

Белкина Н.А., Рыжаков А.В., Тимакова Т.М. Распределение и трансформация нефтяных углеводородов в донных отложениях Онежского озера // Водные ресурсы. 2008. Т. 35. №4. С.472–481.

Белкина Н.А., Сандман О., Игнатъева Н.В. Распределение форм фосфора в донных отложениях как показатель эвтрофирования экосистемы большого водоема (на примере Ладожского и Онежского озер) // Экологическая химия. 2006. №15(3). С. 174 – 185.

Лукина Ю.Н., Белкина Н.А., Калинин Н.М., Богданов С.Р., Зобков М.Б., Здоровеннов Р.Э., Потахин М.С., Здоровеннова Г.Э., Толстиков А.В., Пальшин Н.И., Бородулина Г.С., Богданова М.С., Мясникова Н.А., Смирнов С.И., Новикова Ю.С., Гатальская Е.В., Морозова И.В., Зобкова М.В., Сластина Ю.Л., Макарова Е.М., Сярки М.Т., Коновалов Д.С., Теканова Е.В. Разработка системы мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов в водных экосистемах Европейского Севера России // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 5. С. 97-114.

Палеолимнология Онежского озера: от приледникового озера к современным условиям. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2022. 460 с.

Belkina N.A., Kulik N.V., Efremenko N.A., Potakhin M.S., Kukharev V.I., Ryabinkin A.V., Zdorovenov R.E., Georgiev A.P., Strakhovenko V.D., Gatalskaya E.V., Kravchenko I.Yu., Ludikova A.V., Subetto D.A. Contemporary Sedimentation in Lake Onego: Geochemical Features of Water, Suspended Matter, and Accumulation Rate // Water. 2023. 15. 1014.

Belkina N.A. Surface sediments of Karelian lakes: their formation peculiarities and chemical composition // Limnology and Freshwater Biology. 2024. 3. P. 111-129.

Kulik N., Efremenko N., Strakhovenko V., Belkina N., Borodulina G., Gatalskaya E., Malov V., Tokarev I. Geochemical Features of River Runoff and Their Effect on the State of the Aquatic Environment of Lake Onego // Water 2023. 15. 964.

CARBON ACCUMULATION PROCESSES IN BOTTOM SEDIMENTS OF KARELIAN LAKES UNDER CONDITIONS OF ORGANIC POLLUTION

N.A. Belkina

The changes in the natural course of carbon accumulation in bottom sediments under conditions of organic pollution of various natures (pulp and paper industry, trout farming, oil pollution, creation of reservoirs, land reclamation) are studied using the lakes of Karelia. Examples of the development of organic matter decomposition processes under conditions of oxidative and reductive diagenesis in bottom sediments are shown when sedimentary matter with an increased content of organics of various geneses enters the bottom.

ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ РЕКИ СЫРДАРЬЯ И ВОЗМОЖНОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ИХ В КАЙРАККУМСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Н.Н. Бозорова¹, А.О. Муминов², И.Ш. Норматов², М. Ашуров²

¹*Худжандский научный центр Национальной Академии наук Таджикистана*

²*Таджикский национальный университет*

Представлены результаты мониторинга миграции тяжелых металлов (Cd, Zn, As, Pb, Cu, Cr) вдоль русла реки Сырдарья на территории Таджикистана. В распределении металлов вдоль русла реки наблюдается определенная закономерность, вероятно связанная с

образованием растворимых комплексных соединений с органическими лигандами и адсорбцией на взвешенных частицах и донных отложениях

Кайракумское водохранилище расположено в среднем течении реки Сырдарья, в 20 км от г. Худжанда Республики Таджикистан. Плотина Кайракум построена перед выходом реки на равнинную территорию. Площадь водосбора реки Сырдарья до плотины 136 тыс. км². Водохранилище предназначено для сезонного регулирования стока реки с целью удовлетворения нужд ирригации, а также для выработки электроэнергии. Средний многолетний расход реки в створе плотины составляет 520 м³/сек. Сток 50% обеспеченности составит 15875 млн. м³. В период паводков с апреля по август проходит до 60% годового стока (Алибаев, 2020).



Рис. 1. Вид на Кайракумское водохранилище из космоса (www.hydrotechsafety.kz)

Поступление техногенных веществ в данное время является постоянно действующим фактором, приводящим к изменению биологических сообществ и преобразующим природные экосистемы в целом. В водных средах тяжелые металлы, могут находиться в трех основных формах: взвешенной, коллоидной и растворенной, соотношение между которыми в основном определяется не только кислотно-щелочными и окислительно-восстановительными условиями, но и содержанием органических веществ (Варшал др., 1979; Роева и др., 1996). При попадании в водный объект ионные формы металлов могут переходить в коллоидную форму за счет физико-химических взаимодействий, и в таком виде они могут переноситься на расстояния до сотен километров (Кашутина и др., 2022). Выявление закономерностей миграции металлов и их влияния на микробиологическое сообщество в природных водах существенно влияет на достоверность прогнозов изменения состояния этих экосистем при возможном возростании антропогенной нагрузки.

На территории Кыргызстана в бассейне реки Сырдарья размещено 30 различных хвосторанилиц действующих и закрытых горнорудных предприятий, при этом общее количество хвостовых материалов составляет 130 049 млн. м³. В этом перечне имеются 15 хранилищ бывших урановых рудников в Майлуу-Суу и Мин-Куше, которые остались в наследство от военно-промышленного комплекса СССР.

Наиболее значительным фактором загрязнения поверхностных вод в Кыргызстане считаются отвалы и хвостохранилища, размещенные непосредственно в руслах и поймах трансграничных рек, в том числе селе - и паводкоопасных. Ряд таких объектов в Майлуу-Суу и Мин-Куше являются источниками систематического

радиоактивного и токсичного загрязнения гидрографической сети в бассейне Сырдарья вследствие просачивания хвостовых вод через ограждающие дамбы. Это происходит из-за несовершенной газо- и гидроизоляции, постепенной деградации защитных сооружений, дренажных и водоотводящих систем, аварийных ситуаций в прошлом и несанкционированных массовых раскопок вблизи хвостостранилиц местными жителями.

Настоящая работа посвящена мониторингу миграции тяжелых металлов по руслу реки Сырдарья на территории Таджикистана и оценки их накопления в Кайраккумское водохранилище. Отбор проб воды осуществлялись в пяти точках по руслу реки, начиная с участка пересечения рекой границы Кыргызстана и Таджикистана в гидропосту “Акджар” (точка 1) на рисунке 2. Для анализа тяжелых металлов был использован Атомно-абсорбционный спектрометр “А Analyst 800”.



Рис.2. Схема точек отбора проб воды из реки Сырдарья

На рисунке 3 представлена динамика концентраций Cd, Zn, As, Pb, Cu и Cr вдоль русла реки Сырдарья. Изменение концентрации элементов приведены в виде разницы их значений в точке отбора и среднего по стволу реки. В динамике изменения концентрации кадмия и цинка вдоль русла реки Сырдарья наблюдается определенная закономерность.

В природных водах тяжелые металлы (ТМ) могут находиться в различных состояниях (в растворе, на взвесах, в форме коллоидов), что определяет их разную способность к миграции и доступность для водных организмов. Помимо фазового состояния, немаловажное значение имеет распределение ТМ по химическим формам. Основными химическими формами ТМ в растворе являются комплексы с неорганическими лигандами, аква-ионы и формы, связанные с растворенными органическими веществами (РОВ). Влияние уровня концентрации ТМ на распределение его форм в растворе реальной природной воды связано с ограниченной емкостью связывающих центров РОВ (Смоляков, Жигула, 2001).

Согласно (Смоляков, Жигула, 2001) величина рН является определяющим фактором в нахождение химической формы тяжелых металлов в водной среде и их способности к сорбции и сольватации. Как утверждает авторами, для Zn и Cd в диапазоне рН от 6 до 9 формы, связанные с растворимыми органическими веществами, являются основными. Увеличение доли аква-ионов и снижение доли незаряженных комплексов тяжелых металлов заметно снижает сорбцию металлов на взвеси.

В таблице обобщены результаты химических анализов проб воды реки Сырдарья.

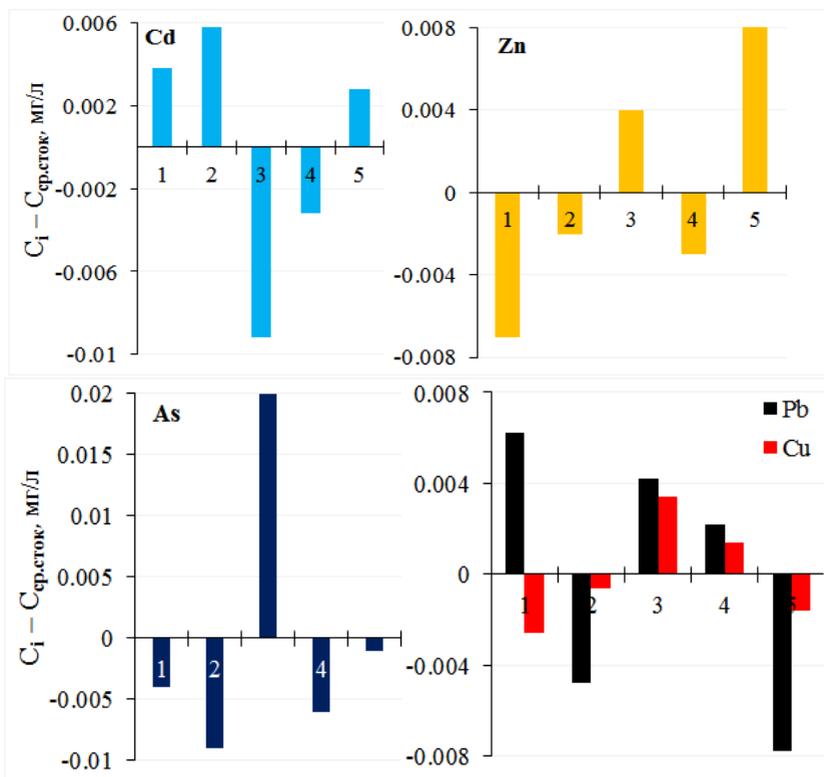


Рис. 3. Динамика изменения концентрации вдоль русла реки Сырдарья и значений концентраций Cd, Zn, As, Pb, Cu и Cг в соответствующих точках отбора проб воды

Таблица. Результаты анализа проб воды

Показатели	Ед. изм	1	2	3	4	5
pH		7.71	7.28	7.33	7.81	7.39
Растворенный O ₂	мг/л	5.38	4.06	6.58	6.27	6.57
Ca ²⁺	мг/л	68.2	76.0	72.1	56.4	52.3
Mg ²⁺	мг/л	33.6	38.4	38.4	26.4	28.8
HCO ₃ ⁻	мг/л	164.7	207.4	176.9	134.2	137.9
Cl ⁻	мг/л	39.7	22.6	34.0	19.8	19.7
SO ₄ ²⁻	мг/л	340	386	386	370	266
NO ₃ ⁻	мг/л	4.37	3.11	3.12	0.42	0.97

Литература

Алибаев К.У. Безопасность намывных плотин на реке Сырдарья. Часть 2. Кайраккумское водохранилище (литературный обзор). Алматы: ПК “Институт Казгипроводхоз”, 2020. 41с.

Варшал Г.М., Кошечева И.Я., Сироткина И.С., Велюханова Т.К., Инцкирвели Л.Н., Замонина Н.С. Изучение органических веществ поверхностных вод и их взаимодействия с ионами металлов // Геохимия. 1979. №4. С. 598–607.

Кашутина Е.А., Ясинский С.В., Веницианов Е.В., Гришанцева Е.С., Сидорова М.В. Оценка переноса загрязнений в водной среде в разных фазах // Проблемы региональной экологии. 2022. №5. С. 88–92.

Роева Н.Н., Ровинский Ф.Я., Кононов Э.Я. Специфические особенности поведения тяжелых металлов в различных природных средах // Журнал аналитической химии. 1996. Т. 51, №4. С. 384–397.

Смоляков Б.С., Жигула М.В. Экологические последствия трансформации химических форм металлов-поллютантов в реальном водоеме // Химия в интересах устойчивого развития. 2001. №9. С. 283–291.

DYNAMICS OF HEAVY METALS CONCENTRATION ALONG THE SYRDARYA RIVER AND POSSIBILITIES OF THEIR ACCUMULATION IN THE KAIRAKKUM RESERVOIR

N.N. Bozorova, A.O. Muminov, M. Ashurov

The results of monitoring the migration of heavy metals (Cd, Zn, As, Pb, Cu, and Cr) along the Syr Darya river bed in Tajikistan are presented. The distribution of metals along the riverbed does not show certain regularity, probably related to the formation of soluble complex compounds with organic ligands and adsorption on suspended particles and bottom sediments

ПОСТУПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ПОДЗЕМНЫМ СТОКОМ В ОНЕЖСКОЕ ОЗЕРО

Г.С. Бородулина, Г.А. Изотов

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

В статье отражены результаты изучения органического вещества и биогенных элементов в подземных водах Карелии и дана оценка их прямого поступления с подземным стоком в Онежское озеро. Показано, что подземные воды региона отличаются низкими концентрациями органического вещества и биогенных элементов и их невысокой долей в балансе Онежского озера. Хозяйственно-бытовое загрязнение приводит к накоплению нитратов в грунтовых водах. Прямой приток подземных вод с урбанизированных территорий водосбора увеличивает поступление всех компонентов и особенно нитратную нагрузку на водоем.

В настоящее время миграция и механизмы трансформации растворенного органического вещества (DOM) в подземных водах пока недостаточно изучены и не позволяют точно оценить источники и объемы стока для глобальных бюджетов углерода. Тем не менее, результаты исследований (Aiken, 1989; Osterholz et al., 2022; McDonough et al., 2022) подтверждают, что подземные воды могут быть важным источником лабильного DOM при поступлении в поверхностные воды, что подчеркивает