

Оценка **ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ** В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ПРЕДЕЛАХ г. УЛЬЯНОВСКА

Выполнена оценка физико-химического состояния донных отложений Куйбышевского водохранилища в районе г. Ульяновска. Рассчитаны показатели, характеризующие техногенные геохимические аномалии в донных отложениях.

Введение

Донные отложения (ДО) — это донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта в результате внутриводоемных физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения.

В настоящее время первостепенным и очень важным является оценка химического состава природных вод, ДО и их постоянный мониторинг, особенно на урбанизированных территориях с высоким уровнем техногенной нагрузки [1-4].

В большинстве случаев качественный состав и количественные параметры техногенных геохимических аномалий в речных водах в самых верхних участках их формирования определяются режимом функционирования источника загрязнения (объем, скорость, периодичность поступления сточных вод, формы поллютантов). По мере удаления от источника (город) в результате гидродинамических, физико-химических и биологических процессов распределение и поведение элементов зависят от широкого диапазона окружающих условий. Влияние города с хорошо развитой промышленной структурой на состав вод и взвесей средних рек прослеживается на 25-30 км, иногда 80-100 км [5].

О.А. Завальцева*,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник химико-аналитической лаборатории Научно-исследовательского технологического института, ФГБОУ ВПО Ульяновский государственный университет

Л.В. Конова-лова, аспирант, заместитель начальника химико-аналитической лаборатории Научно-исследовательского технологического института, ФГБОУ ВПО Ульяновский государственный университет

В.В. Светухин, доктор физико-математических наук, профессор, директор Научно-исследовательского технологического института, ФГБОУ ВПО Ульяновский государственный университет

Основные седиментационные источники формирования донных осадков Куйбышевского вдхр. [6]:

- ♦ переотложенные почвенные горизонты и почвообразующие породы, поступившие в водоем за счет абразии берегов и эрозионных процессов;

- ♦ взвешенный материал, привнесенный волжской и камской водами и боковыми притоками водосборного бассейна;

- ♦ осаждающий детрит, образование которого связано с внутриводоемными процессами;

- ♦ абразионный материал (обрушение берегов).

Практически все поступившие наносы остаются в чаше водохранилища.

Степень заиленности дна водохранилища высокая — 60% дна покрыта илами.

В *табл. 1* представлен среднегодовой баланс взвешенных веществ в водохранилище.

Материалы и методы исследований

На *рис. 1* представлена карта-схема объекта исследования.

Ранее нами было проведено исследование экологического состояния воды Куйбышевского вдхр. в пределах Ульяновской обл. [7]. Объектом исследований настоящей работы стали ДО Куйбышевского вдхр.

Для правильной интерпретации результатов исследований и анализа полученных данных пробы ДО отбирались выше по течению от г. Ульяновска, ниже по течению и в черте города. Отбор производился по левую и правую сторону берегов водохранилища.

Места отбора проб ДО:

1 — в р-не поселка Красный Яр, левый берег, ниже по течению г. Ульяновска;

2 — в р-не Архангельской слободы, левый берег, выше по течению г. Ульяновска;

*Адрес для корреспонденции: Z.Olga1979@mail.ru

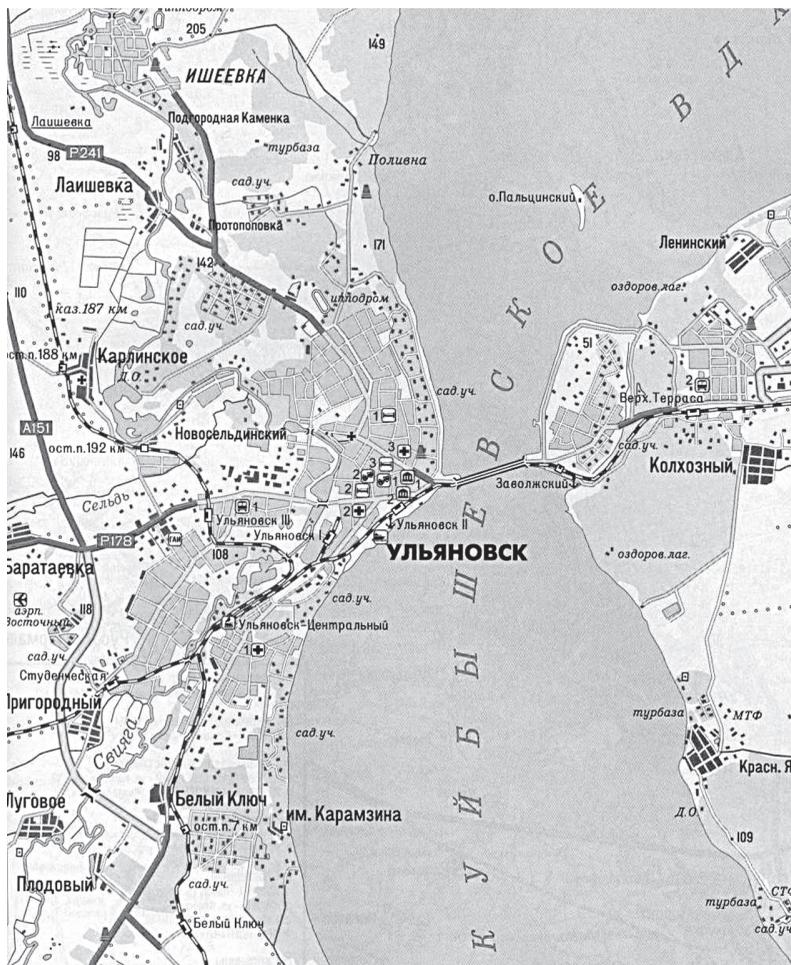


Рис. 1. Карта-схема объекта исследования.

- 3 – р-н Императорского моста, левый берег, в черте г. Ульяновска;
- 4 – р-н Императорского моста, правый берег, в черте г. Ульяновска;
- 5 – в р-не сброса сточных вод с очистных сооружений г. Ульяновска, правый берег;
- 6 – в р-не с. Поливное, правый берег, выше по течению г. Ульяновска.

Таблица 1

Среднегодовой баланс взвешенных веществ в водохранилище [6]

Приход			Расход		
Составляющие	тыс. т	% от суммы прихода	Составляющие	тыс. т	% от суммы расхода
Твердый сток Волжского потока	1474	4,4	Сброс через гидроузел ГЭС Аккумуляция в водохранилище	1547	4,6
Твердый сток Камского потока	2019	6,0			
Твердый сток боковых притоков	1251	3,7			
Абразивная взвесь	28800	85,4			
Первичная продукция	176	0,5		32173	95,4
Итого	33720	100	Итого	33720	100

Образцы проб ДО были исследованы в аккредитованной химико-аналитической лаборатории Научно-исследовательского технологического института Ульяновского государственного университета по следующим основным показателям: водородный показатель, нефтепродукты, органическое вещество, фенолы, ртуть; подвижная форма металлов: алюминий, кадмий, кобальт, медь, железо, марганец, никель, свинец, цинк; валовая форма металлов: алюминий, кадмий, кобальт, медь, железо, марганец, молибден, никель, свинец, цинк. Все результаты экспериментальной работы получены с использованием аккредитованных методик. Экспериментальная работа была проведена на сертифицированном оборудовании. Основные средства измерений: спектрофотометр ЮНИКО 2100; спектрометр с индуктивно-связной плазмой ICAP 6500 DUO, анализатор жидкости «Эксперт-001-3»(0.1)» (рН-метр/иономер лабораторный), анализатор содержания нефтепродуктов АН-2, весы лабораторные Acculab ATL-22024-I.

Результаты и их обсуждение

Группу элементов, отражающую состав аномалий и характеризующую определенный геохимический поток, связанный с источником или несколькими источниками воздействия, называют «геохимической ассоциацией». Выявление и оценка геохимических аномалий основаны на изучении геохимических выборок, отвечающих определенным участкам реки, испытывающим воздействие источника (группы источников) загрязнения или находящимся в фоновых условиях [5].

Многие элементы в зонах загрязнения отличаются неоднородным распределением.

Для характеристики техногенных геохимических аномалий в ДО рек предлагается использовать следующие показатели (в случае «положительных» аномалий) [5].

Коэффициент концентрации химического элемента — K_C , который характеризует степень концентрирования элемента (уровень аномальности, интенсивность аномалии) в ДО относительно фонового содержания. В геохимическую ассоциацию включаются элементы со значением K_C , не менее 1,5, т.е. концентрация элемента в 1,5 раза превышающая фон, является минимально-аномальным содержанием

$$K_C = \frac{C_i}{C_\phi}$$

C_i — средняя концентрация i -го элемента в исследуемом объекте; C_ϕ — фоновое содержание этого элемента.

При возникновении сложностей в определении фоновых концентраций химических элементов в изучаемом объекте они могут быть заменены кларками соответствующих элементов.

В настоящем исследовании за C_ϕ (фоновое содержание этого элемента) принято его минимальное содержание, которое было определено в исследованных пробах ДО.

В табл. 2 представлены рассчитанные коэффициенты концентрации $K(C_c)$ подвижных форм металлов в пробах ДО Куйбышевского вдхр. в районе исследования.

По результатам определения коэффициента концентрации можно написать формулу геохимической ассоциации, характеризующую качественный состав и структуру возможной геохимической аномалии. В настоящем исследовании логично ограничиться формулой геохимической ассоциации для двух проб — №№5 и 6:

Таблица 2

Коэффициенты концентрации $K(C)$ подвижных форм металлов в пробах ДО

элемент проба	алюминий	кобальт	медь	железо	марганец	никель	цинк
1	-	-	-	2,6	3,0	-	0,6
2	1,5	-	-	-	-	-	1,5
3	6,0	-	1,1	17,1	7,6	-	-
4	1,5	-	-	8,7	1,8	-	3,0
5	8,6	1,5	2,1	20,4	6,5	2,8	4,4
6	19,3	1,2	-	22,0	13,0	2,7	7,2

Примечание: «-» — коэффициент концентрации $K(C) \leq 1$

Таблица 3

Коэффициенты концентрации $K(C)$ валовых форм металлов в пробах ДО

элемент проба	алюминий	кадмий	кобальт	медь	железо	марганец	молибден	никель	свинец	цинк
1	2,0	-	2,5	2,6	2,6	3,0	3,3	1,8	7,8	3,9
2	-	1,1	-	1,1	-	1,0	1,3	-	-	-
3	1,8	1,0	3,4	1,3	1,6	1,5	1,4	1,1	5,75	4,8
4	1,2	1,2	1,4	-	1,0	-	2,0	1,2	3,9	1,9
5	4,2	2,5	6,1	1,1	5,6	5,2	8,8	2,0	29,3	5,8
6	9,1	1,2	13,1	3,1	11,3	11,2	-	4,0	41,1	15,0

Примечание: «-» — коэффициент концентрации $K(C) \leq 1$

Ключевые слова: водохранилище, донные отложения, техногенные геохимические аномалии

Проба №5: $Fe_{20,44} - Al_{8,64} - Mn_{6,5} - Zn_{4,4} - Ni_{2,8} - Cu_{2,1} - Co_{1,5}$

Проба №6: $Fe_{22} - Al_{19,3} - Mn_{13} - Zn_{7,2} - Ni_{2,7}$

Нами также был определен средний коэффициент концентрации элементов для исследованного объекта: алюминий — 7,4; кобальт — 1,3; медь — 1,7; железо — 14,2; марганец — 6,4; никель — 2,8; цинк — 3,5. Геохимическая ассоциация: $Fe_{14,2} - Al_{7,4} - Mn_{6,4} - Zn_{3,5} - Ni_{2,8} - Cu_{1,7}$

В табл. 3 представлены рассчитанные коэффициенты концентрации $K(C_c)$ валовых форм металлов в пробах ДО Куйбышевского вдхр. в районе исследования.

Формула геохимической ассоциации для валовых форм элементов:

Проба №1: $Pb_{7,8} - Zn_{3,9} - Mo_{3,3} - Mn_3 - Fe_{2,6} - Cu_{2,6} - Co_{2,5} - Al_2 - Ni_{1,8}$

Проба №5: $Pb_2 - Mo_{8,8} - Co_{6,1} - Zn_{5,8} - Fe_{5,6} - Mn_{5,2} - Al_{4,2} - Cd_{2,5} - Ni_2$

Проба №6: $Pb_{41,1} - Zn_{15} - Co_{13,1} - Mn_{11,2} - Fe_{11,3} - Al_{9,1} - Ni_4$

Средний коэффициент концентрации элементов для исследованного объекта: Al — 3,7; Cd — 1,4; Co — 5,3; Cu — 1,9; Fe — 4,4; Mn — 4,4; Mo — 3,4; Ni — 2; Pb — 17,6;

Zn – 6,3. Геохимическая ассоциация: Pb_{17,6} – Zn_{6,3} – Co_{5,3} – Fe_{4,4} – Mn_{4,4} – Al_{3,7} – Mo_{3,4} – Ni₂ – Cu_{1,9}.

Следует заметить, что формулы геохимической ассоциации подвижных и валовых форм металлов не совпадают.

Коэффициент среднего накопления химических элементов R_x, являющийся вариантом коэффициента накопления Моксхэма, представляет собой среднее арифметическое суммы значений *KC* элементов, входящих в геохимическую ассоциацию, и характеризует среднюю интенсивность аномалии

$$R_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{C_{\phi}} \right),$$

где *C_i* – концентрация *i*-го элемента в изучаемом компоненте, *C_φ* – его фоновое содержание, *n* – количество элементов, входящих в ассоциацию (*N_э*), у которых *K_c* не менее 1,5.

Коэффициент среднего накопления химических элементов для исследованных проб ДО Куйбышевского вдхр.:

- ◆ подвижная форма металлов: $R_x = 6$;
- ◆ валовая форма металлов: $R_x = 15,3$.

Суммарный показатель загрязнения Z_C, представляющий собой сумму коэффициентов концентрации *KC* элементов (за вычетом фона), входящих в геохимическую ассоциацию. Отражает аддитивное превышение фонового уровня группой ассоциирующихся элементов

$$Z_C = \sum_{i=1}^n K_C - (n - 1),$$

Таблица 4

Оценка экологической обстановки по суммарному показателю загрязнения*

<i>Z_C</i>	Уровень загрязнения	Оценка экологической обстановки
<8	Минимальный	Относительно удовлетворительная
От 8 до 16	Слабый	
От 16 до 32	Средний	Напряженная
От 32 до 128	Высокий	Критическая
>128	Максимальный	Катастрофическая

Примечание: * – в соответствии с МУ 2.1.7.730-99.

Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест

где *KC* – коэффициент концентрации *i*-го элемента, *n* – количество элементов, входящих в ассоциацию (*N_э*).

Для исследованных проб ДО суммарный показатель загрязнения составил:

- ◆ подвижная форма металлов: $Z_C = 31$;
- ◆ валовая форма металлов: $Z_C = 41$.

В *табл. 4* представлены уровни загрязнения и оценка экологической обстановки в зависимости от суммарного показателя загрязнения.

В соответствии с *табл. 4*, уровень загрязнения исследуемой системы средний по подвижным формам металлов, а экологическая обстановка – напряженная.

Заключение

Высокий уровень загрязнения водной системы Куйбышевского вдхр. объясняется наличием большого количества источников поступления загрязняющих веществ.

По имеющимся данным с городских очистных сооружений канализации сбрасывается более 90% сброса всех загрязняющих веществ. На ОСК (очистные сооружения канализации) левого и правого берега поступают производственные стоки большинства предприятий города и производится водотоки с жилого сектора, составляющее около 60 млн.м³/год [8].

Локальные очистные сооружения подавляющего большинства предприятий г. Ульяновска работают плохо или вообще отсутствуют. Основное количество стоков поступает в воды р. Волги.

Основными загрязнителями Куйбышевского вдхр. в г. Ульяновске являются следующие предприятия, имеющие наибольшие объемы водоотведения: ОАО «УАЗ», ОАО «Волжские моторы»; АО «Авиастар»; ФГУП ПО «Ульяновский машиностроительный завод»; МП ВКХ «Ульяновскводоканал», а также ОАО «Ульяновскцемент».

Сотни миллионов кубометров сточных вод сбрасываются в водохранилище предприятиями, расположенными выше по течению, за пределами рассматриваемой территории. Кроме стоков с промышленных предприятий в Куйбышевское вдхр. попадают сточные воды с населенных пунктов, животноводческих ферм, домов отдыха и т.д. С ними в водохранилище поступает большое количество азота аммонийного, азота нитратного, жиров, фосфатов, сульфатов, СПАВ, свинца, хрома,

цинка и других загрязняющих веществ и элементов [9, 10].

ДО, обладающие высокой поглотительной способностью по отношению к микроэлементам и являющиеся одним из факторов самоочищения водных объектов от соединений тяжелых металлов, в данных условиях выступают в качестве источника вторичного загрязнения [5, 11].

Следует отметить, что на накопление поллютантов в ДО большое влияние оказывают гидрологические характеристики водного объекта: скорость течения реки, глубина, а также наличие водной растительности, количество аллохтонного и автохтонного органического вещества и т.д.

К основным источникам, формирующим донные осадки и влияющим на качественный состав воды, относятся также переотложенные почвенные горизонты и почвообразующие породы, поступающие в водоем за счет абразии берегов и эрозийных процессов, организованные и неорганизованные выпуски источников загрязнения. Для г. Ульяновска отмечается высокая степень развития оползневых процессов, приводящих к поступлению большого количества почвообразующих пород и грунтов в Куйбышевское водохранилище.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России.

Литература

1. Суслов С.В. Геоэкологическая оценка современного состояния и функционирования ландшафтов водоохранной зоны водохранилищ в условиях техногенного воздействия. Дис... канд. геогр. наук. Москва. 2003. 218 с.
2. Кочеткова М.Ю. Целесообразность проведения экологического мониторинга // Дружининские чтения: Научные основы экологического мони-

торинга водохранилищ // Материалы всероссийской научно-практической конференции. Хабаровск: ДВО РАН. 2005. С. 62-63.

3. Коновалова Л.В. Комплексное обследование загрязнения акватории Куйбышевского водохранилища территории Ульяновской области / Л.В. Коновалова, Ю.А. Лебедева, О.Ю. Шроль // Геоэкологические проблемы Среднего Поволжья: Сборник научных трудов регионального научного семинара. Ульяновск. 2008. С. 91-93.

4. Никаноров А.М. Динамика притока растворенных веществ и антропогенная нагрузка на устьевую область р. Кубань / Никанорова А.М., В.А. Брызгалов, Л.С. Косменко, М.Ю. Кондакова // Вода: химия и экология. 2011. №9. С.9-16.

5. Янин Е.П. Экологическая геохимия и проблемы биогенной миграции химических элементов 3-го рода // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы: Труды биогеохимической лаборатории. М.: Наука. 2003. С. 37-75.

6. Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) / Отв. ред. Г.С. Розенберг, Л.А. Выхристюк. Тольятти: ИЭВБ РАН. 2008. 123 с.

7. Завальцева О.А. Современное эколого-гидрохимическое состояние Куйбышевского водохранилища в пределах Ульяновской области / О.А. Завальцева, Л.В. Коновалова, В.В. Светухин // Вода: химия и экология. 2011. №9. С. 17-22.

8. Схема территориального планирования города Ульяновска. Ульяновск, 2008.

9. Розенберг Г.С. Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования. Тольятти: ИЭВБ РАН. 1996. 250 с.

10. Петров Б.Г. Куйбышевское водохранилище. Географические аспекты водоохранных мероприятий. М.: Изд-во «Экопресс». 2004. 320 с.

11. Кочеткова М.Ю. Особенности формирования и трансформация качества воды Горьковского и Чебоксарского водохранилищ. Автореф. дисс... канд.биол.наук. Москва. 2009. 22 с.

EVALUATION OF TECHNOGENIC GEOCHEMICAL ANOMALIES IN BOTTOM SEDIMENTS OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR IN THE ULYANOVSK TOWN

Physical-chemical state of bottom sediments of the Kuibyshev Reservoir in the Ulyanovsk town was evaluated. Parameters characterizing technogenic geochemical anomalies in bottom sediments were calculated.

Key words: water reservoir, bottom sediment, technogenic geochemical anomalies