

region]. *Problemy regionalnoy ekologii* [Problems of Regional Ecology], 2010, no. 2, pp. 89–94.

10. Pshenichnyy, G. N. *Gayskoe mednokolchedannoe mestorozhdenie Yuzhnogo Urala* [Gaiskoe copper pyrite deposit of the Southern Urals]. Moscow, Nauka Publ., 1975.

11. Filippova, K. A., Aminov, P. G., Udachin, V. N., Kisin, A. Yu., Grebenshchikova, V. I., Deryagin, V. V., Petrishchev, V. P., Lonshchakova, G. F., Udachina, L. G. Khimicheskiy sostav vod karernykh ozer Yuzhnogo Urala [Chemical composition of quarry lakes in the Southern Urals]. *Voda: khimiya i ekologiya* [Water: chemistry and ecology], 2013, no. 7 (61), pp. 3–8.

12. Chibilev, A. A., Musikhin, G. D., Petrishchev, V. P. Problemy ekologicheskoy garmonizatsii gornotekhnicheskikh landshaftov Orenburgskoy oblasti [Problems of environmental harmonization of mining landscapes of the Orenburg region]. *Gornyy zhurnal* [Mountain Journal], 1999, no. 5–6, pp. 99–103.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДОТОКОВ УРБОСРЕДЫ

Крыжановский Илья Олегович, магистрант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: Kryzhanovskiyilia@gmail.com

Кожеуров Денис Борисович, магистрант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: marinadenis@bk.ru

Давиташвили Давид Эдишерович, магистрант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: k_e_r_i@mail.ru

Аквальные комплексы в современных условиях города являются основными источниками водопользования и рекреации. Водная среда максимально приспособлена для удовлетворения многих человеческих потребностей. Однако следствием этих «потребностей» является нарушение естественных природных условий водотоков, трансформация и изменение состояния абсолютно всех компонентов водотоков, что влечёт за собой геоэкологические проблемы. Обострение геоэкологических проблем определяет актуальность проведения региональных исследований, направленных на оценку современного состояния водной среды селитебных территорий, решение задач качественного улучшения средо- и ресурсовосстанавливающих функций природных территориальных комплексов, испытывающих в настоящее время значительную техногенную нагрузку.

Ключевые слова: урбосреда, водоток, геохимическое загрязнение, геоэкологическая оценка, гидрохимический анализ, внутригородские водоёмы

REGIONAL ASPECTS OF GEOECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF URBAN ENVIRONMENT WATERCOURSES

Kryzhanovsky Ilya O., undergraduate, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: Kryzhanovskiyilia@gmail.com

Kozheurov Denis B., undergraduate, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: marinadenis@bk.ru

Davitashvili David A., undergraduate, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: k_e_r_i@mail.ru

Aquatic complexes in modern conditions of the city are the main sources of water use and recreation. The aquatic environment is maximally adapted to meet many human needs. However, the consequence of these “needs” is the violation of the natural conditions of watercourses, transformation and change of the state of absolutely all components of watercourses, which entails geoecological problems. The aggravation of geoecological problems determines the relevance of regional studies aimed at assessing the current state of the aquatic environment of residential areas, solving problems of qualitative improvement of environmental and resource-restoring functions of natural territorial complexes, currently experiencing a significant technogenic load.

Keywords: urban environment, watercourse, geochemical pollution, geoecological assessment, hydrochemical analysis, intracity reservoirs

В настоящее время городским водоёмам уделяется недостаточно внимания, а оценка их качества и, как следствие, принятие своевременных решений по обеспечению их устойчивого существования затруднены по причине отсутствия информации. Интенсивное и многообразное использование водоёмов агломератов привело к возникновению целого ряда экологических проблем. Это, безусловно, является фактором, негативно сказывающемся на состоянии аквальных комплексов, являющихся неотъемлемой частью городской среды. Поэтому актуальность геоэкологического исследования водоёмов промышленных агломераций остаётся по-прежнему на одном из первых мест по оценке качества внутренних вод селитебных территорий.

В пределах селитебной территории на водоёмы воздействуют следующие факторы природно-техногенных систем:

- химическое загрязнение, которое обусловлено следствием ненормативных поступлений загрязнителей в водоём, в результате сброса производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, неорганизованного поверхностного стока, захламления прибрежной зоны твёрдыми коммунальными отходами и т. д.;
- рекреационная нагрузка.

Геоэкологическая оценка водной геосистемы включает анализ качества водоёмов и изменение их качественных и количественных характеристик под техногенным воздействием. Проводимые исследования качества вод урбосреды позволяют выявить тенденции к ухудшению состава природных вод на региональном уровне. В практике эти исследования выполняются для геоэкологического обоснования хозяйственной деятельности при разработке различного рода документации: программ комплексного использования и охраны водных ресурсов, схем инженерной защиты гидротехнических сооружений, организации геоэкологического мониторинга состояния поверхностных вод и донных отложений и принятия рекомендаций по минимизации негативного воздействия на водотоки.

Деградацию водных систем вызывают многообразные процессы. Без воды не может работать ни одна производственная сфера, без воды нельзя обойтись в быту. Крупнейшими потребителями водных ресурсов являются сельское хозяйство, промышленность, коммунальная сфера и рекреация. Безусловно, такой уровень потребления воды ведёт к снижению её качества. Очень значимой и важной геоэкологической проблемой является использование и охрана водных ресурсов селитебных территорий, безопасность которых в первую очередь определяется качеством поступающих вод по системам дождевой канализации и в свободном режиме. Качество вод аквальных комплексов урбосреды влияет на все виды деятельности человека – хозяйственную, культурную, социальную, что ещё раз подчёркивает необходимость совершенствования методики оценки их геоэкологического состояния. Совершенствование методики оценки важно также для принятия мер по борьбе с ухудшением качества водных ресурсов.

Нерегламентированное использование водоёмов городской среды в условиях многопланового использования меняет физические и химические свойства воды. При изменении химического состава воды увеличивается количество органических и неорганических веществ, накапливаются токсичные вещества, снижается количество кислорода в воде, появляются болезнетворные бактерии. В результате этих загрязнений водоёмы становятся непригодными для питьевого водоснабжения и рекреации, погибают рыбные ресурсы.

Характерным примером городского ландшафта, в пределах которого на водоёмы воздействует деятельность человека, является г. Астрахань.

Загрязняющие вещества в реках и водоёмах являются элементом геоэкологического риска для всей водной экосистемы города. Проведённые исследования внутригородских водоемов г. Астрахани по их функциональному состоянию дали возможность ранжировать воды по классам состояний – норма, риск, кризис, бедствие. Эта ранжировка даёт интегральную оценку их качества, определяет возможность их использования в целях водоснабжения и рекреации.

Токсикологические исследования с применением простейших ракообразных показали неудовлетворительные результаты качества воды для гидробионтов, что означает её кризисное состояние (табл. 1).

Антропогенное эвтрофирование водоёмов обусловлено возрастанием притока биогенных веществ (азот, фосфор) в результате техногенной деятельности человека. Аквальные комплексы по уровню биологической продуктивности (трофический статус) разделяются на олиго-, мезо-, эвтрофные и дистрофные (табл. 2).

Проблема загрязнения поверхностных вод тяжёлыми металлами приобретает всё большую актуальность вследствие их токсичности, способности длительное время задерживаться в экосистемах и накапливаться в телах гидробионтов. Геохимическое изучение внутригородских водоёмов (табл. 3) показывает наличие в воде микроэлементов, органических соединений.

Таблица 1

**Биотестирование поверхностных вод с применением
 в качестве тест-объекта *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg**

Концентрация исследуемых вод С, %	Десятичный логарифм концентрации lgC	Количество погибших дафний, %	Значение пробитов для гибели, %
Варвациевский канал			
50,00	1,699	20	4,84
100,00	2,000	60	5,3
Рукав Кутум			
50,00	1,699	10	3,72
100,00	2,000	40	4,75
Рукав Царев			
50,00	1,699	20	4,84
100,00	2,000	40	4,75

Таблица 2

Связь гидрохимических и гидробиологических характеристик

Оценочный показатель	Класс качества воды		
	Рукав Кутум	Рукав Царев	Варвациевский канал
	Загрязненная	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная
Индекс загрязнения	1,9	0,9	1,1
Индекс сапробности	3	2	2,1
Нитраты, мг N/л	1,6	0,8	0,8
БПК ₅ , мг O/л	2,4	1,2	1,34
Фосфаты, мг P/л	0,2	0,015	0,016
Трофность	Эвтрофная	Мезотрофная	Мезотрофная
Сапробность	β-мезосапробная	α-мезосапробная	α-мезосапробная
Зоны кризисности экосистемы	Пороговая	Пороговая	Пороговая

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов во внутригородских водоёмах г. Астрахани (2019 г.)

Время отбора проб	р. Волга (в пределах левобережной городской черты)	Варвациевский канал	Рукав Царев	Рукав Кутум
Содержание цинка, мг/дм ³				
Весна	8,00 ± 0,98	8,00 ± 0,77	12,00 ± 0,84	11,00 ± 0,98
Лето	12,00 ± 1,47	9,00 ± 0,98	11,20 ± 1,06	16,00 ± 1,12
Осень	10,00 ± 0,91	11,00 ± 0,91	10,00 ± 0,91	12,00 ± 0,84
Содержание меди, мг/дм ³				
Весна	10,01 ± 0,00	5,00 ± 0,35	11,00 ± 0,77	9,00 ± 0,63
Лето	17,00 ± 1,19	10,00 ± 0,70	11,00 ± 0,77	13,00 ± 0,91
Осень	8,00 ± 0,56	6,00 ± 0,42	7,00 ± 0,49	8,00 ± 0,56
Содержание свинца, мг/дм ³				
Весна	1,60 ± 0,11	0,60 ± 0,04	1,00 ± 0,07	1,10 ± 0,08
Лето	1,90 ± 0,13	2,00 ± 0,14	1,50 ± 0,11	2,00 ± 0,14
Осень	8,00 ± 0,56	2,00 ± 0,14	3,00 ± 0,21	2,30 ± 0,16
Содержание кадмия, мг/дм ³				
Весна	0,60 ± 0,04	0,40 ± 0,03	1,00 ± 0,07	0,90 ± 0,06
Лето	0,46 ± 0,03	1,00 ± 0,07	2,30 ± 0,16	1,30 ± 0,09
Осень	7,00 ± 0,49	1,20 ± 0,08	0,70 ± 0,05	1,70 ± 0,12
Содержание никеля, мг/дм ³				
Весна	4,00 ± 0,28	1,00 ± 0,07	2,70 ± 0,19	3,00 ± 0,21
Лето	2,20 ± 0,15	6,00 ± 0,56	6,00 ± 0,42	8,00 ± 0,56
Осень	10,00 ± 0,70	2,00 ± 0,14	2,70 ± 0,19	3,00 ± 0,21

Это говорит о том, что по их составу и количеству, воды близки к умеренно загрязнённым и загрязненным классам качества воды. Гидрохимические параметры, наряду с климатическими, географическими, и гидрологическими условиями аквальных систем, определяют природное состояние водных объектов. Поллютанты, вызывая изменения в физическом и химическом состоянии воды, приводят к нарушению экологического баланса системы. Поэтому первоочередной задачей при оценке устойчивости геосистем является оценка качества поверхностных вод и распределение гидрохимических параметров. Анализ интенсивной нагрузки на водоёмы позволяет выделить три основных фактора, влияющих на изменение гидрохимического состава и аккумуляцию элементов:

1. Сточные воды с расположенных по берегам предприятий, рынков и домов. Их поступление в водоёмы сопровождается загрязнением хозяйственно-бытовыми стоками, что активизирует адсорбцию и седиментацию тяжелых металлов.

2. Сток с поверхности автомобильных дорог. Величина транспортного потока на дорогах, расположенных вблизи водоёмов, является фактором, оказывающим влияние на концентрации загрязняющих веществ. Вследствие выпадения осадков или таяния снега образуются значительные объёмы поверхностных сточных вод. Обычно они без всякой очистки стекают с водонепроницаемого асфальтового полотна на прилегающую территорию, просачиваются в грунт и попадают в водоёмы с поверхностными водами. Эти стоки сильно загрязнены веществами, концентрации которых во много раз превышают допустимые показатели.

3. Рекреационное использование.

4. Гидрохимические и гидробиологические показатели качества воды, как правило, рассматриваются отдельно, что затрудняет однозначную оценку состояния городских водоёмов и, как следствие, выбор мероприятий по их оздоровлению. Для более полного и детального определения геоэкологического состояния водоёмов агломератов необходимо проводить оценку с применением не только данных методов, но и использовать картографический метод. Анализ проведённых исследований состояния водотоков в совокупности с изученной научной литературой по данной тематике указывает на то, что проведение комплексной геоэкологической оценки – задача актуальная и необходимая.

В связи с важным хозяйственно-бытовым и рекреационным значением водным экосистем для урбанизированных территорий встаёт проблема оздоровления водоёмов города, которая предопределяет тщательный анализ современного экологического состояния водоёмов на основе всестороннего изучения и разработку путей оптимизации их состояния.

Исходя из результатов оценки качества водной среды, наиболее целесообразным будет проведение ряда мероприятий по восстановлению сильно загрязнённых водоёмов: мероприятия на водосборе: агро-, луго- и лесомелиоративные, гидротехнические (водоёмы-регуляторы, очистные сооружения), почвоохранные, инженерные (дноуглубление, изоляция донных отложений, аэрация), химические и биологические (сбор и изъятие макрофитов, водорослей, рыб, разведение рыб).

Комплексное изучение и геоэкологическая оценка состояния аквальных систем с условием разработки научно-обоснованных природоохранных

мероприятий по сохранению экологического состояния уникальных водотоков необходимо в целях повышения инвестиционной привлекательности и развития геобренда территории. Качество водных ресурсов влияет на все виды деятельности человека – хозяйственную, культурную, социальную, что ещё раз подчёркивает необходимость использования различных методик оценки их геоэкологического состояния.

Список литературы

1. Емельянова, В. П. Способ обобщения показателей для оценки качества поверхностных вод / В. П. Емельянова, Г. Н. Данилова, И. Д. Родзиллер // *Гидрохимические материалы*. – 1980. – Т. 77. – С. 88–96.
2. Крыжановская, Г. В. Геоэкологические исследования водоемов агломератов в условиях повышенного многопланового использования / Г. В. Крыжановская, М. М. Июлин, И. С. Шарова, И. Н. Шведова, А. С. Борзова // *Геология, география и глобальная энергия*. – 2018. – № 3 (70). – С. 185–193.
3. Крыжановская, Г. В. Рекомендации по созданию водоохранных мероприятий на основе геоэкологического мониторинга природных вод / Г. В. Крыжановская, Е. А. Колчин, Т. С. Чигина, А. С. Борзова // *Геология, география и глобальная энергия*. – 2015. – № 4 (56). – С. 89–96.
4. Крыжановский, И. О. Региональные особенности геоэкологического состояния городских водотоков в условиях антропогенного использования / И. О. Крыжановский, Н. А. Борзова, Г. Н. Буранкаева, О. В. Завьялова, Д. Б. Кожеуров // *Современные проблемы географии* / сост.: В. В. Занозин, М. М. Июлин, А. Н. Бармин, А. З. Карабаева, М. В. Валов. – Астрахань : АГУ, 2018. – Вып. 3. – С. 128–139.
5. Кондрашин, Р. В. Проблемы водотоков агломератов в условиях современной антропогенной нагрузки / Р. В. Кондрашин, И. О. Крыжановский, В. С. Борзов // *Геология, география и глобальная энергия*. – 2018. – № 4 (71). – С. 286–293.
6. Кондрашин, Р. В. Теоретико-методологические подходы геоэкологического регионального анализа территорий / Р. В. Кондрашин, И. О. Крыжановский // *Геология, география и глобальная энергия*. – 2018. – № 4 (71). – С. 249–259.
7. Локтионова, Е. Г. Мониторинг загрязнения фенолами, нефтепродуктами и синтетическими поверхностно-активными веществами внутренних водоёмов г. Астрахани / Е. Г. Локтионова, Л. В. Яковлева, Г. В. Болонина // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2012. – № 6. – С. 112–116.
8. Локтионова, Е. Г. Экологические проблемы водопользования в условиях городской среды / Е. Г. Локтионова, Л. В. Яковлева, А. Н. Бармин, Г. В. Болонина, Е. А. Бармина. – Астрахань : АГУ, 2014.
9. Св-во о государственной регистрации базы данных № 2010620707. База данных «Современное экологическое состояние городских водоемов г. Астрахани» / Локтионова Е. Г., Бармин А. Н., Жижимова Г. В., Бармина Е. А., Хунас Л. – Дата поступления 04.10.2010 г.; зарегистрировано 26.11.2010 г.
10. Чернышова, А. С. Определение качества природных вод с применением тест-организмов / А. С. Чернышова, Г. В. Крыжановская, Е. Г. Локтионова, К. Х. Дархангалиева, Е. Ж. Шакиев // *Современные проблемы географии* / сост.: В. В. Занозин, М. М. Июлин, А. Н. Бармин, А. З. Карабаева, М. В. Валов. – Астрахань : АГУ, 2019. – С. 47–51.
11. Шарова, И. С. Геоэкологическая оценка состояния внутригородских водоемов агломератов Прикаспийского региона / И. С. Шарова, М. В. Дмитриева, Г. В. Болонина // *Геология, география и глобальная энергия*. – 2013. – № 1(48). – С. 145–151.

References

1. Yemelyanova, V. P., Danilova, G. N., Rodziller, I. D. Sposob obobshcheniya pokazateley dlya otsenki kachestva poverkhnostnykh vod [A method for generalizing indicators for assessing the quality of surface waters]. *Gidrokhimicheskie materialy* [Hydrochemical materials], 1980, vol. 77, pp. 88–96.
2. Kryzhanovskaya, G. V., Iolin, M. M., Sharova, I. S., Shvedova, I. N., Borzova, A. S. Geoekologicheskie issledovaniya vodoemov aglomeratov v usloviyakh povyshennogo mnogoplanovogo ispolzovaniya [Geoecological studies of water bodies of agglomerates under conditions of increased multifaceted use]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2018, no. 3 (70), pp. 185–193.
3. Kryzhanovskaya, G. V., Kolchin, Ye. A., Chigina, T. S., Borzova, A. S. Rekomendatsii po sozdaniyu vodookhrannykh meropriyatiy na osnove geoekologicheskogo monitoringa prirodnnykh vod [Recommendations for creating water conservation measures based on geoecological monitoring of natural waters]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2015, no. 4 (56), pp. 89–96.
4. Kryzhanovskiy, I. O., Borzova, N. A., Burankaeva, G. N., Zavyalova, O. V., Kozheurov, D. B. Regionalnye osobennosti geoekologicheskogo sostoyaniya gorodskikh vodotokov v usloviyakh antropogennogo ispolzovaniya [Regional features of the geoecological state of urban watercourses under conditions of anthropogenic use]. *Sovremennye problemy geografii* [Modern problems of geography]. Astrakhan, Astrakhan State University Publ., 2018, iss. 3, pp. 128–139.
5. Kondrashin, R. V., Kryzhanovskiy, I. O., Borzov, V. S. Problemy vodotokov aglomeratov v usloviyakh sovremennoy antropogennoy nagruzki [Problems of agglomerate watercourses under conditions of modern anthropogenic load]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2018, no. 4 (71), pp. 286–293.
6. Kondrashin, R. V., Kryzhanovskiy, I. O. Teoretiko-metodologicheskie podkhody geoekologicheskogo regionalnogo analiza territorii [Theoretical and methodological approaches of geoecological regional analysis of territories]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2018, no. 4 (71), pp. 249–259.
7. Loktionova, Ye. G., Yakovleva, L. V., Bolonina, G. V. Monitoring zagryazneniya fenolami, nefteproduktami i sinteticheskimi poverkhnostno-aktivnymi veshchestvami vnutrennykh vodoemov g. Astrakhani [Monitoring of phenol contamination, petroleum products and synthetic surface-active substances of inland water bodies in Astrakhan]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Orenburg State University], 2012, no. 6, pp. 112–116.
8. Loktionova, Ye. G., Yakovleva, L. V., Barmin, A. N., Bolonina, G. V., Barmina, Ye. A. *Ekologicheskie problemy vodopolzovaniya v usloviyakh gorodskoy sredy* [Environmental problems of water use in urban environments]. Astrakhan, Astrakhan State University Publ., 2014.
9. Loktionova, Ye. G., Barmin, A. N., Zhizhimova, G. V., Barmina, Ye. A., Khunas, L. *Certificate of state registration of database No. 2010620707. Database "Current ecological status of urban reservoirs of the city of Astrakhan". Date of receipt 04.10.2010; registered 26.11.2010.*
10. Chernyshova, A. S., Kryzhanovskaya, G. V., Loktionova, Ye. G., Darkhangelieva, K. Kh., Shakiev, Ye. Zh. Opredelenie kachestva prirodnnykh vod s primeneniem test-organizmov [Determination of the quality of natural waters using test organisms]. *Sovremennye problemy geografii* [Modern problems of geography]. Astrakhan, Astrakhan State University Publ., 2019, pp. 47–51.
11. Sharova, I. S., Dmitrieva, M. V., Bolonina, G. V. Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya vnutrigorodskikh vodoemov aglomeratov Prikaspiyskogo regiona [Geoecological assessment of the status of intracity reservoirs of agglomerates of the Caspian region]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, Geography, and Global Energy], 2013, no. 1(48), pp. 145–151.