

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2025-2-179-184>

УДК: 574:556.53:539.16 (574.42)

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМЕ «ВОДА – ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ – РАСТЕНИЯ» МАЛЫХ РЕК ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

**М. Т. Дюсембаева, Ф. Ф. Жамалдинов, А. Ж. Ташекова\*, Н. В. Ларионова, К. Т. Жамалдинова,  
Е. З. Шакинов, В. В. Колбин, С. Д. Смирнов, Н. К. Нургайсинова**

*Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

\* E-mail для контактов: esenzholova@nnc.kz

В статье представлены результаты исследования содержания естественных радионуклидов в различных объектах окружающей среды (вода, донные отложения, растения), отобранных в экосистемах девяти малых рек г. Риддера. Выявлено, что в большинстве случаев содержание радионуклидов не превышает нормативных показателей по радиационной безопасности. Рассчитана удельная эффективная активность для донных отложений и растений. Среднее значение удельной эффективной активности естественных радионуклидов в донных отложениях составило 107 Бк/кг, а в растениях – 73 Бк/кг, что ниже величины регламентированной нормами радиационной безопасности, при превышении которой возможно негативное влияние на живые организмы.

**Ключевые слова:** естественные радионуклиды, малые реки, вода, донные отложения, тростник южный, удельная эффективная активность.

### ВВЕДЕНИЕ

Риддерский регион Восточно-Казахстанской области известен своей развитой горнодобывающей промышленностью, а также связанными с ней отраслями металлургии и машиностроения. При этом активная промышленная деятельность предприятий может оказывать значительное влияние на экологическое состояние региона, в частности на малые реки, подвергающиеся высокой антропогенной нагрузке.

По данным ежегодного мониторинга Казгидромета [1–3], малые реки г. Риддера (р. Брекса, р. Тихая, р. Ульба) характеризуются высоким уровнем загрязнения. Так, содержание ионов цинка в р. Брекса повсеместно превышает предельно допустимые концентрации. Однако существующая система контроля ограничивается лишь определением нескольких тяжелых металлов, а мониторинг ведется только на трех реках, что не позволяет получить полную картину загрязнения водных объектов. Более того, в условиях добычи и переработки полиметаллических и золотосодержащих руд существует высокая вероятность присутствия в водных экосистемах не только тяжелых металлов, но и повышенного содержания естественных радионуклидов (ЕРН).

Несмотря на наличие исследований, посвященных химическому составу воды [4–7] и биологическим аспектам [8], вопрос радионуклидного загрязнения остается практически не изученным. Предыдущие работы опирались на анализ ограниченного перечня тяжелых металлов, преимущественно с применением атомно-абсорбционной спектрометрии, без учета возможного радиационного загрязнения. При этом в рамках местного экологического мониторинга, выполняемого Казгидрометом, оцениваются только 15 химических элементов, из которых лишь 8 относятся к тяжелым металлам (Mn, Ni, Cr, Fe, Cu, Zn, Cd, Pb), а данные по содержанию радионуклидов вовсе отсутствуют.

Учитывая, что горные породы являются естественным источником радионуклидов, а горнодобывающая деятельность может значительно изменять их распределение в окружающей среде, исследование радионуклидного состава водных экосистем приобретает особую актуальность. В связи с этим целью данной работы является радионуклидный анализ в системе «вода – донные отложения – растения» малых рек г. Риддера.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

#### *Объекты исследования*

Исследования проводилось на следующих малых реках Риддерского региона Восточно-Казахстанской области: Брекса, Филипповка, Быструха, Журавлиха, Малая Журавлиха, Громотуха, Хариузовка, Тихая и Ульба. Данные реки подвергаются разной степени антропогенного воздействия. Так, за многолетнее функционирование горнопромышленного комплекса сброс очищенных сточных вод предприятий в г. Риддер осуществлялся в реки Филипповка, Быструха, Хариузовка, Тихая и Ульба [9]. Известны также случаи аварийных сбросов промышленных вод в малые реки г. Риддер из крупных горнодобывающих предприятий региона [10]. Реки Брекса, Журавлиха, Малая Журавлиха и Громотуха выбраны в качестве объектов, характеризующихся умеренным уровнем антропогенной нагрузки и низкой степенью воздействия внешних факторов как природного, так и техногенного происхождения.

#### *Отбор проб*

Отбор проб воды, донных отложений и доминантного вида растений производился в летнюю межень с 11 по 22 июля 2023. Пробы отбирались равномерно по длине водотоков преимущественно с шагом пробоотбора 2 км, а на р. Ульба с шагом пробоотбора 2, 5 и 15 км, охватывая верховья рек, средние их участки и устья. Всего было обследовано 39 створов.

Для точек отбора выбирались места промышленных выбросов и стоков, а также относительно чистые участки для проведения сравнительного анализа. Карта-схема отбора проб представлена на рисунке 1.

Пробы воды отбирались в соответствии с СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 [11], регламентирующими общие требования к отбору, транспортировке и хранению проб воды. Объем отобранной пробы воды составлял 10 л.

Пробы донных отложений отбирались в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 [12]. Масса каждой пробы составляла не менее 1 кг. Донные отложения упаковывались в полиэтиленовые пакеты для предотвращения загрязнения и потерь материала.

Отбор доминантного вида растений – тростника южного (*Phragmites australis*) производился отбором надземной части растения в первичной сырой массе порядка 500 г.

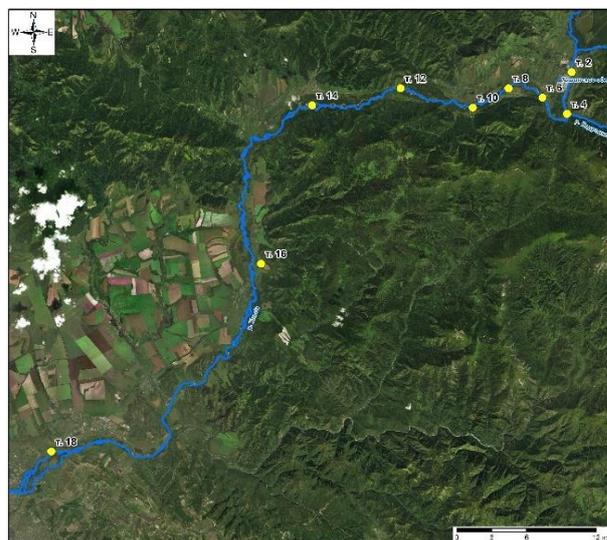
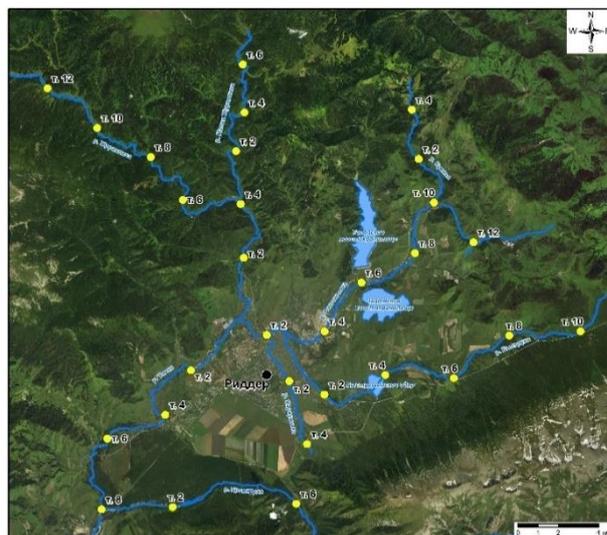
#### Подготовка проб

Перед проведением измерений пробы донных отложений и растений высушивались, измельчались, просеивались и озолялись для гомогенизации и обеспечения точности измерений счетного образца, а пробы воды концентрировались методом упаривания.

Дополнительно, подготовленные пробы выдерживались в герметичных контейнерах в течение 21 дня для достижения радиоактивного равновесия между радием и его дочерними продуктами распада.

#### Анализ радиоактивности

Определение радиоактивности в исследуемых образцах выполнялось гамма-спектрометрическим методом. Для проведения измерений использовался детектор на основе особо чистого германия, модель BE 3830 (MIRION), обладающий относительной эффективностью не хуже 34% с энергетическим разрешением 0,7 кэВ на энергии 122 кэВ и 1,7 кэВ на энергии 1332 кэВ (рисунок 2).



Условные обозначения  
● точки отбора проб воды    — реки города Риддер  
● населенный пункт    — водохранилища открытые, отстойники

Рисунок 1. Карта-схема отбора проб воды, донных отложений и тростника южного (*Phragmites australis*) в реках г. Риддер



Рисунок 2. Гамма-спектрометрический комплекс с детектором из особо-чистого германия BE3830

**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМЕ «ВОДА – ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ – РАСТЕНИЯ»  
МАЛЫХ РЕК ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

Калибровка спектрометрического оборудования по эффективности регистрации проводилась с помощью стандартов IAEA-RGK, IAEA-RGTh, IAEA-RGU [13]. Для снижения фонового излучения использовалось экранирование детектора свинцовой защитой.

Определение активности гамма-излучающих радионуклидов в рядах урана и тория выполнялось исходя из предположения о достижении векового равновесия между дочерними и материнскими радионуклидами:  $^{238}\text{U}$  – по  $^{234}\text{Th}$  (63,3 кэВ),  $^{226}\text{Ra}$  – по  $^{214}\text{Bi}$  (609,3 кэВ),  $^{232}\text{Th}$  – по  $^{228}\text{Ac}$  (911,2 кэВ). Другие ЕРН оценивались по собственным гамма-линиям:  $^{235}\text{U}$  (185,7, 143,8 и 163,4 кэВ),  $^{40}\text{K}$  (1460,8 кэВ).

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Среднее содержание ЕРН в воде малых рек находится ниже предела обнаружения используемого аппаратурно-методического обеспечения и на порядок

ниже уровня вмешательства согласно гигиеническим нормативам по обеспечению радиационной безопасности, действующим в Республике Казахстан [14]. Исключением являются точки 8 на реке Журавлиха и точки 16 и 18 на реке Ульба, где активность радия-226 составила 0,9; 0,9 и 0,7 Бк/кг соответственно. Эти данные требуют отдельного рассмотрения. Это может быть следствием воздействия техногенного фактора, обусловленного горнодобывающей деятельностью, переработкой полиметаллических и золотосодержащих руд – для р. Ульба. А для р. Журавлиха зафиксированное значение может быть связано с естественным источником радионуклидов – горными породами.

Результаты спектрометрического анализа воды малых рек представлены в таблице 1.

В таблице 2 представлен радионуклидный состав донных отложений малых рек г. Риддер.

*Таблица 1. Среднее содержание гамма-излучающих радионуклидов в воде малых рек г. Риддер, Бк/кг*

Название реки	$^{40}\text{K}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$
Филипповка (n=6)	<0,42	<0,04	<0,04	<0,27	<0,07
Быструха (n=5)	<0,34	<0,04	<0,04	<0,36	<0,08
Хариузовка (n=2)	<0,60	<0,08	<0,07	<0,70	<0,20
Брекса (n=2)	<0,30	<0,04	<0,04	<0,30	<0,10
Журавлиха (n=6)	<0,53	<0,06	<0,20	<0,47	<0,07
Малая Журавлиха (n=3)	<0,77	<0,09	<0,06	<0,67	<0,06
Громатуха (n=2)	<0,50	<0,07	<0,05	<0,45	<0,04
Тихая (n=4)	<0,55	<0,07	<0,05	<0,53	<0,05
Ульба (n=9)	<0,56	<0,06	<0,21	<0,43	<0,07
Среднее содержание в реках г. Риддера	<0,51	<0,06	<0,08	<0,46	<0,08
Уровень вмешательства [14]	—	0,2	0,49	3	2,9

*Таблица 2. Содержание гамма-излучающих радионуклидов в донных отложениях малых рек г. Риддер, Бк/кг*

Название реки	$^{40}\text{K}$	$^{232}\text{Th}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{238}\text{U}$	$^{235}\text{U}$	$A_{\text{эфф}}$
Филипповка (n=6)	541* 430–630	34 22–45	23 17–29	32 23–54	2 1,0–4,0	113 84–129
Быструха (n=5)	454 340–540	32 17–61	18 10–31	32 18–51	5,1 2,4–18,0	98 70–157
Хариузовка (n=2)	633 600–660	46 40–50	28 24–31	37 27–48	4,2 2,6–5,8	141 133–151
Брекса (n=2)	460 370–550	31 25–43	19 15–24	29 20–37	3,0 2,0–4,6	99 83–113
Журавлиха (n=6)	525 330–740	23 14–41	18 13–22	23 15–39	2,9 1,8–4,2	93 76–121
Малая Журавлиха (n=3)	471 370–650	21 15–32	23 18–34	28 19–37	3,2 2,8–3,84	91 77–103
Громатуха (n=2)	603 430–710	35 31–39	25 21–29	30 26–34	2,9 2,3–3,2	121 103–132
Тихая (n=4)	536 420–630	28 10–47	19 8–28	33 15–72	3,3 1,8–7,1	102 71–141
Ульба (n=9)	570 450–680	32 14–56	24 13–51	33 12–60	2,9 1,6–3,9	115 83–169
Среднее содержание	532	31	22	31	3,3	107
Среднее по РК [15]	300	60	—	37	—	140
Медианное значение по миру [16]	400	30	35	30	—	108

\* *Примечание:* числитель – среднее содержание, знаменатель – min-max.

**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМЕ «ВОДА – ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ – РАСТЕНИЯ»  
МАЛЫХ РЕК ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

Таблица 3. Содержание гамма-излучающих радионуклидов в тростнике южном, произрастающим в поймах малых рек г. Риддера, Бк/кг

Название реки	<sup>40</sup> K	<sup>232</sup> Th	<sup>226</sup> Ra	<sup>238</sup> U	<sup>235</sup> U	Aэфф
Филипповка (n=6)	900* 590–1200	3,1 1,9–4,3	1,7 1,1–2,3	3,1 1,5–4,0	3,3 1,9–6,0	82 56–107
Быструха (n=5)	748 640–960	2,6 1,4–4,6	9,1 2,0–21,0	2,1 1,4–2,6	2,3 1,4–3,0	76 59–90
Хариузовка (n=2)	725 650–800	2,2 2,0–2,4	1,5 1,5–1,5	2,0 1,8–2,2	2,2 2,1–2,3	66 59–73
Брекса (n=2)	570 520–620	2,3 1,8–2,8	3,15 2,2–4,1	2,8 2,0–3,5	2,3 1,8–2,8	55 50–59
Журавлиха (n=6)	675 530–1100	2,7 1,8–3,8	1,5 1,0–2,0	3,0 1,4–6,0	1,7 1,1–2,1	63 54–97
Малая Журавлиха (n=3)	557 330–720	2,5 1,9–3,0	14 12–16	1,9 1,7–2,1	2,0 1,7–2,4	64 43–81
Громатуха (n=2)	970 740–1200	4,3 3,9–4,7	20 14–26	2,35 2,1–2,6	2,35 2,1–2,6	108 95–121
Тихая (n=4)	733 550–1000	4,0 1,5–7,2	1,5 1,0–1,7	2,4 1,3–3,5	2,1 1,4–2,5	69 55–96
Ульба (n=9)	806 500–1300	3,3 1,6–7,0	1,8 1,1–2,5	2,9 2,0–4,2	2,4 1,5–3,6	75 47–117
Среднее содержание	758	3,1	4,6	2,6	2,3	73

\* Примечание: числитель – среднее содержание, знаменатель – min-max.

Содержания ЕРН в донных отложениях различных рек сопоставимы между собой в пределах стандартного отклонения. Концентрации природных радионуклидов в донных отложениях варьируются в следующих диапазонах: <sup>40</sup>K – от 330 до 740 Бк/кг, <sup>232</sup>Th – от 10 до 61 Бк/кг, <sup>226</sup>Ra – от 8 до 51 Бк/кг, <sup>238</sup>U – от 12 до 72 Бк/кг, <sup>235</sup>U – от 1,0 до 18,0 Бк/кг. Содержание <sup>232</sup>Th и <sup>226</sup>Ra соответствует среднему значению по республике и медианному значению по миру, тогда как содержание <sup>40</sup>K превышает его.

Дополнительно по содержанию ЕРН оценивалась удельная эффективная активность, согласно выражению:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_K$$

где A<sub>Ra</sub>, A<sub>Th</sub>, A<sub>K</sub> – удельные активности радионуклидов <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th и <sup>40</sup>K соответственно, выраженные в Бк/кг.

Среднее значение удельной эффективной активности ЕРН в донных отложениях, определяемой с учетом их биологического воздействия на организм, составило 107 Бк/кг, что в 3,5 раза ниже величины, регламентированной нормами радиационной безопасности (≤370 Бк/кг), при превышении которой возможно негативное влияние на живой организм [14].

В качестве биоиндикатора загрязнения в исследовании использовался доминантный вид растений, произрастающих в пойме рек – тростник южный. Результаты гамма-спектрометрических измерений содержания ЕРН в пробах тростника южного представлены в таблице 3.

В большинстве образцов растений найден <sup>40</sup>K, превышающий удельное содержание в донных отложениях. Содержание <sup>226</sup>Ra и <sup>232</sup>Th в среднем в 5–10 раз ниже, чем в почвах, что свидетельствует о слабом накоплении этих радионуклидов. Концентрации природных радионуклидов в растениях варьируются в

следующих диапазонах: <sup>40</sup>K – от 330 до 1300 Бк/кг, <sup>232</sup>Th – от 1,4 до 7,2 Бк/кг, <sup>226</sup>Ra – от 1 до 26 Бк/кг, <sup>238</sup>U – от 1,3 до 6,0 Бк/кг, <sup>235</sup>U – от 1,1 до 6,0 Бк/кг. В целом можно составить ряды по удельной активности радионуклидов в вегетативной массе растений: <sup>40</sup>K > <sup>226</sup>Ra ≥ <sup>232</sup>Th.

Среднее значение удельной эффективной активности ЕРН в растениях составляет 73 Бк/кг, что существенно ниже установленного нормативного предела.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования определены уровни содержания естественных радионуклидов в системе «вода – донные отложения – растения» малых рек г. Риддера.

Результаты анализа показали, что содержание ЕРН в воде находится ниже предела обнаружения используемых методов и существенно ниже уровня вмешательства, установленного нормами радиационной безопасности Республики Казахстан.

В донных отложениях содержание ЕРН находится на уровне фоновых значений для Казахстана. Радионуклидный состав доминантного вида растений в изучаемом регионе содержит численные значения природных радионуклидов, среди которых наиболее значимым являются <sup>40</sup>K.

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии значимого радионуклидного загрязнения водных объектов региона, однако выявленные локальные аномалии указывают на необходимость более детального мониторинга с учетом сезонных изменений. Дополнительные исследования должны быть направлены на выявление потенциальных источников поступления радионуклидов в водные экосистемы, а также на оценку их возможного влияния на живые организмы и биогеохимические процессы в регионе.

Данные исследования финансировались Министерством энергетики Республики Казахстан в рамках научно-технической программы «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан» (ИРН – BR24792713), а также грантового финансирования АР19576259 «Экологическая оценка малых рек как показатель трансформации геосистем горнодобывающих районов Восточного Казахстана».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2019 год. Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан РГП Казгидромет. Департамент экологического мониторинга – Нур-Султан, 2019. – 372 с.
2. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Восточно-Казахстанской и Абайской областям за 2022 год. Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Филиал РГП Казгидромет по ВКО – Усть-Каменогорск, 2022. – 470 с.
3. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды по Восточно-Казахстанской и Абайской областям за 2023 год. Министерство экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Филиал РГП Казгидромет по ВКО – Усть-Каменогорск, 2023. – 364 с.
4. Beiseyeva G, Abuduwali J. Migration and accumulation of heavy metals in disturbed landscapes in developing ore deposits, East Kazakhstan / G Beiseyeva, J. Abuduwali // Journal of Arid Land. – 2013. – Vol. 5. – P. 180-187. – <https://doi.org/10.1007/s40333-013-0160-4>.
5. Батралина Н.Ж. Состояние водных ресурсов Восточно-Казахстанской области // Гигиена труда и медицинская экология, 2016. – № 4. – С. 34–40.
6. Кызылтаева Т.А., Хантурина Г.Р., Сейткасымова Г.Ж., Федорова И.А., Батралина Н.Ж. Эколого-химическая оценка водных ресурсов территорий, прилегающих к техногенной зоне // Медицина труда и экология человека, 2016. – № 2. – С. 20–24.
7. Dyussembayeva M., Tashkova A., Shakenov Y., Kolbin V., Nurgaisinova N., Mamyrbayeva A., Abisheva M. Distribution characteristics and assessment of the content of heavy metals in small rivers of the Ulba riv. basin in the mining regions of East Kazakhstan / RCS Advances. – 2025. – Vol. 15. – art. 11034. <https://doi.org/10.1039/d5ra00801h>
8. Yanygina LV. Caddisfly assemblages in metal contaminated rivers of the Tikhaya Basin, East Kazakhstan / L.V. Yanygina, A.A. Evseeva // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. – 2019. – Vol. 102. – P. 316–322. – <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02561-w>.
9. Проект нормативов предельно допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты со сточными водами Риддерского металлургического комплекса (РМК) ТОО «Казцинк» ТОО «СП ВЕКТОР». – Усть-Каменогорск. 2019. – 85 с.
10. Гусякова Н. Г. Техногенное загрязнение поверхностных и подземных вод города Риддер в районе промышленных узлов и способы его обезвреживания: диссертация на соискание ученой степени магистра по спец. 6N0731 – Безопасность жизнедеятельности и за-

щита окружающей среды. – Усть-Каменогорск, 2010. – 125 с.

11. СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 ВОДА. Общие требования к отбору проб. // [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30015812](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30015812)
12. ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность». URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=37927607&show\\_di=1&pos=3;-88#pos=3;-88](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37927607&show_di=1&pos=3;-88#pos=3;-88)
13. Международное агентство по атомной энергии. Сертифицированные эталонные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://analytical-reference-materials.iaea.org/certified-reference-materials>
14. Министерство здравоохранения Республики Казахстан. Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан от 2 августа 2022 года № ҚР ДСМ-71 «Об утверждении гигиенических нормативов к обеспечению радиационной безопасности». URL: <https://adilet.zan.kz>
15. Учебно-методическое руководство по радиэкологии и обращению с радиоактивными отходами для условий Казахстана. – Алматы: ОАО «Волковгеология», 2002. – 304 с.
16. UNSCEAR. Sources, effects and risks of ionizing radiation. Report to the General Assembly, with annexes. – New York: United nations publication, 2000. – 659 p.

#### REFERENCES

1. Information bulletin on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan for 2019. Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan RSE “Kazhydromet”. Department of Environmental Monitoring – Nur-Sultan city, 2019. 372 p.
2. Information bulletin on the state of the environment in East Kazakhstan and Abai regions for 2022. Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. Branch office: RSE “Kazhydromet” in East Kazakhstan region – Ust-Kamenogorsk, 2022– 470 p.
3. Information bulletin on the state of the environment in East Kazakhstan and Abai regions for 2023. Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan. Branch office: RSE ‘Kazhydromet’ in East Kazakhstan region – Ust-Kamenogorsk, 2023. – 364 p.
4. Beiseyeva G, Abuduwali J. Migration and accumulation of heavy metals in disturbed landscapes in developing ore deposits, East Kazakhstan / G Beiseyeva, J. Abuduwali // Journal of Arid Land. – 2013. – Vol. 5. – P. 180–187. – <https://doi.org/10.1007/s40333-013-0160-4>
5. N. Batralina. The state of water resources in the East Kazakhstan region // Occupational Hygiene and Medical Ecology, 2016, No. 4, pp. 34-40.
6. T. Kyzyltaeva, G. Khanturina, G. Seitkasymova, I. Fedorova, N. Batralina. Ecological and chemical assessment of water resources of territories adjacent to the man-made zone // Occupational Medicine and Human Ecology, 2016, No. 2, pp. 20-24.
7. Dyussembayeva M, Tashkova A, Shakenov Y, Kolbin V, Nurgaisinova N., Mamyrbayeva A., Abisheva M. Distribution characteristics and assessment of the content of heavy metals in small rivers of the Ulba riv. basin in the mining regions of East Kazakhstan / RCS Advances, 2025, 15, 11034. <https://doi.org/10.1039/d5ra00801h>

8. Yanygina LV. Caddisfly assemblages in metal contaminated rivers of the Tikhaya Basin, East Kazakhstan / L.V. Yanygina, A.A. Evseeva // Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. – 2019. – Vol. 102. – P. 316–322. – <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02561-w>
9. Project of standards for maximum permissible discharges of pollutants entering water bodies with wastewater from the Ridder Metallurgical Complex (RMK) of “KAZZINC” LLP, “SP VECTOR” LLP. – Ust-Kamenogorsk. 2019. – 85 p.
10. Guslyakova N. G. Technogenic pollution of surface and groundwater in the city of Ridder in the area of industrial hubs and methods of its neutralization: dissertation for a master's degree in specialty 6N0731 – Life safety and environmental protection. – Ust-Kamenogorsk, 2010. – 125 p.
11. ST RK GOST R 51592-2003 WATER. General requirements to sampling. // [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30015812](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30015812)
12. GOST 17.1.5.01-80 ‘Nature conservation. The hydrosphere. General requirements for sampling sediments from water bodies for pollution analysis. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=37927607&show\\_di=1&pos=3;-88#pos=3;-88](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=37927607&show_di=1&pos=3;-88#pos=3;-88)
13. International Atomic Energy Agency. Certified Reference Materials [Electronic resource]. – Access mode: <https://analytical-reference-materials.iaea.org/certified-reference-materials>
14. Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan. The order of the Minister of Health of the Republic of Kazakhstan dated August 2, 2022 No. MH RK-71 “On approval of health standards for radiation safety”. URL: <https://adilet.zan.kz>
15. Educational and methodical manual on radioecology and radioactive waste management for the conditions of Kazakhstan. – Almaty: JSC “Volkovgeology”, 2002. 304 p.
16. UNSCEAR. Sources, effects and risks of ionizing radiation. Report to the General Assembly, with annexes. – New York: United nations publication, 2000. – 659 p.

### ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ КІШІ ӨЗЕНДЕРІНІҢ «СУ – ТҮБІНДЕГІ ШӨГІНДІЛЕР – ӨСІМДІКТЕР» ЖҮЙЕСІНДЕГІ ТАБИҒИ РАДИОНУКЛИДТЕРДІҢ ҚҰРАМЫН БАҒАЛАУ

**М. Т. Дюсембаева, Ф. Ф. Жамалдинов, А. Ж. Ташекова\*, Н. В. Ларионова, К. Т. Жамалдинова,  
Е. З. Шакенов, В. В. Колбин, С. Д. Смирнов, Н. К. Нургайсинова**

*ҚР ҰЯО РМК «Радиациялық қауіпсіздік және экология институты» филиалы, Курчатова, Қазақстан*

*\* Байланыс үшін E-mail: esenzholova@nnc.kz*

Мақалада Риддер қаласындағы тоғыз кіші өзеннің экожүйесінде іріктеліп алынған қоршаған ортаның түрлі объектілеріндегі (су, түптік шөгінділер, өсімдіктер) табиғи радионуклидтердің құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген. Көп жағдайда радионуклидтердің құрамы радиациялық қауіпсіздік бойынша нормативтік көрсеткіштерден аспайтыны анықталды. Түптік шөгінділер мен өсімдіктер үшін нақты тиімді белсенділік есептелген. Табиғи радионуклидтердің меншікті тиімді белсенділігінің орташа мәні түптік шөгінділерде – 107 Бк/кг, ал өсімдіктерде – 73 Бк/кг құрады, бұл радиациялық қауіпсіздік нормаларымен регламенттелген шамадан төмен, одан асып кеткен кезде тірі организмдерге теріс әсер етуі мүмкін.

**Түйін сөздер:** табиғи радионуклидтер, су, түбі шөгінділер, оңтүстік қамыс, кіші өзендер, тиімді меншікті белсенділік.

### ASSESSMENT OF THE NATURAL RADIONUCLIDE COMPOSITION IN THE “WATER – SEDIMENTS – PLANTS” SYSTEM OF SMALL RIVERS OF EASTERN KAZAKHSTAN

**M. T. Dyusembayeva, F. F. Zhamaldinov, A. Zh. Tashekova\*, N. V. Larionova, K. T. Zhamaldinova,  
Ye. Z. Shakenov, V. V. Kolbin, S. D. Smirnov, N. K. Nurgaisinova**

*Branch “Institute of Radiation Safety and Ecology” RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan*

*\* E-mail for contacts: esenzholova@nnc.kz*

The article presents the results on content of natural radionuclides in various environmental objects (water, sediments, plants) collected from the ecosystem of nine small rivers in Ridder city. It has been revealed that in most cases the content of radionuclides does not exceed the standard values for radiation safety. The activity effective concentration for sediments and plants is calculated. The average value of the activity effective concentration of natural radionuclides in sediments was 107 Bq/kg, and in plants – 73 Bq/kg, which is lower than the value regulated by radiation safety standards, exceeding which may have a negative impact on living organisms.

**Keywords:** natural radionuclides, water, bottom sediments, southern reed, small rivers, activity effective concentration.