101	<0,036	0,21	<0,058	<0,008	
5	г. Кызылорда	2006, весна	0,019	0,109	<0,009	–	–	0,043	<0,049	0,20	<0,055	<0,011	

Таблица 6

Объемная активность радионуклидов в воде р. Сырдарья, Бк/дм³

№	Место отбора проб	Время отбора, год	Содержание радионуклидов, Бк/дм ³										
			Ra ²²⁶	Th ²³⁴	U ²³⁵	Th ²²⁷	Ra ²²³	Th ²²⁸	Ra ²²⁸	K ⁴⁰	Pb ²¹⁰	Th ²³⁰	Cs ¹³⁷
1	с. Табакбулак	2008, осень	0,078	0,12	<0,015	–	–	<0,035	<0,13	<6	<0,23	<2,3	<0,40
2	с. Шаульдер	2008, осень	0,036	0,23	0,017	–	–	<0,023	<0,12	<5	<0,23	<2,3	<0,45
3	с. Табакбулак	2009, зима	0,046	0,18	<0,019	–	–	<0,024	<0,11	<6	<0,27	<2,3	<0,40
4	с. Шаульдер	2009, зима	0,054	<0,12	<0,018	–	–	<0,035	<0,11	<6	<0,18	<2,0	<0,45
5	с. Табакбулак	2009, весна	53,2	67,9	1,19	30,6	25,3	0,93	<2,6	<7	124	372	<0,6



все большую роль играет Ra^{226} , Th^{234} и K^{40} , которые мигрирует наиболее сильно.

Основная масса радиоактивных веществ распределена в котловых полостях, однако радионуклиды поступают на поверхность со сточными водами. При исследовании степени миграции анализируемых радионуклидов отбирались пробы воды в нескольких точках по мере удаления от места нахождения месторождения. Результаты исследования приведены в *табл. 4-6*.

Исследования показали, что вода р. Сырдарья претерпевает существенное изменение по радиологическому составу. Это относится, в частности, к таким радионуклидам, как Th^{234} , Ra^{226} , K^{40} и урану. Повышенная суммарная удельная α -активность вод связана с Th^{234} , потому что в воде присутствует уран. Значительная часть изотопов Ra^{226} , Pb^{210} , Th^{234} являются продуктами распада материнских изотопов U^{238} . Основной вклад в радиоактивность вод вносят продукты распада трех основных материнских радиоактивных элементов – U^{238} , U^{235} , Th^{232} . Они дают начало цепочкам радиоактивных изотопов – радия, радона, полония, свинца, талия, висмута и заканчиваются стабильными изотопами свинца. Ряд U^{238} состоит из 14 основных последовательных радионуклидов, U^{235} – из 14 и Th^{232} – из 10. В каждом ряду присутствует инертный газ радон.

Pb^{210} является продуктом распада радона. Кроме указанных выше трех рядов распада естественных радиоактивных элементов в природе изначально существуют и отдельные радиоактивные элементы. Среди них

наиболее важен K^{40} , вклад которого в радиоактивность земной коры сопоставим с вкладом урана и тория.

В Сырдарьинской ураново-рудной провинции пластово-фильтрационного типа подземные артезианские воды горизонтов, вмещающих рудные тела, характеризуются высоким содержанием Ra^{226} . Систематическое изучение содержания Ra^{226} , являющегося источником α -излучения, показало, что в воде р. Сырдарьи отмечено высокое содержание Ra^{226} . Общеизвестно, что Ra^{226} находится в воде водоемов в ионной растворимой форме. Этим обусловлено то, что основное его количество остается в воде.

За весенний период 2009 г. высокое содержание радия отмечалось в сточной воде Табакбулак (*табл. 6*). Концентрация Ra^{226} превышала ПДК в 106 раз, а Ra^{223} – в 18 раз. Авторы [7] указывают, что в отфильтрованной воде скважины Z-02 концентрация Ra^{226} (5,9 Бк/л) превышает установленный норматив более чем в 10 раз, что относит скважину к загрязнителям окружающей среды.

В естественных условиях вода практически не содержит соединений тория, что обусловлено его низкой растворимостью. Торий можно обнаружить лишь в виде нерастворимой твердой взвеси. За весенний период 2009 г. высокое содержание тория отмечалось в сточной воде Табакбулак (*табл. 6*). Концентрация Th^{234} превышала ПДК в 16,6 раза, Th^{227} – в 19 раз, а Th^{230} – в 56 раз.

Торий в своих соединениях имеет максимальную степень окисления +4. Эта степень окисления проявляется во всех ионных соединениях тория. Ион Th^{4+} в воде образуется в результате растворения гидроксида тория в кислотах или растворимых солей тория. В кислых растворах с pH до 3 Th^{4+} гидролизует мало [8].

Pb^{210} является продуктом распада радона и попадает в водоемы преимущественно с атмосферными осадками. Это β -излучатель и радиотоксичный элемент. Его концентрация в пробной воде с. Табакбулак превышает ПДК в 62 раза (по результатам исследований 2009 г., *табл. 6*). Значительное повышение содержания свинца в окружающей среде обусловлено его широким применением в промышленности, а также выносом в водоемы со сточными водами рудообогатительных фабрик, металлургических предприятий, химических производств и шахт. Свинец является одним из сильных токсикантов для живых организмов. Установлено, что неорганические соединения свинца нарушают обмен веществ и выступают ингибиторами ферментов. Длительное потребление вод даже с низким содержанием свинца – одна



из причин острых и хронических заболеваний людей и животных.

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. Растворимые в воде радионуклиды частично оседают и накапливаются на приустьевых участках, тем самым загрязняя их. Другая часть попадает в сезонно пересыхающие русла притоков ручьев и может переноситься на большие расстояния, откладываясь в донных отложениях.

Таким образом, разработки урановых рудников в низовьях р. Сырдарьи стали причиной радиационного загрязнения по всей протяженности водного бассейна.

Литература

1. Методические рекомендации по отбору, обработке и хранению проб подземных вод. М.: МинГео СССР, ВСЕГИНГЕО, 1990. 21 с.
2. Методика измерения суммарной α - и β -активности водных проб α - β радиометром УМФ-2000 (рег.№ KZ. 07.00.00441 2005).
3. Методика выполнения измерений на гамма-спектрометре. М.: ВНИИФТРИ МИ 2143-91, 1991. 17 с.
4. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Алматы: 2000. 80 с.
5. Инвестиционные возможности атомной промышленности Казахстана // Перспективы



развития компании «Казатомпром». Алматы: 2002. С. 45-48.

6. Добыча урана методом подземного выщелачивания. М.: Атомиздат, 1980. 248 с.
7. Кадыржанов К.К. Изучение радиационной и экологической обстановки на месторождении урана «Заречное» / Кадыржанов К.К., Демехов Ю.В., Солодухин В.П., Позняк В.Л., Заика М.Ю. // Тез. докл. 6-й междунар. конф. «Ядерная и радиационная физика». 2007. Алматы: НЯЦ РК, С. 494-496.
8. Технология урана / Под ред. Н.П. Галкина, Б.Н. Сударикова. М.: Атомиздат, 1964. 309 с.



H. N. Zhanbekov, Zh.S. Mukataeva

RADIOCHEMICAL CONDITION MONITORING DATA FOR SYRDARIYA WATER BASIN

The article features 10-year radioecological condition monitoring data for the Syrdariya River water. The article shows general radioecological status of the Syrdariya water basin near the following

communities: Shardara, Tomenaryk, Shieli, Baygekum, Kyzylorda.

Key words: radioecology, radionuclide, mine, α -, β - emission, Syrdariya River, radioactive agents,

uranium deposit, water sample, mineralization, normative documents, underground leaching, α -, β -activity