Естественные радионуклиды в донных отложениях р. Обь (лесная и лесостепная зоны)

А. В. Салтыков
Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул

Бассейн реки Обь имеет наибольшую площадь среди остальных рек Арктического бассейна, и весьма сложен в орографическом отношении. Западная часть бассейна захватывает восточный склон Урала, южная — Казахский мелкосопочник, юго-восточная — Алтай. Остальная часть бассейна представляет собой плоскую, в центральной части сильно заболоченную равнину. Верхняя часть бассейна относиться к степной и лесостепной зоне, большая часть бассейна находится в пределах лесной зоны, а самый север — к зоне тундры и лесотундры.

В лесостепной зоне, ниже Новосибирского водохранилища, река Обь представляет собой ряд рукавов, появляется большое количество островов, пойма расширяется до 5 км и более; русло реки неустойчиво, исключая отдельные участки, где на поверхность выходят коренные породы. Ниже впадения реки Чулым Обь становиться большой полноводной рекой: ширина русла увеличивается от 1 до 3 км. Широкая пойма, изобилующая староречьями, заливается во время весенне-летнего паводка. Ниже впадения реки Иртыш долина реки Обь расширяется, и пойма достигает 20-30 км. Ширина русла колеблется от 1,5 до 4,0 км.

Во второй половине XX века речные системы Оби и Енисея подвергались техногенному радиоактивному загрязнению за счет надземных испытаний атомного оружия, аварийных и технологических сбросов радиоактивных отходов от атомных предприятий по производству плутония. В настоящее время одной из наиболее важных проблем Обь-Иртышского бассейна является анализ возможных последствий попадания радионуклидов в гидросферу с водосборных площадей и из водоемов-отстойников, которые используются для хранения жидких слабоактивных радиоактивных отходов.

Донные отложения являются наиболее информативным компонентом ландшафта при анализе эколого-геохимической обстановки, даже по сравнению с затопляемыми аллювиальными почвами, так как именно в них в большей степени происходит аккумуляция загрязнителей, поступающих с водосборного бассейна в течение длительного промежутка времени. Особенно это прослеживается в среднем и нижнем течении реки Обь, бассейн которой представляет собой практически единую ландшафтно-геохимическую систему, все звенья которой связаны потоками вещества. Это связано с тем, что, во-первых, общий объем донных осадков превосходит объем затопляемых аллювиальных почв береговой зоны и островов, а во-вторых, что донные осадки находятся в постоянном контакте с водами, переносящими радионуклиды, в том числе и сорбированные на взвесях, из которых они в основном и формируются. В аллювиальных почвах островов и береговых зон радионуклиды накапливаются только в периоды паводков за счет присутствующих в воде радионуклидов и вторичного привноса в составе материала донных осадков. Сорбция радионуклидов на переносимых рекой взвесях и ранее отложившихся частицах в верхних слоях осадков является доминирующим фактором миграции и накопления радиоизотопов в донных отложениях. Особое значение, для накопления радионуклидов в донных отложениях имеет форма поступления их в реку. Заметная доля радионуклидов в донных осадках присутствует в виде тонкодисперсных активных частиц разной природы. Донные осадки легче и в больших масштабах, чем обычно задернованные аллювиальные почвы островов и береговой зоны, вовлекаются в многократное переотложение. Наиболее подвержены этому верхние нелитифицированные их горизонты, а в высокие паводки мигрирует значительная их доля.

Среди естественных радионуклидов наибольшее геохимическое значение имеют ^{238}U, ^{232}Th, ^{40}K, так как они являются основными радиоактивными элементами,

формирующими естественное γ-излучение территории и родоначальными радиоактивными изотопами.

Отбор проб донных отложений проводили дночерпателем Петерсона на глубину до 10 см от поверхности их залегания, в наиболее представительных участках речной сети:

1. Река Обь. В 95 км ниже Новосибирского водохранилища и на 1 км выше с. Дубровино.
2. Река Обь. В 240 км от ниже Новосибирского водохранилища и на 1 км выше с. Оськино.
3. Устье реки Томь. В 1 км ниже с. Козюлино.
4. Река Обь. В 300 км ниже Новосибирского водохранилища, около с. Салтанаково.
5. Река Обь. На 410 км ниже Новосибирского водохранилища и в 2 км выше с. Фёдоровка.
6. Устье реки Чулым. Напротив села Игреково.
7. Река Обь. Около 420 км ниже Новосибирского водохранилища и на 10 км выше с. Могочин.
8. Устье реки Парабель.
9. Устье реки Кеть.
10. Река Обь. Около 700 км ниже Новосибирского водохранилища и в 32 км ниже от устья реки Кеть.
11. Устье реки Васюган.
12. Река Обь. Около 730 км ниже Новосибирского водохранилища и в 5 км ниже от устья реки Васюган.
13. Устье реки Тым.
14. Устье реки Вах.
15. Река Обь. Около 1050 км ниже Новосибирского водохранилища и в 5 км ниже г. Нижневартовск.
16. Река Обь. Около 1300 км ниже Новосибирского водохранилища и в 25 км ниже г. Сургут.
17. Устье реки Иртыш. В 10 км ниже г. Ханты-Мансийск.
18. Река Обь. Около 1750 км ниже Новосибирского водохранилища и на 5 км выше с. Новый Карым-Кары.

Далее пробы донных отложений высушивались до воздушно-сухого состояния и отправлялись в АЦКП ИГМ СО РАН, где для определения исследуемых радионуклидов применялся гамма-спектрометрический метод анализа. Дополнительно, в лаборатории биогеохимии ИВЭП СО РАН, в пробах определяли содержание гумусовых и глинистых веществ, актуальную кислотность и ёмкость поглощения.

Геохимическая роль донных отложений двояка — они могут, как сорбировать радионуклиды (и тем способствовать самоочищению воды), так и десорбировать (загрязнять воду). Накопление радионуклидов в донных отложениях водоемов происходит в результате: реакций гидролиза; обмена между соединениями, содержащими радионуклиды, с образованием малорастворимых соединений; сорбции на взведенных в воде частицах с последующим осаждением на дно водоема; сорбции непосредственно на материале донных отложений; поглощение, переработка и перенос на дно с гидробионтами; вынос из рек с обломочным материалом с последующим осаждением на дно или в растворимой форме с последующим действием вышеперечисленных процессов. Сорбционная способность донных отложений по отношению к радионуклидам напрямую связана с их свойствами, к которым относятся содержание гумусовых и глинистых веществ, актуальная кислотность и, конечно же, ёмкость поглощения, которая, в свою очередь, зависит от всех предыдущих свойств.

Основная площадь дна реки Обь сложена песчаными средне- и мелкозернистыми отложениями, для которых характерно незначительное содержание гумусовых веществ

(0,1-0,3 %), за редким исключением, связанным в большей степени с антропогенным воздействием (2,4 %), и нейтральная реакция среды (pH 6,6-7,3). Ближе к берегу песчаные отложения могут перекрываться иловато-песчаной супесью, которая имеет немного большую гумусированность (0,6-1,4 %) и слабощелочную реакцию среды (pH 7,6-8,0).

Удельная активность исследуемых радионуклидов в песчаных отложениях варьирует не значительно: ^{238}U — 3,7-9,4 Бк/кг, ^{232}Th — 3,5-8,6 Бк/кг, ^{40}K — 161-433 Бк/кг. В отличие от них супесчаные отложения имеют повышенную удельную активность ^{238}U (23,9-34,1 Бк/кг) и ^{232}Th (17,2-23,5 Бк/кг). В более дисперсных легко- и среднесуглинистых отложениях удельная активность всех исследуемых естественных радионуклидов увеличивается в 2-3 раза по сравнению с песчаными.

Устья основных притоков р. Обь сложены в основном песчаными среднезернистыми отложениями, за исключением устья р. Васюган, где в качестве донных отложений представлены супесью. Устье р. Парабель отличается наибольшим содержанием гумусовых веществ (5,9 %). Даже такие реки как Васюган, Тым и Вах, водосборные бассейны которых представляют собой болотистую местность, не привносят достаточного количества органического материала, чтобы повлиять на гумусированность не только донных отложений р. Обь, но и самих устьев этих притоков.

Радионуклидный состав песчаных отложений в устьях основных притоков схож с аналогичными отложениями р. Обь. Наибольшее содержание ^{238}U, ^{232}Th и ^{40}K наблюдается в донных отложениях устьев р. Кеть и р. Васюган, а ^{238}U ещё и в донных отложениях р. Парабель.

Единственный исследуемый искусственный радионуклид ^{137}Cs в донных отложениях р. Оби и устьев её основных притоков — не обнаружен.