

ГЕОЭКОЛОГИЯ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ВЛИЯНИЯ УРБОСРЕДЫ НА КАЧЕСТВО РЕЧНЫХ ВОД

Крыжановская Галина Викторовна, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, GalaJim@mail.ru

Шарова Ирина Сергеевна, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, is_sharova@ya.ru

Безуглова Марина Сергеевна, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, marinadenis@yandex.ru

Кондрашин Руслан Вениаминович, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, georus@mail.ru

Сокольская Евгения Аркадиевна, к.б.н., доцент кафедры биотехнологии, зоологии и аквакультуры, Астраханский государственный университет, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, sokolskya@mail.ru

Городская среда представляет собой природно-техногенную систему, основу которой составляет ландшафт, включающий природные и антропогенные компоненты, переживший глубинные изменения под воздействием активного антропогенеза. Одним из природных компонентов урбандолиндов, подверженных антропогенному воздействию являются внутренние водоемы. При современных темпах роста урбосреды основное воздействие на аквальные комплексы оказывают строительство (гидротехническое и гидромелиоративное, промышленное, транспортное, жилищно-гражданское), посредством массовой застройки территории водосбора, и жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), обеспечивающее функционирование города и комфортное проживание населения. Одним из таких водотоков является протока Царев.

Ключевые слова: природно-техногенная система, антропогенез, урбандолиндов, геоэкологическая оценка, аквальные комплексы, урбосреда, городской ландшафт

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CURRENT IMPACT OF THE URBAN ENVIRONMENT ON THE QUALITY OF RIVER WATERS

Kryzhanovskaya Galina V., PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Square, Astrakhan, 414000, Russian Federation, GalaJim@mail.ru

Sharova Irina S., PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Square, Astrakhan, 414000, Russian Federation, is_sharova@ya.ru

Bezuglova Marina S., PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Square, Astrakhan, 414000, Russian Federation, marinadenis@yandex.ru

Kondrashin Ruslan V., PhD, Associate Professor of the Department of Geography, Cartography and Geoinformatics, Astrakhan State University, 1 Shaumyan Square, Astrakhan, 414000, Russian Federation, georus@mail.ru

Sokolskaya Evgeniya A., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Zoology and Aquaculture. Astrakhan State University, 1 Shaumyan Square, Astrakhan, 414000, Russian Federation, sokolskya@mail.ru

The urban environment is a natural and man-made system, which is based on a landscape that includes natural and anthropogenic components, which has experienced profound changes under the influence of active anthropogenesis. One of the natural components of urban landscapes that are subject to anthropogenic impact is inland water bodies. At the present rate of growth arboreta have a major effect on aquatic complexes have construction (hydraulic engineering and irrigation, industry, transport, housing, civil), by mass development of catchment area, housing and communal services (HCS) for the operation of the city and comfortable living of the population. One of these watercourses is the Tsarev Channel.

Keywords: natural and technogenic system, anthropogenesis, urban landscape, geoecological assessment, aquatic complexes, urban environment, urban landscape

Урбанизированная зона, обладает непростой многоуровневой терри и социально-экономической системой, формируя среду для нормального существования человека. В результате соответствия геоэкологической обстановки муниципальной среды задачам предоставления стабильного социально-экономического, территориального развития мегаполиса, сохранения самочувствия народонаселения, формирования подходящих и комфортных обстоятельств для жизнедеятельности человека, сохранения и преумножения естественного и рекреационного потенциала местности считается важной проблемой.

В настоящее время городской водоем является неотъемлемым и важнейшим элементом развитой социокультурной инфраструктуры города. Наличие водных объектов в черте города (парках, скверах, городских лесах и даже в отдельных дворах) значительно повышает рекреационные возможности городской среды, характеризующейся постоянной перегрузкой урбанизированными и индустриальными признаками.

Для успешного решения проблем рациональной эксплуатации биологических ресурсов водоемов всех типов и обеспечения человека чистой (биологически полноценной) водой необходим контроль качества природных вод.

В последние годы, одну из опаснейших форм изменения качества поверхностных вод урбанизированных территорий определяет возрастающее антропогенное эвтрофирование водоемов.

Цель нашей работы – анализ и оценка геоэкологических и биогеохимических условий протока Царев для разработки конкретных последовательных мероприятий по экологической реабилитации экосистемы.

По территории г. Астрахань пролегает с запада на восток целая сеть водотоков, одним из которых является протока Царев, испытывающий мощный антропогенный пресс в результате многопланового интенсивного использования.

Естественный постоянный судоходный водоток, питаемый рекой Волгой. Царев берет начало от коренного русла р. Волги в пределах г. Астрахань и впадает в крупный проток Черная системы рукава Болда. Общая протяженность рукава 36 км, ширина 30–100 м, местами до 150 м, глубина 0,5–3 м и менее, на ямах 6 м. Расход в истоке составляет 14,2 м³/с, в устье – 3,2 м³/с. Для водотока характерна сложная гидрография из-за дробления русла, имеется три переката. В среднем течении, где сосредоточены выпуски с оросительных систем, водоток практически непрочен. Прибрежная полоса, поросшая лугово-кустарниковой растительностью, в местах сбросов проявляются тростниково-рогозные заросли. В пределах населенных пунктов берега без растительности и замусорены. Природный ландшафт прилегающих земель полностью заменен техногенным. По причине возросшей антропогенной перегрузки

и в силу природных факторов водоему угрожает тенденция заболачивания. В природных условиях на преобразование водоема в топкое место потребуются десятилетия, однако под влиянием высокого антропогенного пресса данный процесс происходит весьма стремительно. За минувшие несколько десятков лет вследствие заболачивания и зарастания береговой растительностью, рукав Царев лишился приблизительно 7 % участка гидрофитного зеркала. Данный небольшой водоток имеет максимальную антропогенную нагрузку. Помимо г. Астрахани, на его берегах расположены еще 5 населенных мест, загородные массивы на протяжении 20 километров. В обычном ходе водотока сосредоточены 43 сбросных, водозаборных, а также совмещенных насосных станций мелиоративных организаций. Для рукава свойственны все без исключения учитываемые разновидности водопользования. Согласно комбинированию естественных условий и антропогенной перегрузки его природохозяйственное состояние расценивается как весьма непростое.

Основные антропогенные нагрузки на водную экосистему протока Царев в городской среде (при исследовании антропогенных факторов, воздействующих на проток, учитывались факторы прямого (непосредственного и опосредованного воздействия):

- выпуски хозяйственно-бытовых сточных вод;
- территории населенных пунктов;
- свалки бытовых отходов;
- транспортные средства;
- автодороги;
- трубопроводы и другие гидротехнические сооружения;
- огороды;
- частные животноводческие предприятия;
- поверхностный сток, включающий в себя дождевые, снеговые и поливочные сточные воды;
- площадное воздействие на водоем в виде рекреационной нагрузки (на берегу имеется необорудованные пляжи и расположены базы отдыха).

Исследования проводились на девяти створах.

Пункты отбора проб выбирались в черте населенных пунктов, расположенных на акватории исследуемого объекта. При контроле качества воды, по водоему установили 9 точек отбора проб, равномерно распределенных по акватории с учетом строения береговой линии:

1. На месте ответвления протоки от главной реки Волги (микрорайон Полуостров Пролетарский, остров Центральный).
2. Место слияние протоки с каналом им. Варвация (шлюз-регулятор на протоке Царев).
3. Автомобильный мост по улице Адмирала Нахимова.
4. Автомобильный мост по улице Аэропортовское шоссе.
5. С. Семиковка по улице Жукова.
6. С. Осыпной бугор по улице Тукая.
7. Пос. Кирпичного завода № 1 по улице Набережная.
8. Пос. Фунтово-1 по улице Набережная.

Исследования проводились с 2018 по 2020 гг. Для оценки реального состояния протока Царев и мониторинга его дальнейших изменений были применены два принципиально разных подхода: гидробиологический и гидрохимический с использованием общепринятых методик.

Гидрохимические и гидробиологические показатели качества воды, как правило, рассматриваются отдельно, что затрудняет однозначную оценку состояния городских водоемов, и как следствие выбор мероприятий по их оздоровлению.

В связи с этим нами была проведена динамика оценки качества состояния поверхностных вод протока Царев совокупными методами анализа.

Данные биотестирования и химического анализа хорошо коррелируют друг с другом и позволяют получить комплексную оценку того, какое влияние оказывают разные факторы на состояние водной среды.

Отбор проб воды осуществлялся в соответствии с нормативными документами: ГОСТ 24902-81, ГОСТ 17.1.3.07-82, ГОСТ 17.1.5.05-85, ГОСТ Р 51592-2000, регламентирующими порядок проведения отбора проб, обеспечивающими правильность отбора проб и сохранность определяемых ингредиентов.

Из числа гидрофизических классификационных свойств особенную информативность имеет прозрачность воды. При проведении работ согласно исследованию свойств аквального комплекса фиксировалось, что вода в протоке обладает темновато-каштановым тоном, при этом ее прозрачность менялась в широких границах – с 40 до 120 см. После таяния снегопада и распада льда отмечалась сравнительно невысокая прозрачность, что обуславливается присутствием в толще водных масс, взвешенных дисперсных элементов. После их оседания, в мае–июне прозрачность воды находилась в обычной степени. В середине лета – начале осени отмечалось значительное множество фитопланктона, что ощутимо уменьшало прозрачность воды. После завершения массовой вегетации фитопланктона прозрачность со временем возрастала.

По степени минерализации водоем относится к категории пресных вод.

Проблема загрязнения поверхностных вод тяжелыми металлами приобретает все большую актуальность вследствие их токсичности, способности длительное время задерживаться в экосистемах и накапливаться в телах гидробионтов. Наряду с загрязнением тяжелыми металлами происходит закисление территории водосборов. Это приводит к повышению мобильности тяжелых металлов в экосистеме и увеличению токсичности и биоаккумуляции. В связи с этим особую актуальность приобретают вопросы, связанные с изучением закономерности распределения тяжелых металлов в поверхностных водотоках.

Валовое содержание химических элементов в пробах определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием рентгенофлуоресцентного кристалл-дифракционного спектрометра серии «СПЕКТРОСКАН МАКС».

Гидрохимический режим водоема отличается нестабильностью, в течение наших исследований ряд показателей значительно изменялся.

Кадмий. Содержание кадмия колебалось в достаточно широких пределах концентраций – от 0,2 мг/дм³ до 6,8 мг/дм³. Наиболее высокие концентрации элемента во всех точках отмечались в летние месяцы проведения исследований, что может быть обусловлено использованием водоема в рекреационных целях и несанкционированным сбросом сточных вод сезонного характера. Наименьшие значения наблюдались в весенний период, что дает основание предположить, то загрязнение кадмием происходит от региональных источников и не связано с усиленным сбросом вод в период половодья. Загрязнение кадмием происходит в основном в пунктах 1–4, которые отличаются меньшей глубиной по сравнению с основным руслом.

Кобальт. Содержание кобальта, в отличие от других металлов мало варьировалось по точкам отбора. Исключение составляет в 2019 г осенью пункт 1, что можно объяснить транзитным загрязнением.

Медь. Содержание меди не превышало 5,00 мг/дм³ в воде протока. Наиболее высокий уровень загрязнения отмечается весной и летом 2018 г. наибольшее загрязнение во все исследуемые сезоны (кроме осени 2019 г.) отмечалось в точке отбора проб 7–9. По этому факту необходимо провести дополнительное исследование почв данной территории.

Никель. Содержание никеля изменялось в достаточно широких пределах как по точкам отбора (наибольшие концентрации фиксировались в точках 4,7 – стоянки маломерных судов), точка 1 (транзитный сток). Так и в различные годы концентрации мало варьировались. Содержание металла максимально составляло около 8 мг/дм^3 летом 2020 г., минимально – $1,2 \text{ мг/дм}^3$. Наименьший уровень загрязнения отмечался весной, наибольший – летом.

Ртуть. Содержание данного токсичного металла сильно возросло осенью 2018 г. по сравнению с предыдущими наблюдениями. Особенно высокий уровень наблюдается в точке 1–2.

Свинец. Содержание свинца не сильно изменяется в различные сезоны для каждой точки исследования. Стабильно высокий уровень загрязнения отмечается в точках 3–4 (до $4,00 \text{ мг/дм}^3$) – почти в 3 раза по сравнению с другими точками отбора. Большой скачок концентрации свинца наблюдается в точке 2 осенью 2018 г и составил $4,6 \text{ мг/дм}^3$. Весной 2020 г. содержание свинца уменьшилось и составило $1,6 \text{ мг/дм}^3$.

Цинк. Цинк не является столь токсичным элементом как рассмотренные выше металлы и его содержание не сильно варьируется в различных точках и по различным сезонам года. Наиболее высокий уровень загрязнения около 6 мг/дм^3 фиксируется в точках 1 (летом 2018 г.) и 2 (осенью 2018 г.). Так как этот водоем обладают наибольшей проточностью является рукавом (точка отбора находится на расстоянии 100 м от основного русла р. Волга, то можно говорить о транзитном загрязнении этим металлом.

На протяжении указанных лет качество воды соответствовало умеренно загрязненной категории.

Исследование степени информативности различных тест-организмов для оценки степени загрязненности природных вод методом биотестирования проводилось на трех объектах: *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, *Poecilia reticulata*, *Daphnia magna* Straus.

Биотестирование природных вод по показателям всех трех тест – организмов свидетельствует о том, что большинство проб воды превысили критерий токсичности. Особенно остро это отмечалось весенне – осенний период 2018 года, что в свою очередь связано со скачком превышения ПДК по многим химическим элементам. Наибольшим токсическим действием обладали пробы воды из створов 1–2.

Водотоки урбанизированных территорий представляют собой значительную постоянную в создании рельефа мегаполиса. Они сокращают загрязненность атмосферы пылью и индустриальными газами, оказывают большое влияние на ветровой режим мегаполиса, увеличивают влагосодержание и усиливают отвесную циркуляцию атмосферы. Являются источниками питьевого и хозяйственного водоснабжения. Помимо этого, данные сложные комплексы нередко считаются зонами общественной рекреации. Непрерывные наблюдения этих объектов необходимы для обоснования планов и принятия постановлений по возобновлению водотоков, перестройки русловых составляющих городских речек и исследования проектов по природоохранному оздоровлению водоемов, порекомендовать направления технических постановлений по ликвидации техногенных влияний на водоемы при осуществлении хозяйственной деятельности.

Изучение динамики состояния экосистемы водоема урбанизированной территории показало, что водоток Царев имеет превышение концентраций некоторых нормативных показателей качества воды.

Одной из последующих проблем исследуемого водотока является его обмеление, ставшее сильно заметным в последнее десятилетие. Обмеление рукава является результатом совокупного действия естественных и антропогенных факторов. Среди антропогенных причин можно выделить вырубку лесонасаждений вдоль берегов русла, забор все большего количества воды на орошение,

хозяйственные и промышленные нужды, сплошная распашка водосборов и водоохраных зон.

Возрастающая антропогенная нагрузка на проток Царев и прилегающих к нему территорий сделала сегодня чрезвычайно актуальной проблему защиты, регулирования качества поверхностных пресных вод и управления им. Исследования, проводимые по выяснению состояния протока Царев и динамике качества его поверхностных вод, указывают на то, что проведение комплексной геоэкологической оценки является актуальной и необходимой задачей.

На основании проведенных исследований необходимо разработать рекомендации и технические решения по ликвидации техногенных воздействий на водоемы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

Для минимизации негативного воздействия на поверхностные воды исследуемого водоема необходимо проводить работы по экологической реабилитации поверхностных вод, посредством создания и реализации различных государственных программ, таких как «Воспроизводство и использование природных ресурсов, охрана окружающей среды в крупных водотоках Астраханской области»; «Экология и чистая вода в Астраханской области». Ежегодно необходимо проводить мероприятия по сохранению и рациональному использованию водных ресурсов, а именно:

- проводить работы по уборке водоохраных зон;
- проводить рейды по водоохраным зонам рек;
- проводить проверки деятельности хозяйствующих субъектов и т. д.

Интенсивное использование поверхностных вод привело к деградации водной экосистемы, что в свою очередь заключается в неблагоприятном качестве поверхностных вод по результатам исследований, проводимых на водотоке. Оценка исследуемого водотока по суммарному показателю загрязнения и показателю санитарно-токсикологической опасности показала, что, водоток имеет средний уровень техногенного загрязнения и одновременно умеренную степень санитарно-токсикологической опасности.

Гидрографическая сеть города является взаимосвязанной, что характеризует большое распространение поллютантов по всем водоемам. При оценке качества вод гидрохимическими методами необходимо учитывать протяженность водотока, наличие загрязняющих объектов пол берегам, зарегулированность многих водотоков сетью дамб и использование их в рекреационных целях.

Анализ свойства вод на территории мегаполиса согласно литературным источникам проводился с 2004 г. За данный период был накоплен большой подлинный материал касательно состава поверхностных вод, их загрязнении всевозможными поллютантами и проведено статистическое исследование, позволившее обнаружить направленность варьирования загрязнения водоемов.

Приобретенные в процессе выполнения обследования результаты были внесены в электронные базы данных. Базы данных с итогами замеров определенных характеристик дают возможность осуществить подробный анализ влияния, на естественную среду на уровне единичных производственных объектов, дать оценку фактическому загрязнению, сделать акцент на источниках и путях распространения. Пространственная связь данных и, соответственно, насущность их пространственного разбора, предопределяют необходимость использования технологических программ географических концепций (геоинформационные системы). Итоги геоинформационного картографирования позволяют четко обнаружить области природоохранной напряженности и устанавливать первостепенные мероприятия согласно оптимальному природопользованию и обеспечению природоохранной защищенности гидрофитных экосистем.

Список литературы

1. Безуглова, М. С. Физико-географические и геоэкологические особенности гидрографической сети Нижнего Поволжья и развитие водных видов туризма 136

/ М. С. Безуглова, И. С. Шарова, Г. В. Крыжановская // Геология, география и глобальная энергия. Издательский дом «Астраханский университет». – Астрахань, 2016. – № 4 (63). – С. 95–106.

2. Болонина, Г. В. Геоэкологическая оценка состояния внутригородских водоемов агломератов прикаспийского региона / Г. В. Болонина, И. С. Шарова, М. В. Дмитриева // Геология, география и глобальная энергия. – 2013. – № 1. – С. 145–152.

3. Болонина, Г. В. Геоэкологическая оценка состояния водоемов агломератов в условиях городской среды / Г. В. Болонина, А. Н. Мармилов, Т. С. Чигина, Е. Н. Свечникова // Геология, география и глобальная энергия. – 2015. – № 1 (56). – С. 171–179.

4. Жижимова, Г. В. Влияние урбанизированных территорий на внутригородские аквальные комплексы (на примере г. Астрахань) / Г. В. Жижимова, Е. Г. Локтионова, А. Н. Бармин // монография. – Астрахань: М-во образования и науки РФ, Астраханский гос. ун-т., 2010.

5. Крыжановская, Г. В. Рекомендации по созданию водоохраных 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 (59). – С. 89–96.

6. Крыжановская, Г. В. Влияние техногенеза на качество поверхностных вод водотоков агломератов / Г. В. Крыжановская, М. С. Безуглова, И. С. Шарова // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология, 2020. – № 1. – С. 32–36.

References

1. Bezuglova, M. S., Sharova, I. S., Kryzhanovskaya, G. V. *Physical, geographical and geocological features of the hydrographic network of the Lower Volga region and the development of aquatic types of tourism. Geology, geography and global energy*. Publishing house "Astrakhan University", Astrakhan, 2016, № 4 (63), pp. 95–106.

2. Bolonina, G. V., Sharova, I. S., Dmitrieva, M. V. *Geoecological assessment of the state of intracity reservoirs of agglomerates of the Caspian region. Geology, geography and global energy*, 2013, № 1, pp. 145–152.

3. Bolonina, G. V., Marmilov, A. N., Chigina, T. S., Svechnikova, E. N. *Geoecological assessment of the state of water bodies of agglomerates in urban conditions. Geology, geography and global energy*, 2015, no. 1 (56), pp. 171–179.

4. Zhizhimova, G. V., Loktionova, E. G., Barmin monograph, A. N. *The influence of urbanized territories on intracity aquatic complexes (on the example of Astrakhan)*. Astrakhan, Moscow Department of Education and Science of the Russian Federation, Astrakhan State Unt., 2010.

5. Kryzhanovskaya, G. V., Kolchin, E. A., Chigina, T. S., Borzova, A. S. *Recommendations on the creation of water protection measures based on geocological monitoring of natural waters. Geology, geography and global energy*, 2015, no. 4 (59), pp. 89–96.

6. Kryzhanovskaya, G. V., Bezuglova, M. S., Sharova, I. S. *Influence of technogenesis on the quality of surface waters of agglomerates. Geoecology. Engineering geology, hydrogeology, geocryology*, 2020, no. 1, pp. 32–36.

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСКУРСИОННОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ

Кузичкина Анастасия Максимовна, магистр кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, nastasea_98@mail.ru

Ююков Сергей Сергеевич, студент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, yuyukov1997@gmail.com

Безуглова Марина Сергеевна, к.г.н., доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики, Астраханский государственный университет, 414056, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, marinadenis@yandex.ru