

УДК 574:539.1.04

О.А. Шарипова *

**СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
ОЗЕРА БАЛХАШ***РАДИОНУКЛИДЫ, ИЗОТОПЫ, ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО, ТИП ГРУНТА, КОЭФФИЦИЕНТ ДИСКРИМИНАЦИИ*

В данной статье приведены результаты радиологических исследований донных отложений озера Балхаш. Содержание техногенных радионуклидов зависит от физико-химических свойств грунтов, антропогенного воздействия на экосистему озера. В большей степени донные отложения водоема загрязнены радиостронцием.

Изучение радиоактивного фона донных отложений водоема имеет важное значение при оценке качества среды. Радиоактивное загрязнение донных отложений может оказывать существенное влияние на жизнедеятельность бентосных организмов, являющихся кормом рыб. Радионуклиды, благодаря своей большой проникающей способности, легко включаются в биологические процессы и, мигрируя по пищевым цепочкам, способствуют дополнительному облучению человека.

Радиоизотопы, попадая в водную среду, сорбируются взвесями и осаждаются, претерпевают радиоактивный распад, накапливаются водной биотой, в результате чего происходит самоочищение воды озера. Однако аккумуляция радиоактивных элементов в донных отложениях, приводящая к самоочищению воды, при определенных условиях вызывает ее вторичное загрязнение. Этому способствует ветровое перемешивание, вовлекающее верхний слой донных отложений в водную массу; физико-химические, биологические и микробиологические процессы на границе вода – донные отложения [5].

В настоящее время радиоактивному загрязнению водных экосистем посвящено много исследовательских работ отечественных и зару-

* Балхашский филиал ТОО КазНИИ рыбного хозяйства, г. Балхаш

бежных ученых [1 ... 4]. Но для оз. Балхаш результаты радиологических исследований донных отложений публикуются впервые, что придает актуальность представленным материалам.

В данной работе в донных осадках определялись радионуклиды естественного (^{40}K (калий), ^{226}Ra (радий), ^{232}Th (торий)) и техногенного происхождения (^{137}Cs (цезий) и ^{90}Sr (стронций)). Радиологические испытания проводились на спектрометрическом комплексе «Прогресс», согласно принятым методикам МИ КЗ 07.00.00303 - 07.00.00304.2004. Обследовались донные осадки отдельных участков по всей акватории водоема и для сравнения – грунты с береговой территории бухты Бертыс и городской зоны.

Изучение донных отложений как индикатора загрязнения водоема, прежде всего, основывается на исследовании пространственного распределения грунтов по гранулометрическому (механическому) составу. Типы грунтов обследованных участков оз. Балхаш представлены в табл. 1.

Таблица 1

Типы грунтов в отдельных районах оз. Балхаш

Станция	Тип грунта
Бурыбайтал	мелкоалевритовые илы
Устье р. Или	алеврито-глинистые илы
Залив Майтан	крупный алеврит, мелкозернистые пески
Центр II гидрохим. района	алеврито-глинистые илы
Залив Каракамыс	мелкозернистые пески
Залив Сары-Шаган	алеврито-глинистые илы
Залив Торангалык	крупно-среднезернистые пески
Бухта Томар	мелкоалевритовые илы, мелкозернистые пески
Бухта Бертыс	крупно-среднезернистые пески
Ультарахты	мелкозернистые пески
Река Каратал	мелкозернистые пески
Река Лепсы	мелкозернистые пески

Как видно из данных табл. 1, донные отложения исследуемых районов представлены, в основном, различными фракциями песчаных грунтов, а также алеврито-глинистыми и мелкоалевритовыми илами.

Результаты радиологических исследований донных осадков оз. Балхаш и прибрежных территорий города приведены в табл. 2.

Концентрации радиоизотопов естественного происхождения имеют большую вариабельность и не зависят от гранулометрического состава. Минимальное содержание радиоактивного калия 80,0...105 Бк/кг харак-

терно для донных осадений заливов Торангалык, Сары-Шаган и центральной части Западного Балхаша. Максимальные значения активности ^{40}K 759...795 Бк/кг определены в донных отложениях залива Каракамыс и устьевых участках рек Или и Лепсы. Количество ^{226}Ra в грунтах озера лежит в интервале 7,0...125 Бк/кг, ^{232}Th – в пределах 10,2...70,0 Бк/кг. Минимум значений активности этих элементов соответствует донным отложениям реки Лепсы. Максимум радия обнаружен в грунте бухты Бертыс и центральной части Западного Балхаша, тория – в районе Ультарахты.

Таблица 2

Содержание радионуклидов в донных отложениях оз. Балхаш и почвах города, Бк/кг

Станция	^{90}Sr	^{137}Cs	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
Бурыбайтал	231	49,2	341	91,6	41,1
Устье р. Или	107	24,3	759	69,1	37,0
Залив Майтан	34	11,2	556	52,3	39,6
Центр. часть Западного Балхаша	148	23,0	97,0	118	31,2
Залив Каракамыс	107	20,8	759	69,1	33,1
Залив Сары-Шаган	195	36,1	105	68,0	11,0
Залив Торангалык	153	22,3	80,0	67,5	35,4
Бухта Томар	58,5	4,1	383	36,2	13,2
Бухта Бертыс	196	44,0	238	125	14,0
Ультарахты	256	23,6	193	24,3	70,0
Река Каратал	89,6	8,5	414	27,1	34,8
Река Лепсы	68,8	11,9	795	7,0	10,2
Набережная бухты Бертыс	106	18,7	542	71,0	38,4
Городская зона	132	7,2	524	73,8	42,2

Оседание радионуклидов техногенного характера зависит от многих факторов: содержания изотопов в водной среде, аккумулирующей способности грунта, подвижности самих радионуклидов, химических и биологических процессов, происходящих в водоеме. Результаты радиологических испытаний показали, что концентрация ^{137}Cs и ^{90}Sr в илах в 1,5...3 раза выше, чем в песках. Содержание радиостронция в иловых грунтах составляет 107...231 Бк/кг, в песчаных – 34...107 Бк/кг. Значения радиоактивности ^{137}Cs находятся в илах в интервале 23...49 Бк/кг, в крупно-среднезернистых песках – 8...20,8 Бк/кг. Максимальное количество изотопов стронция и цезия обнаружены в грунтах районов, подверженных антропогенному влиянию промышленных предприятий и военных объектов: за-

лив Торангалык (153 и 22,3 Бк/кг), залив Сары-Шаган (195 и 36,1 Бк/кг), бухта Бертыс (196 и 44,0 Бк/кг), район Бурыбайтала (231 и 49,2 Бк/кг), Ультарахты (256 и 23,6 Бк/кг). Значения радиоактивности стронция и цезия в донных отложениях этих районов превышают аналогичные показатели, характерные для почв прибрежных территорий города (рис. 1).

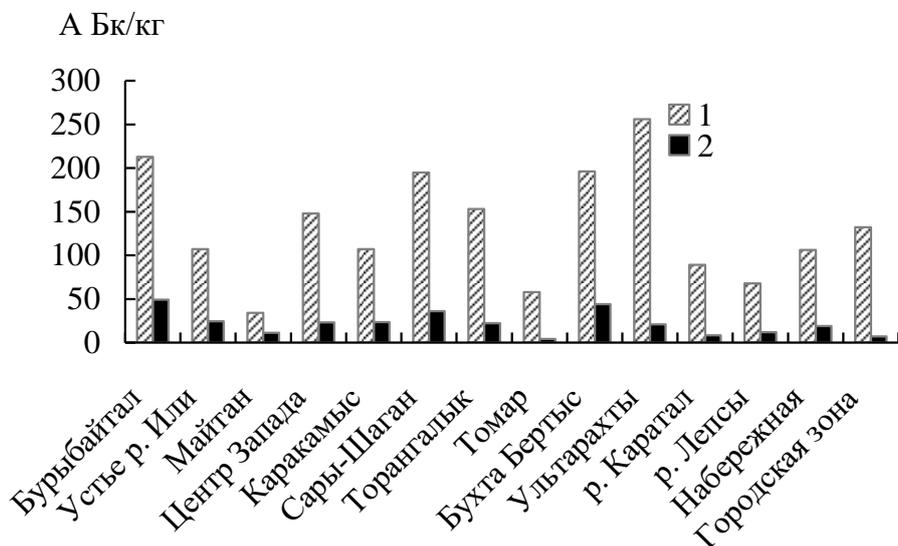


Рис. 1. Количество радионуклидов в донных отложениях оз. Балхаш и почвах прибрежной городской зоны. 1 – ^{90}Sr , 2 – ^{137}Cs .

Для сравнения приведем данные радиологических исследований донных осадков Амурского залива (Японское море) [1]. В пробах донных отложений концентрация радионуклида ^{137}Cs изменялась от 14,7 Бк/кг в илистых осадках до 2,2 Бк/кг в песчаных осадках. ^{90}Sr зафиксирован в незначительных количествах 1,9 Бк/кг. Содержание ^{40}K колебалось в интервале 430...690 Бк/кг и не зависело от гранулометрического состава донных осадков. Количество ^{226}Ra и ^{232}Th для илистых донных осадков находилось в диапазоне 22,0...37,0 Бк/кг и для песчаных грунтов – 12...22 Бк/кг. Можно отметить, что более высокая степень загрязнения техногенными радионуклидами, особенно изотопом стронция, характерна для донных отложений озера Балхаш.

^{90}Sr и ^{137}Cs являются химическими аналогами нерадиоактивных кальция и калия. В системе «вода – донные отложения» были рассчитаны

величины коэффициентов дискриминации для пар кальций/стронций-90 и калий/цезий-137, по которым можно предположить, какой элемент в большей степени аккумулируется грунтами [5]. Коэффициенты дискриминации для пары кальций/стронций-90 и калий/цезий-137 в донных осадках озера Балхаш > 1 , что свидетельствует о более медленном переходе радиоизотопов из водной среды относительно их химических аналогов. Для пары $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ коэффициенты дискриминации по всей обследованной акватории больше единицы, что указывает на преимущественную сорбцию грунтами радиостронция.

Корреляционная зависимость содержания радиоактивных элементов от минерального состава и органического вещества грунтов озера отображена с помощью коэффициентов корреляции в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции для различных параметров грунтов оз. Балхаш

Компонент	Органическое вещество	Кальций	Калий	Минерализация
^{90}Sr	0,71	0,77	-	0,80
^{137}Cs	0,74	-	0,77	0,79

Органическое вещество является важнейшим компонентом озерной седиментации и служит показателем условий осадконакопления [6]. Анализ полученных данных показал, что радионуклиды преимущественно накапливаются в донных отложениях, богатых органическим веществом (рис. 2).

В заключении можно сделать следующие выводы:

1. Радионуклиды техногенного происхождения в большей степени накапливаются в илах, чем в песчаных осадках оз. Балхаш. Содержание естественных радиоизотопов не зависит от гранулометрического состава грунтов.
2. Коэффициенты дискриминации показали, что переход ^{90}Sr и ^{137}Cs из водной среды в донные отложения озера происходит медленнее, чем их нерадиоактивных химических аналогов. Преимущественная сорбция грунтами оз. Балхаш характерна для стронция относительно цезия.
3. Интенсивнее аккумулируют радиоактивные элементы осадки водоема, богатые органическим веществом.

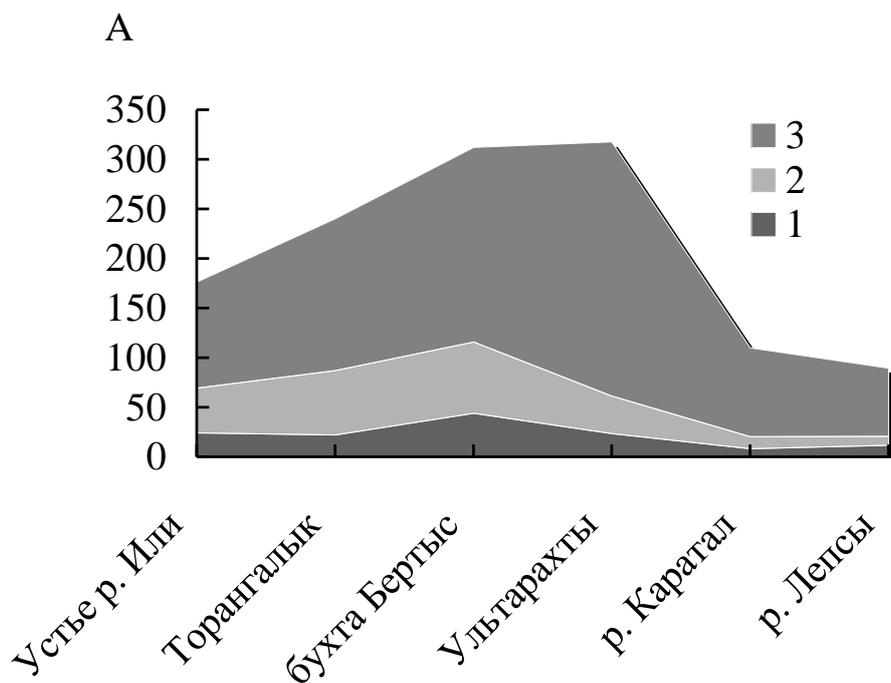


Рис. 2. Сравнительная характеристика радионуклидов и органического вещества в грунтах оз. Балхаш. 1 – ^{137}Cs (Бк/кг), 2 – органическое вещество (мг/кг), 3 – ^{90}Sr (Бк/кг).

4. Накопление ^{90}Sr и ^{137}Cs наблюдается в районах, подверженных антропогенному влиянию промышленных предприятий и военных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко Г.С. Содержание радионуклидов в прибрежных донных осадках Амурского залива (Японское море) // *Фундаментальные исследования*. – 2006. – № 8 – С. 26-27.
2. Есекин Б.К., Богачев В.П., Дускаев К.К. О состоянии окружающей среды в Республике Казахстан. – Алматы: 1998. – 140 с.
3. Куликова Е.В. Накопление радиоактивных изотопов в организмах рыб из водоемов Зайсан-Иртышского бассейна. // *Гидрометеорология и экология*. – 2011. – № 1. – С. 156 – 160.
4. Мухаметшина Л.Ф., Дерягин В.В., Левина С.Г., Сутягин А.А. Радионуклиды в основных компонентах некоторых озерных экосистем Во-

- сточно-Уральского радиоактивного следа // Вестник Челябинского педагогического университета. – 2011. – № 2. – С. 124-132.
5. Сутягин А.А., Левина С.Г., Дерягин В.В., Мухаметшина Л.Ф. К вопросу о радиологическом состоянии некоторых озер средней и дальней зоны ВУРСа // Материалы Международной научной конференции по аналитической химии и экологии – Алматы. – 2010. – С. 75-78.
 6. Шаухарбаева Д.С., Лопарева Т.Я. Роль отдельных факторов в формировании качества водной среды озера Балхаш // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 2. – С. 37-40.

Поступила 03.12.2012

О.А. Шарипова

БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ ТҮП ШӨГІНДЕГІ РАДИОНУКЛИДТЕРДІҢ ҚҰРАМЫ

Берілген мақалада Балқаш көлінің түп шөгіндегі радиологиялық зерттеулерінің сараптамасы берілген. Техногенді радионуклидтердің құрамы физикохимиялық қасиетіне байланысты. Көбінесе түп шөгіндегі ластану радиостронцимен көрсетілген.