

Естественные науки. 2024. № 3 (16). С. 30–39.

Yestestvennyye nauki = Natural Sciences. 2024; no. 3 (16): 30–39 (In Russ.)

Научная статья

УДК 504.064.2; 504.4.054; 504.062.4

doi 10.54398/2500-2805.2024.16.3.003

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И РЕАБИЛИТАЦИИ ВОДОЁМОВ ГОРОДСКОГО ЛАНДШАФТА НА ПРИМЕРЕ АКВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ГОРОДА АСТРАХАНИ

*Крыжановская Галина Викторовна[✉], Оленин Алексей Сергеевич,
Шереметов Расул Хусаинович*

Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева,
г. Астрахань, Россия

GalaJim@mail.ru[✉]

Аннотация. Определение научной и инструментальной базы геоэкологической оценки, а также реабилитации внутренних водотоков селитебной территории является одним из наиболее актуальных направлений деятельности в геоэкологии. Научные подходы в области методологии исследования водных объектов лежат в основе геоэкологических исследований, направленных на экологическую реабилитацию аквальных комплексов, на основании которых и проводится разработка методов по выбору приоритетных действий, направленных на экологическую реабилитацию водотоков урбосреды. В данной статье формулируются подходы с точки зрения экологической безопасности водных объектов в условиях интенсивного антропогенного воздействия на примере внутригородских аквальных комплексов г. Астрахани. Проанализированы климатические и геологические условия объекта исследования. Установлены основные факторы и причины деградации экологического состояния водотоков.

Ключевые слова: качество поверхностных вод, геоэкологическая оценка, аквальные комплексы, урбанизированная территория, геохимический анализ, лабораторные исследования, экологический мониторинг, экологическая реабилитация, антропогенная нагрузка, методы анализа городские водоёмы

Для цитирования: Крыжановская Г. В., Оленин А. С., Шереметов Р. Х. Изучение вопроса геоэкологической оценки и реабилитации водоёмов городского ландшафта на примере аквальных комплексов города Астрахани // *Естественные науки*. 2024. № 3 (16). С. 30–39. <https://doi.org/10.54398/2500-2805.2024.16.3.003>.

THE STUDY OF THE ISSUE OF GEOECOLOGICAL ASSESSMENT AND REHABILITATION OF RESERVOIRS OF THE URBAN LANDSCAPE ON THE EXAMPLE OF THE AQUATIC COMPLEXES OF THE CITY OF ASTRAKHAN

Kryzhanovskaya Galina V.✉, *Olenin Alexey S.*, *Sheremetov Rasul Kh.*
Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan, Russia
GalaJim@mail.ru✉

Abstract. The definition of the scientific and instrumental basis for geoeological assessment, as well as the rehabilitation of internal watercourses of residential territory is one of the most relevant areas of activity in geoeology. Scientific approaches in the field of methodology for the study of water bodies are the basis of geoeological studies aimed at the ecological rehabilitation of aquatic complexes, on the basis of which methods are being developed to select priority actions aimed at the ecological rehabilitation of urban watercourses. This article formulates approaches from the point of view of environmental safety of water bodies in conditions of intense anthropogenic impact on the example of intracity aquatic complexes of the city of Astrakhan. The climatic and geological conditions of the research object are analyzed. The causes of degradation of the ecological state of watercourses have been established, the main factors and sources of anthropogenic impact have been identified, taking into account the role of polluted surface runoff from catchment areas.

Keywords: surface water quality, geoeological assessment, aquatic complexes, urbanized territory, geochemical analysis, laboratory studies, environmental monitoring, environmental rehabilitation, anthropogenic load, methods of analysis of urban reservoirs

For citation: Kryzhanovskaya G. V., Olenin A. S., Sheremetov R. Kh. Study of the issue of geoeological assessment and rehabilitation of the urban landscape on the example of the aquatic complexes in the city of Astrakhan. *Yestestvennye nauki = Natural Sciences*. 2024; 3 (16): 30–39. <https://doi.org/10.54398/2500-2805.2024.16.3.003> (In Russ.).

Урбосреда представляет собой систему, в которой природные и техногенные элементы сосуществуют, главной основой которой является ландшафт. Внутренние водоёмы как природный компонент городских ландшафтов подвергаются значительному негативному воздействию процессов урбанизации.

Загрязнение окружающей среды — это ключевая экологическая проблема для стремительно растущих и развивающихся урбанизированных зон. Водные ресурсы в таких районах почти всегда становятся жертвой влияний, так как выступают в роли конечных приёмников загрязняющих веществ из всех природных сред (атмосфера, гидросфера, педосфера).

Водные объекты г. Астрахани являются частью единой геоэкологической системы и имеют не меньшую значимость, чем зелёные насаждения, для обеспечения экологической безопасности. Они выполняют множество функций, включая сохранение экосистем, рекреацию и создание комфортной городской среды.

На экологическую безопасность внутренних водных комплексов оказывает влияние множество факторов, которые позволяют контролировать

качество водоёмов и прибрежных зон в различных целях, таких как водоснабжение и рекреация. К основным факторам, влияющим на состояние водоёмов, относятся:

- 1) качественные и количественные характеристики загрязняющих веществ в урбанизированных районах, которые влияют на состояние воды;
- 2) изменение состава поверхностных вод под воздействием техногенных факторов;
- 3) превышение антропогенной нагрузки над возможностями самоочищения водоёмов;
- 4) существенное загрязнение поверхностных вод, вызванное увеличивающейся нагрузкой и образованием зон вторичного загрязнения;
- 5) ухудшение состояния водосбора вследствие антропогенной деятельности.

Водные объекты на территории г. Астрахани не представляют собой изолированную систему, а являются частью геоэкосистемы. Поэтому любые преобразования, вызванные влиянием природных и техногенных факторов, процессы самоочищения и самовосстановления необходимо исследовать и контролировать в рамках тесного взаимодействия различных природных сред. Таким образом, данные водоёмы и все изменения, происходящие в них, следует рассматривать исключительно в контексте их взаимодействия с другими компонентами природной среды и антропогенными факторами.

Малые реки являются одной из самых уязвимых частей гидрографической сети. Нехватка реабилитационных работ в их долинах и руслах может привести к полному уничтожению этих уникальных природных объектов.

Текущая система нормирования воздействий на окружающую среду устанавливает ненадлежащие высокие требования к качеству сточных вод, не поощряя при этом защитные мероприятия. Это подчёркивает необходимость разработки и реализации экологической реабилитации акваторий внутренних водоёмов. Реабилитация природных комплексов включает восстановление экобалансов и обеспечение условий для их устойчивого функционирования в различных областях, таких как водоснабжение, рыбоводство, рекреация и водоотведение.

Основная цель реабилитации поверхностных водотоков и водоёмов состоит в восстановлении функциональных возможностей геоэкосистем водных объектов до заданных параметров, что включает их способность к устойчивому самопроизводству и адаптации к изменениям внешней среды. Конкретные задачи реабилитации будут определяться условиями каждого отдельного объекта [6; 7].

Объектом наших исследований является внутренний водоток г. Астрахани – рук. Царев, геоэкологическое состояние его поверхностных вод и прибрежной территории.

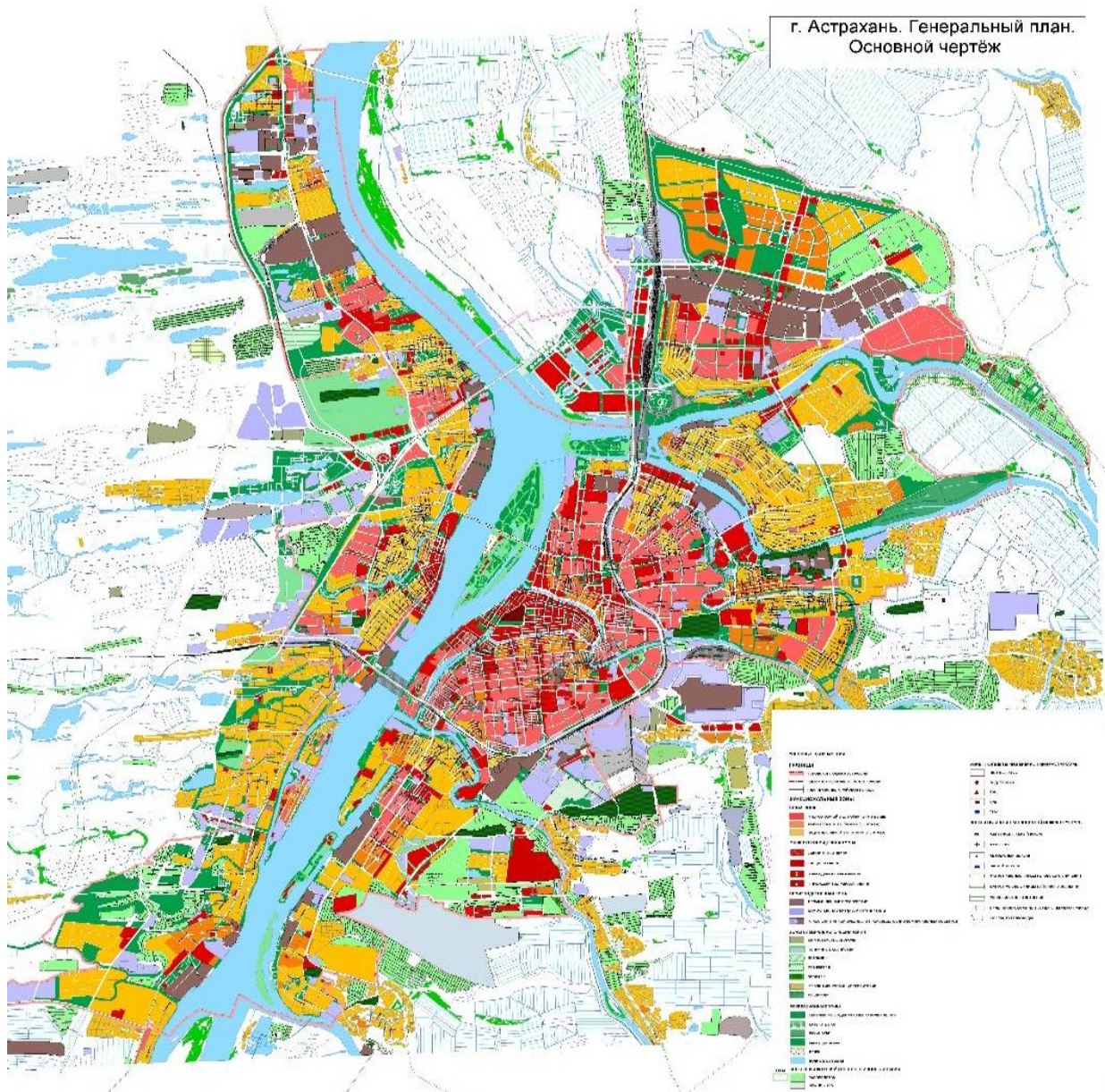


Рисунок — Картосхема расположения внутренних водоемов г. Астрахани

Водоток рук. Царев играет важную роль для региона, обеспечивая водой местное население, сельское хозяйство, промышленность. Однако из-за антропогенного воздействия и недостаточного контроля над загрязнениями, качество воды в реке страдает. Это может привести к серьёзным последствиям для экосистемы и здоровья людей.

Водоток Царев начинается от основного русла р. Волги в г. Астрахани и впадает в широкий проток Чёрная, который является частью системы рук. Болда. Длина рукава составляет 36 км, ширина колеблется от 30 до 100 м, местами достигая 150 м, глубина варьирует от 0,5 до 3 м с ямами глубиной до 6 м. Расход воды в истоке составляет 14,2 м³/с, а в устье — 3,2 м³/с. Уровень воды в рукаве зависит от режима работы Волгоградской ГЭС и Астраханского вододелителя.

Говоря о климатических условиях, в которых расположен водоём на территории г. Астрахани, можно выделить следующие характеристики: (табл.).

Таблица — Перечень климатических показателей за 2023 г.

Климатический показатель	Количество
Среднегодовая температура воздуха, °С	+7,2
Количество осадков, мм	231
Снежный покров, дни	23
Влажность воздуха, %	70
Скорость ветра, м/с	2,8
Облачность, баллы	6

Состояние природной территории в настоящее время, отмечается высоким уровнем антропогенного воздействия. Изменение экологического баланса в значительной степени связано с нарушением природных ландшафтов, резким увеличением прибрежной растительности и наличием строительных и бытовых отходов на берегах и в руслах рек. Также наблюдаются обширные участки с древесной растительностью, страдающей от гнилостных и деформационных заболеваний, некрозов и изменения окраски. Основные факторы, способствующие техногенной трансформации исследуемой территории, включают жилые зоны с чрезмерной рекреационной нагрузкой, небольшие промышленные комплексы, а также транспортную и коммунальную инфраструктуру [3].

По результатам исследования выяснено, что чуть более половины изучаемой территории соответствует допустимому уровню загрязнения и экологической нагрузки.

В основу биологического исследования был положен метод биотестирования с применением тест-организмов разных трофических уровней, что позволило более детально отследить динамику загрязнений в сравнении с предыдущими исследованиями. Отбор проб воды проводился в соответствии с установленными методиками и стандартами.

В настоящее время в водоёме присутствуют загрязнения антропогенного и естественного происхождения. Попадание антропогенных веществ в водоток происходит за счёт распространения загрязнений на урбанизированной территории, при этом количество веществ, поступающих из селитебных зон, значительно превышает объём загрязнений, поступающих из природных ландшафтов той же площади [1].

На основе результатов биотестирования был проведён химический анализ качества поверхностных вод. В процессе анализа было измерено содержание Mn, Pb, Cr, Ba, Fe, Cu, Zn, Kd, Ni в исследуемой воде согласно установленной методике.

Результаты химического анализа показывают, что некоторые створы содержат загрязнители в концентрациях, превышающих допустимые уровни. Исследования в лаборатории показали, что содержание магния в воде

в некоторых точках превышает предельно допустимые значения почти в три раза и остаётся стабильно на высоком уровне. Концентрация марганца в воде колеблется в зависимости от времени года, достигая максимальных значений летом из-за стагнации воды, и снижаясь весной и осенью.

В водоёме наблюдаются сезонные колебания уровня железа с максимальными концентрациями летом, вызванными стагнацией воды, и более низкими показателями весной и осенью из-за перемешивания водных масс. Превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) по содержанию железа было зарегистрировано в четырёх точках, расположенных рядом с частным сектором. Уровень свинца в речных водах исследуемого объекта остаётся стабильно низким с единичными случаями превышения ПДК. Концентрация свинца варьирует от сотых долей до 0,15 мг/дм³, даже вблизи мостов. Общая величина превышения ПДК свинца составила 1,5 ед. Таким образом, уровень железа в водоёме определяется временем года и стагнацией воды, тогда как содержание свинца остаётся на низком уровне.

Лабораторные исследования показали изменение химических характеристик воды из-за естественных и антропогенных факторов. Были определены основные загрязнители среди всех изученных веществ в природной воде.

В процессе исследований внутреннего водотока г. Астрахани было сделано заключение, что требуется разработка комплекса мероприятий для повышения экологического состояния водного объекта и окружающих территорий с использованием современных природоохранных технологий.

Основные направления этих технологий должны включать:

- активацию и управление процессами самовосстановления и самоочищения;
- использование методов, способствующих повышению качества природных вод и биоразнообразия;
- очистку водоёма и прибрежных территорий от механических загрязнений;
- создание инженерных защитных сооружений;
- организацию водоохраных зон;
- снижение объёма сточных вод и повышение эффективности их очистки;
- оптимизацию ливневых систем на автомобильных дорогах;
- поддержание чистоты в рекреационных зонах.

При учёте экологических факторов при разработке реабилитационных и водохозяйственных мероприятий следует:

- принимать решения о водном объекте с учётом его предполагаемого будущего использования. Это позволяет корректировать мероприятия в соответствии с долгосрочными целями устойчивого развития;
- реализовать комплексную программу реабилитации, охватывающую всю экосистему — такой подход обеспечивает целостное восприятие

проблемы и учитывает взаимные связи между различными компонентами экосистемы;

- проводить исследования состояния экосистемы с использованием более широких временных рамок, что позволяет учитывать долговременные изменения и более точно прогнозировать последствия реабилитационных мероприятий;
- осуществлять мониторинг всех компонентов окружающей среды и уровня загрязнения водных объектов, а также внедрять современные технологии для минимизации антропогенного воздействия.

Постоянное наблюдение и применение инноваций способствуют эффективному управлению водными ресурсами и снижению негативного влияния человека.

Базовый проект мероприятий по геоэкологической реабилитации рек Царева должен формироваться из следующих видов работ:

Наблюдение и инновации. Эти методы помогают улучшить управление водными ресурсами, снижая при этом негативное влияние человека. Постоянный мониторинг состояния водных объектов и использование современных технологий позволяют оперативно реагировать на изменения и принимать соответствующие меры.

Комплекс мер. Комплексный подход к реабилитации поверхностных водоисточников включает различные виды деятельности: технические, хозяйственные, биологические, гидрологические, химические, экономические, организационные и правовые. Каждый из этих компонентов важен для достижения общей цели восстановления водных объектов.

Качественные и количественные характеристики. Улучшение качества и количества воды является одной из основных целей реабилитации. Это включает в себя очистку воды от загрязнений, предотвращение истощения водных ресурсов и обеспечение достаточного запаса чистой воды.

Биоразнообразие. Сохранение разнообразия живых организмов в водной среде способствует поддержанию здоровых экосистем. Восстановление популяций рыб, растений и других организмов помогает стабилизировать пищевую сеть и поддерживать естественный баланс.

Продукционно-деструкционные процессы. Оптимальное соотношение между процессами создания (продуцирования) и разрушения (деструкции) веществ в экосистеме важно для её самоподдержания и устойчивости. Например, поддержание достаточного уровня продуктивности водоёмов способствует их способности к самовосстановлению.

Сбалансированность и устойчивость экосистем. Восстановление водных и наземных экосистем должно стремиться к достижению баланса и устойчивости. Это включает в себя защиту береговых линий, сохранение почв и растительности, а также уменьшение антропогенного давления на природные системы.

Социально-экономические и экологические принципы. Для успешной реабилитации необходимо сочетать социально-экономическое развитие

с охраной окружающей среды. Это подразумевает учёт интересов местного населения, промышленности и экономики, а также обеспечение экологической безопасности.

Таким образом, все вышеперечисленные аспекты должны быть гармонично объединены в рамках комплексной стратегии реабилитации поверхностных водоисточников для достижения устойчивых результатов [2; 4; 5].

Естественные водные объекты играют значительную роль в городских территориях, обеспечивая как эстетическую привлекательность, так и функциональную значимость. Они выполняют ряд важных функций, включая:

Экологическое равновесие. Водные объекты поддерживают баланс эко- и геосистем, регулируя уровень влажности, температуру воздуха и почвы, а также предоставляя среду обитания для множества видов животных и растений.

Рекреационная функция. Водные объекты служат местом отдыха и релаксации для горожан, создавая пространства для прогулок, пикников и спортивных занятий.

Микроклиматическая функция. Вода способна охлаждать воздух в летнее время и увлажнять его зимой, тем самым улучшая локальный климат и комфорт городской среды.

Для поддержания этих функций необходимы мониторинговые и реабилитационные исследования. Мониторинг позволяет отслеживать состояние водных объектов и своевременно выявлять проблемы, тогда как реабилитационные работы направлены на восстановление нарушенных экосистем. Такие исследования становятся особенно актуальными в условиях урбанизации, когда нагрузка на природные территории возрастает.

Восстановление водных объектов не только способствует созданию качественной городской среды, но и играет ключевую роль в сохранении природной среды. Это связано с тем, что такие объекты являются неотъемлемой частью экологического каркаса, поддерживающего биоразнообразие и экосистемные связи. Без их восстановления невозможно сохранить естественную природную среду в условиях интенсивной урбанизации.

Список литературы

1. Локтионова, Е. Г. Аквальные комплексы Астрахани: диагностика их состояния и пути его улучшения / Е. Г. Локтионова, Е. А. Бакланова // Куражсковские чтения / сост. А. Н. Бармин. — Астрахань: Астраханский гос. ун-т им. В. Н. Татищева, 2023. — С. 360–365.
2. Крыжановская, Г. В. Оценка геоэкологического состояния водных систем урбанизированной территории на примере города Астрахани / Г. В. Крыжановская, А. Н. Кондратьева // Куражсковские чтения. — Астрахань: Астраханский гос. ун-т им. В. Н. Татищева, 2024. — С. 208–211.
3. Крыжановская, Г. В. Исследование геоэкологических проблем качества водных ресурсов и их рационального использования с применением картографических методов анализа (на примере рукава Кутум гор. Астрахань) / Г. В. Крыжановская, И. С. Шарова, Т. С. Алешина // Естественные и технические науки. — 2024. — № 6 (193). — С. 246–249.

4. Курочкина, В. А. Концепция и основные мероприятия по геоэкологической реабилитации малых рек и прилегающих территорий городов / В. А. Курочкина, И. А. Сметанин. — URL: <https://esj.today/PDF/89NZVN622.pdf> DOI: 10.15862/89NZVN622

5. Kurochkina, V. A. Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces / V. A. Kurochkina. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702005> (дата обращения: 14.07.2024).

6. Nasyrova, E. Geoenvironmental assessment of urban water bodies E3S Web of Conferences 1100-2018SPbWOSCE 20 204 45 / E. Nasyrova, A. Elizaryev, S. Aksenov, Yu. Baiduk, E. Kamaeva, R. Akhtyamov. — URL: https://doi.org/10.1051/e3sconf/2019_110.

7. Ulrich, D. V. Dynamics of pollutants transportation by the stream flow from technogenic territories / D. V. Ulrich, S. E. Denisov // Proceeding of 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO. — Albena, 2013. — P. 111–116.

References

1. Loktionova, E. G., Baklanova, E. A. Astrakhan aquatic complexes: diagnostics of their condition and ways to improve it. *Kurazhskovskiye chteniya = Kurazhkov readings*. Compiled by A. N. Barmin. Astrakhan: Astrakhan Tatishchev State University; 2023: 360–365.

2. Kryzhanovskaya, G. V., Kondratieva, A. N. Assessment of the geocological state of water systems of an urbanized territory on the example of the city of Astrakhan. *Kurazhskovskiye chteniya = Kurazhkov readings*. Astrakhan: Astrakhan Tatishchev State University; 2024: 208–211.

3. Kryzhanovskaya, G. V., Sharova, I. S., Aleshina, T. S. Investigation of geocological problems of water resources quality and their rational use using cartographic analysis methods (using the example of the Kutum branch of the Astrakhan city). *Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki = Natural and technical sciences*. 2024; 6 (193); 246–249.

4. Kurochkina, V. A., Smetanin, I. A. *Kontseptsiya i osnovnyye meropriyatiya po geoeologicheskoy rehabilitatsii malykh rek i prilegayushchikh territoriy gorodov = The concept and main measures for the geocological rehabilitation of small rivers and adjacent territories of cities*. Available at: <https://esj.today/PDF/89NZVN622.pdf> DOI: 10.15862/89NZVN622.

5. Kurochkina, V. A. *Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces = Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces*. Available at: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702005> (accessed: 14.07.2024).

6. Nasyrova, E., Elizaryev, A., Aksenov, S., Baiduk, Yu., Kamaeva, E., Akhtyamov, R. *Geoenvironmental assessment of urban water bodies E3S Web of Conferences 1100-2018SPbWOSCE 20 204 45*. Available at: https://doi.org/10.1051/e3sconf/2019_110.

7. Ulrich, D. V., Denisov, S. E., Dynamics of pollutants transportation by the stream flow from technogenic territories. *Proceeding of 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference & EXPO*. Albena; 2013: 111–116.

Информация об авторах

Крыжановская Г. В. — кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры;
Оленин А. С. — студент;
Шереметов Р. Х. — студент.

Information about the authors

Kryzhanovskaya G. V. — Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department;
Olenin A. S. — student;
Sheremetov R. H. — student.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 07.06.2024; одобрена после рецензирования 14.06.2024; принята к публикации 24.06.2024.

The article was submitted 07.06.2024; approved after reviewing 14.06.2024; accepted for publication 24.06.2024.