

## ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР ПОДГОРЕНСКОГО ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО УЧАСТКА Р. ДОН

В. С. Дворникова, Н. В. Каверина

*Воронежский государственный университет, Россия*

*Поступила в редакцию 22 февраля 2014 г.*

**Аннотация:** Статья посвящена актуальным проблемам изучения загрязнения водоемов и условиям формирования донных отложений пойменных озер Подгоренского гидрографического участка р. Дон. В работе приведены результаты изучения процессов миграции и концентрирования загрязняющих веществ в донных отложениях озер, расположенных в рекреационной зоне г. Воронежа.

**Ключевые слова:** донные отложения, пойменные озера, тяжелые металлы.

**Abstract:** The article is devoted to the burning issues of water pollution research and conditions for benthic deposits formation in flood plain lakes of Podgorenskiy hydrographic river reach Don. The article also shows the results of research over migration processes and processes of concentration of pollutants in benthic deposits of lakes, situated in recreational areas of Voronezh City.

**Key words:** benthic deposits, flood plain lakes, heavy metals.

Исследование донных отложений является одним из аспектов изучения экологического состояния водных объектов, полно отражающим их современное состояние и информацию о загрязнении в результате хозяйственной деятельности на данной территории [1]. Городское строительство, коммунальное хозяйство, промышленность, горные разработки и сельское хозяйство способствуют аккумуляции загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов.

Верхняя часть литосферы (почвы, горные породы, донные отложения поверхностных водотоков и водоемов) играет роль аккумулятора, трансформатора техногенного воздействия и является индикатором его уровня [6]. Водоемы служат коллекторами всех видов загрязнения. Донные отложения накапливают сведения о потоках элементов в биосфере в историческом срезе. Они являются важным источником информации о прошлых климатических, геохимических условиях, позволяют оценить экологическое состояние воздушной и водной сред [3].

Исследованиям донных отложений отводится первостепенное место в общей системе наблюдений за состоянием водной среды. По сравнению с гидрохимическими и гидробиологическими исследованиями их изучение не требует проведения еже-

годных режимных наблюдений. Важнейшим источником информации о состоянии водных систем становится загрязненность донных отложений [6].

В настоящее время антропогенное влияние на озерные экосистемы частое явление. В этой связи перед авторами данной статьи была поставлена задача исследовать донные отложения озер Подгоренского гидрографического участка р. Дон (на примере озер Большое, Круглое, Кужное и Глубокое) с целью выявления на них возможной техногенной нагрузки от расположенных поблизости населенных пунктов.

По классификации Б. Д. Зайкова котловины этих озер имеют эрозионное происхождение. Такие озера (старицы) образуются в результате размывающей деятельности речных вод [4]. Все перечисленные выше озера относятся к евтрофному (многокормовому) типу с большим содержанием питательных, биогенных веществ и с сильным развитием фитопланктона в летнее время. Они характеризуются малой прозрачностью, цвет воды от зеленого до бурого. Это мелкие, хорошо прогреваемые озера со слабо выраженной границей между прибрежными и глубинными участками и сильно развитой водной растительностью. Иловые отложения богаты органическим веществом, состоящим из остатков отмершего планктона и высшей водной растительности [2].

Превышения фоновых значений исследуемыми показателями ( $C/C_{\phi}$ )

Показатель	Кужное	Круглое	Глубокое	Большое
Нефтепродукты	3,83	1,67	3,17	5,67
Нитраты	1,85	–	2,12	–
Фосфаты	2,68	4,07	–	2,64

«–» – превышение не обнаружено.

C – фактическое содержание исследуемого компонента, мг/кг

$C_{\phi}$  – фоновое содержание исследуемого компонента, мг/кг

Подгоренский гидрографический участок р. Дон простирается от с. Новожиловинное до южной окраины с. Рудкино (Хохольский район). Длина поймы Дона около 60 км. Ниже с. Кривоборье пойма реки отличается высокой заозеренностью. Озеро Большое находится в 0,5 км от с. Подклетное. Его длина 1,6 км, площадь – 0,21 км<sup>2</sup>. Озеро Круглое длиной 5 км и площадью 0,17 км<sup>2</sup> расположено в 0,2 км к северо-западу от села Подгорное. Двухкилометровой лентой и шириной около 100 м оно окаймляет подножие второй террасы Дона. По состоянию на начало октября 2011 года глубина озера составляла 5-6 м. Дно озера илисто-песчаное. Глубины при движении к центральной части нарастают постепенно [5].

Водные объекты находятся в непосредственной близости от населенных пунктов ранее их геохимическое состояние не исследовалось.

Отбор проб донных отложений проводился вручную из прибрежной части водоемов в наиболее доступных для этого местах, не заросших водной растительностью. Все пробы отбирались в чистую пластмассовую посуду для дальнейшего исследования согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. Пробы высушивались до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре в затемненном месте, чистом хорошо проветриваемом помещении, истирались и просеивались через сито диаметром 1 мм. В РФ ПДК для донных отложений не определены, поэтому степень загрязнения оценивалась методом сравнения с фоновыми показателями и с ПДК (ОДК) почвы.

Азот аммонийный, фосфат-ионы, сульфат-ионы определялись фотометрическим методом согласно ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.30-02, ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.52-08, ГОСТ 26426-85 соответственно. Нитраты – ионометрическим методом согласно ГОСТ 26951-86, хлорид-ион – титриметрическим методом в соответствии с ГОСТ 26425-85. Влажность – гравиметрическим методом по ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.27-02, нефтепродукты определялись гравиметрическим методом по

ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3:3.64-10. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях определено методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии согласно ФР 1.31.2007.04106. Водородный показатель – потенциометрическим методом согласно ГОСТ 26423-85. В качестве фона были проанализированы донные отложения озера у с. Шевлягинский, расположенного в Новохоперском районе вблизи Хоперского заповедника вне зоны антропогенного воздействия.

По содержанию нефтепродуктов наблюдается явное превышение в исследуемых озерах относительно фона. В озере Кужное превышение в 3,8 раза, в Круглом – в 1,7 раз, в Глубоком – в 3,2; в Большом – в 5,7 раз. По нитратам превышение фона в озерах Кужное и Глубокое почти в 2 раза, в озере Круглое этот показатель близок к показателю фона. Превышение ПДК почвы в донных отложениях всех исследуемых озер не обнаружено, исключение составляет сера сульфидная. По данному показателю наблюдается превышение ПДК во всех пробах исследуемых озер, кроме озера Глубокое. В озере у с. Шевлягинский превышение ПДК в 2 раза. Предположительно такое содержание может быть связано с составом материнских пород. Наблюдается превышение фоновых значений по фосфатам. При этом превышения ПДК не установлены. Превышения фоновых значений можно проследить в таблице 1.

Содержание всех тяжелых металлов выше фоновых значений, но ниже ПДК (таблица 2).

Нефтепродукты и тяжелые металлы являются загрязнителями техногенного происхождения. Свинец входит в состав этилированного бензина и может коррелировать с нефтепродуктами, в результате чего возможно выявить связь отдельно тяжелых металлов между собой и с нефтепродуктами.

Самая высокая корреляция с нефтепродуктами выявлена у кадмия.

Корреляция между свинцом и нефтепродуктами невысокая. Это свидетельствует о том, что

Содержание тяжелых металлов

Элемент	Кларк (по А.П. Виноградову, 1962) [1], г/т	ПДК/ОДК, мг/кг	Значение исследования, мг/кг				Фон, мг/кг
			Кужное	Круглое	Глубокое	Большое	
Pb	16	32	15,2	3,4	15,3	4,6	2,2
Mn	1000	1500	325,1	85	519,8	130,3	4,2
Ni	58	80	41,4	5,1	30,5	3,7	1,2
Fe	46500	Не лим.*	5447,6	1666,7	6839,3	485,7	201,8
Cr	83	Не лим.	23,6	4,3	20,8	3,2	1
Cd	0,13	2	0,42	0,09	0,4	0,17	0,05
Zn	83	220	19,9	7,2	72	4,6	1,9
Cu	47	132	20,5	3	20,5	2,7	2,1

\*Не лим. – не лимитировано.

источник нефтепродуктов не связан с этилированным бензином. Скорее всего, источником нефтепродуктов могут быть производственные сточные воды. Между тяжелыми металлами выявлены высокие корреляции, что свидетельствует о равномерном их распределении в донных отложениях. Немного ниже корреляция металлов с Zn.

Итак, полученные результаты позволяют провести сравнение с ПДК (ОДК) почвы и фоновыми концентрациями.

Озеро Кужное испытывает комплексную нагрузку от коммунального и сельского хозяйства. Об этом свидетельствуют превышения по биогенным элементам азот и фосфор, а также большое содержание нефтепродуктов. Озеро Большое интенсивно загрязняется в результате легкой доступности автомобильного транспорта, что позволяет осуществлять незаконную мойку в пределах пятидесятиметровой водоохранной зоны. Озеро Круглое, также как и озеро Большое, испытывает антропогенную нагрузку от автомобильного транспорта, о чем свидетельствуют превышения фоновых значений по фосфатам и нефтепродуктам. В озере Глубокое зафиксировано наибольшее превышение по нитратам, что, скорее всего, объясняется поверхностным смывом с близлежащей территории. Также обнаружено, что в озерах Кужное и Глубокое наибольшее содержание тяжелых металлов. Наиболее чистым по критерию суммарного показателя загрязнения (СПЗ) можно считать озеро Круглое – СПЗ = 39, что в соответствии со шкалой уров-

ней и категорий опасности загрязнения почв все же показывает высокий уровень загрязнения.

Антропогенное влияние на данные озера существенно, но не является необратимым и носит скорее локальный характер. Следует продолжить комплексное изучение озер с целью их дальнейшего экологического мониторинга.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенко В. А. Экологическая геохимия : учебник / В. А. Алексеенко. – Москва : Логос, 2000. – 627 с.
2. Богословский Б. Б. Озероведение / Б. Б. Богословский. – Москва : Издательство Московского университета, 1960. – 333 с.
3. Даувальтер В. А. Химический состав донных отложений озер в зоне влияния атмосферных выбросов комбината «Североникель» / В. А. Даувальтер // Геохимия. – 2010. – № 11. – С. 1224-1229.
4. Зайков Б. Д. Очерки по озероведению / Б. Д. Зайков. – Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1960. – 240 с.
5. Мишон В. М. Гидрология, экология и природно-ресурсный потенциал озер Воронежской области / В. М. Мишон, А. Л. Летин. – Воронеж : Воронежский государственный педагогический университет, 2011. – 303 с.
6. Техногенное загрязнение речных экосистем / В. Н. Новосельцев [и др.]; под ред. В. Н. Новосельцева. – Москва : Научный мир, 2002. – 140 с.

#### REFERENCES

1. Alekseenko V. A. Ekologicheskaya geokhimiya : uchebnik / V. A. Alekseenko. – Moskva : Logos, 2000. – 627 s.

2. Bogoslovskiy B. B. Ozerovedenie / B. B. Bogoslovskiy. – Moskva : Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1960. – 333 s.

3. Dauval'ter V. A. Khimicheskiy sostav donnykh otlozheniy ozer v zone vliyaniya atmosferykh vybrosov kombinata «Severonikel'» / V. A. Dauval'ter // Geokhimiya. – 2010. – № 11. – S. 1224-1229.

4. Zaykov B. D. Ocherki po ozerovedeniyu / B. D. Zaykov. – Leningrad : Gidrometeorologicheskoe izdatel'stvo, 1960. – 240 s.

5. Mishon V. M. Gidrologiya, ekologiya i prirodno-resursnyy potentsial ozer Voronezhskoy oblasti / V. M. Mishon, A. L. Letin. – Voronezh : Voronezhskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet, 2011. – 303 s.

6. Tekhnogennoe zagryaznenie rechnykh ekosistem / V. N. Novosel'tsev [i dr.]; pod red. V. N. Novosel'tseva. – Moskva : Nauchnyy mir, 2002. – 140 s.

Дворникова Виктория Сергеевна  
студентка 5 курса факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8-951-879-20-48, E-mail: [dvornikova92@inbox.ru](mailto:dvornikova92@inbox.ru)

Каверина Наталия Викторовна  
кандидат географических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (4732)-21-19-20, E-mail: [knataliy@mail.ru](mailto:knataliy@mail.ru)

Dvornikova Victoria Sergeyevna  
5th year student of the Department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8-951-879-20-48, E-mail: [dvornikova92@inbox.ru](mailto:dvornikova92@inbox.ru)

Kaverina Nataliya Viktorovna  
Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Chair of geoecology and environment monitoring, Department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732)-21-19-20, E-mail: [knataliy@mail.ru](mailto:knataliy@mail.ru)