

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РУЧ. ПАРКОВОГО ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД



А. В. Савельева, студентка
E-mail: savelieva_nastia@mail.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Представлена характеристика экологического состояния руч. Паркового, расположенного в Калининграде, по гидрохимическим показателям в период активной вегетации 2025 г. Исследования выполнены в пяти постоянных створах, захватывающих всю протяженность ручья – от верхнего течения до устьевой части. Установлено, что в течение всего вегетационного периода экологическое состояние ручья неблагоприятное, свидетельствующее об активном развитии процессов эвтрофирования. Выявлено, что наиболее неблагоприятные экологические условия в ручье скрадываются в районе створов 2, 3, а также в отдельные периоды – в створе 5 (устьевом) в весенний период, а именно – в апреле. Летом качество воды по течению ручья выравнивается, а наиболее высокие концентрации исследуемых показателей фиксируются в устьевой части. В отличие от ранее опубликованных весенних данных, в настоящей работе впервые проанализирована полная сезонная динамика, что позволило выявить перераспределение нитритного загрязнения к устьевой части и риск эвтрофикации в теплый период.

Ключевые слова: городские водные экосистемы, руч. Парковый, Калининградская область, гидрохимический анализ, экологическое состояние, антропогенное воздействие, эвтрофикация, мониторинг качества воды.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия проблема деградации природных водных объектов в условиях урбанизации приобретает особую остроту [1–3, 7, 8, 10, 11]. Малые водотоки, протекающие в границах крупных городов, выполняют важные рекреационные, дренажные и климаторегулирующие функции, однако они особенно уязвимы к антропогенному воздействию. Руч. Парковый является одним из немногих сохранившихся природных водотоков в центральной части Калининграда, играющим ключевую роль в поддержании местной экосистемы и формировании городского ландшафта [1, 2].

Целью настоящей работы является комплексная характеристика экологического состояния руч. Паркового на основе гидрохимических показателей, полученных в течение вегетационного периода 2025 г. (весна-лето), с выявлением пространственно-временных закономерностей загрязнения и определением участков, требующих первоочередного внимания при разработке природоохранных и благоустроительных мероприятий.

Интерес к руч. Парковому определяется его общим видом и функциями в пределах Калининграда. С одной стороны, ручей представляет собой пример рациональных гидротехнических работ, выполненных еще в начале XX в. прусскими инженерами по отводу и перераспределению избыточного увлажнения с территории Кенигсберга, являясь таким образом, частью городского ландшафта. С другой, природной, стороны сам ручей создает местные локальные ландшафты долин малых водотоков, характеризующихся живописностью и со-

здающих природный каркас для развития всех экосистемных функций природных объектов в пределах города. Однако в настоящее время сам ручей выглядит крайне запущено. Берега и акватория замусорены, от воды периодически исходит канализационный сероводородный запах, дно ручья перекрыто илистыми отложениями. Это позволяет говорить, что экосистема ручья деградирует и не справляется с антропогенной нагрузкой в пределах города, которая с течением времени только возрастает. Таким образом, исследование современного экологического состояния руч. Паркового – важная задача для сохранения водотока, а также разработки мер по его охране.

Ранее нами было проведено рекогносцировочное обследование руч. Паркового в весенний период [1]. В ходе данных исследований были намечены пять постоянных створов наблюдений на ручье, проведена первичная съемки и определены участки, характеризующиеся наибольшим загрязнением. Настоящее исследование является прямым продолжением, начатых ранее работ, существенно дополняя, конкретизируя полученные ранее результаты. Таким образом, в отличие от первой публикации, содержащей только весенние данные, настоящая работа впервые представляет полный вегетационный цикл и позволяет оценить не только разовое превышение ПДК, но и сезонную трансформацию гидрохимического режима, включая летнее перераспределение загрязнения.

Полученные в ходе исследования материалы необходимы для разработки сезонно-адаптированных программ мониторинга и экологически безопасного благоустройства территории в рамках концепции водно-зеленого каркаса города – системы взаимосвязанных природных и озелененных территорий, включая водотоки, которая формируется для повышения комфорта городской среды и сохранения биоразнообразия.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами начато исследование руч. Паркового в самый активный период в жизни водотоков – весну и лето. Как известно весенне-летний прогрев воды сопровождается ускорением окислительных процессов и активности гидробионтов на фоне уменьшения растворимости кислорода в воде. В это время кислород активно продуцируется фитопланктоном и высшей водной растительностью, при этом растет биомасса, а значит увеличивается потребление кислорода на минерализацию образовавшегося органического вещества, в том числе и поступившего в водный объект с территории водосбора. При дисбалансе экосистемы велика вероятность формирования летних заморов в водотоках, особенно в эвтрофных. Учитывая, что руч. Парковый, по нашим прошлым наблюдениям [1], испытывает повышенную антропогенную нагрузку, есть вероятность, что в летний период качество его вод существенно ухудшится.

Таким образом, в данной работе рассмотрим весь вегетационный период и проведем оценку состояния в весенне-летний период по данным гидрохимических наблюдений.

Руч. Парковый, протяженностью 13 км, площадью водосбора 3,96 км², берет начало из Верхнего пруда, протекает по Ленинградскому и Центральному районам Калининграда и впадает в р. Преголю. Для объективной оценки качества воды были выбраны пять контрольных створов: створ № 1 – исток (ул. Проф. Баранова); створ № 2 – выход водотока из трубы на Советском проспекте; створ № 3 – выход водотока из трубы на проспекте Мира; створ № 4 – Центральный парк (ближе к ул. Дмитрия Донского); створ № 5 – устье (Правая набережная).

Отбор проб проводился в весенний (март-апрель) и летний (июль-август) периоды 2025 г. В общей сложности выполнено 40 гидрохимических анализов.

Исследования проведены с использованием следующих методов:

- колориметрический метод (полевая лаборатория НКВ-1) – для определения содержания аммоний-катиона, нитрит-аниона, нитрат-иона;
- рН-метрия и термометрия – для измерения кислотности и температуры воды;
- маршрутное обследование – включало фотофиксацию состояния водотока и прилегающей территории.

Места отбора проб (створы) детализированы на схеме, представленной на рисунке 1.

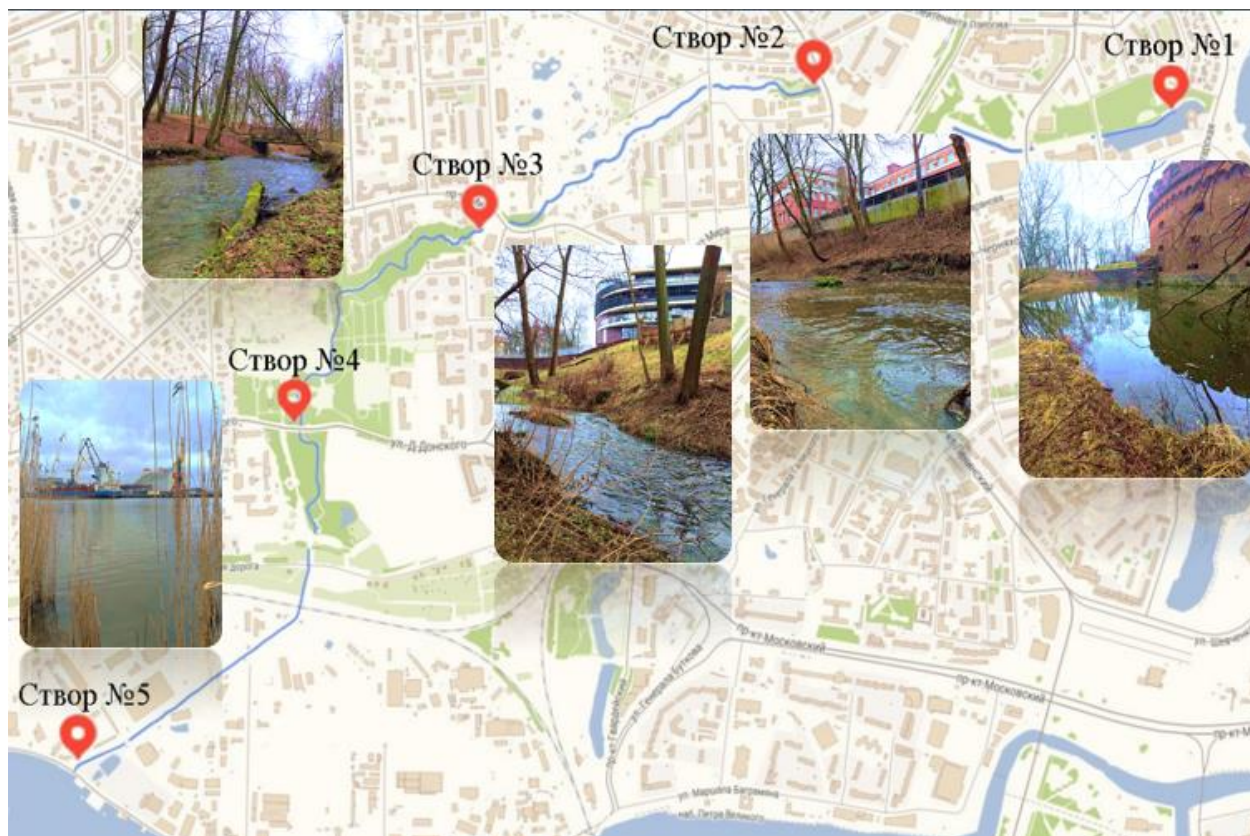


Рисунок 1 – Расположение установленных створов

Оценка полученных результатов выполнена в соответствии с нормативами качества воды для водных объектов рыбохозяйственного значения, утвержденными Приказом Росрыболовства от 26 мая 2025 г. № 296 [4]. Предельно допустимые концентрации (ПДК) для исследуемых показателей составили: аммоний-катион – 0,5 мг/дм³, нитрит-анион – 0,08 мг/дм³, нитрат-ион – 40 мг/дм³. Для водородного показателя (рН) установлен нормативный интервал 6,5–8,5. Сопоставление измеренных в ходе мониторинга значений с указанными нормативами позволило количественно определить степень превышения загрязняющих веществ и выявить створы, характеризующиеся наиболее неблагоприятной экологической обстановкой.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки сезонной динамики качества воды руч. Паркового были построены диаграммы, отражающие изменение температуры, рН, а также концентраций биогенных веществ в пяти контрольных створах в весенний (март-апрель) и летний (июль-август) периоды 2025 г.

Температура воды – ключевой фактор, определяющий интенсивность биологических и химических процессов. На диаграмме (рисунок 1) представлены значения температуры воды в каждом створе по месяцам. Весной температура повышалась от марта к апрелю: в створах 1–4 – с 2,0 до 4,0 °С, в створе 5 (устье) – с 1,5 до 2,0 °С. Летом температура достигла максимальных значений: в июле – 18–19 °С, в августе – 20–22 °С. Наименьшие значения за оба сезона зафиксированы в створе 5, что, вероятно, связано с влиянием более холодных грунтовых вод, затенением или влиянием менее прогретых вод р. Преголи. Сезонный ход температуры воды определяет интенсивность биологических и химических процессов в ручье и влияет на распределение исследуемых параметров, в частности биогенных веществ (рисунок 2). Как видно из рисунка 2, сезонный ход температуры не нарушен – происходит плавное повышение температуры воды от марта к августу, что соответствует сезону.

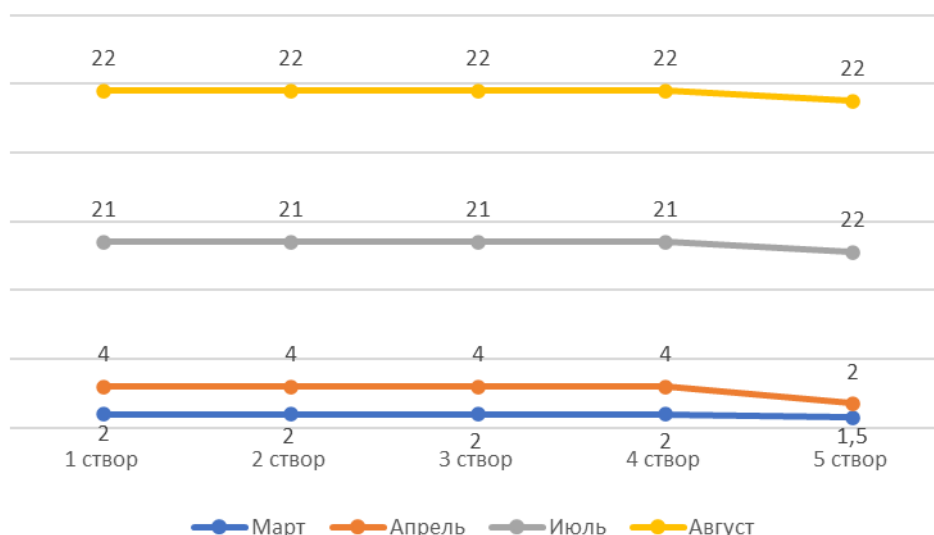


Рисунок 2 – Температура воды, °С, в руч. Парковом

От створа 1 к створу 5 происходит снижение рН, за исключением апреля. В сезонном аспекте также происходит увеличение рН от марта к августу. Это также естественно и согласуется с сезонным ходом. Так, в марте ввиду пониженной температуры воды скорость окислительных процессов невелика, а после холодного периода вода насыщена CO_2 . По мере прогрева воды происходит активизация процессов продуцирования кислорода, уменьшение количества углекислого газа – рН растет, что мы и наблюдаем на рисунке 3. Летом рН сохранялся на уровне 8–9 с превышением нормы (8,5) в створах № 1, 2 и 5 (рисунок 3).

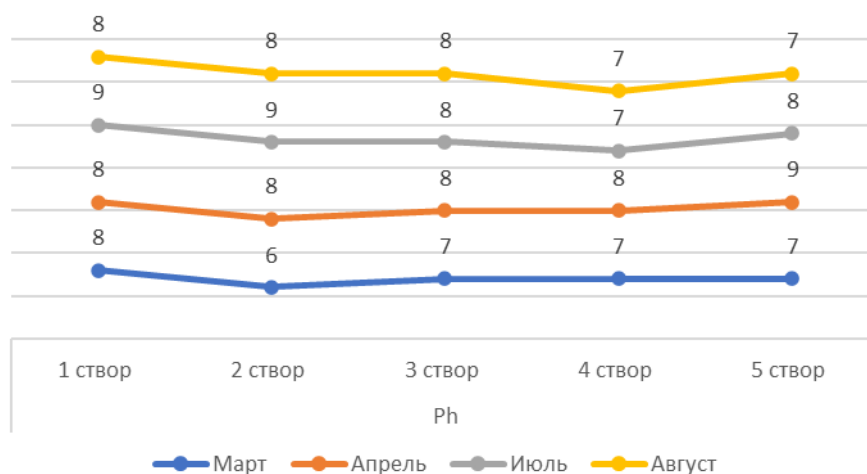


Рисунок 3 – Величина рН воды в руч. Парковом

Весной, в марте, концентрация аммония не превышала $0,2 \text{ мг/дм}^3$, однако в апреле в створе 2 (Советский проспект) зафиксирован резкий скачок до $2,0 \text{ мг/дм}^3$, что в четыре раза превышает ПДК ($0,5 \text{ мг/дм}^3$). В остальных створах значения оставались низкими. Летом содержание аммония практически повсеместно снизилось до нуля (лишь в створе 4 в августе отмечено $0,2 \text{ мг/дм}^3$). Это свидетельствует об активной бактериальной переработке органического вещества в теплый период и о возможном, разовом (залповый сброс) характере поступления загрязнений в районе створа 2 (рисунок 4). Такая картина также соответствует сезонному ходу – биогенные вещества накапливаются в водотоке в конце вегетационного периода. Концентрация иона аммоний на ст. 2 свидетельствует о загрязнении.

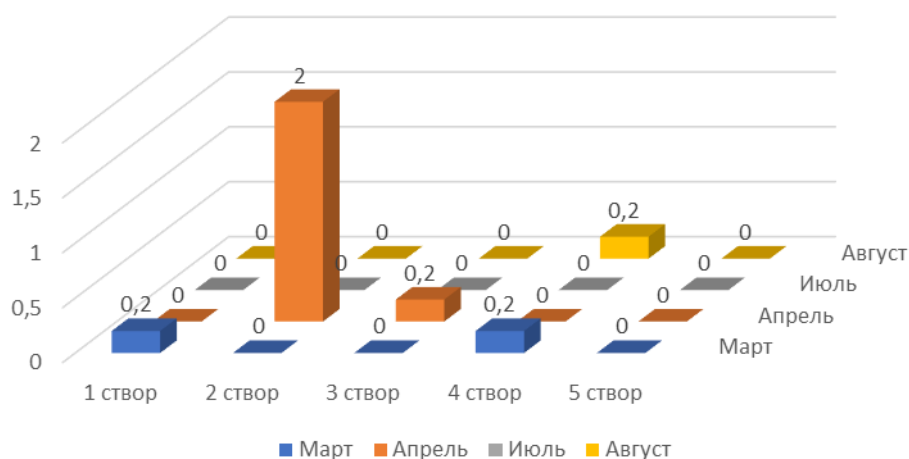


Рисунок 4 – Концентрация иона аммония, мг/л, в водах руч. Паркового

Весной в марте, концентрация нитритов составляла $0,1 \text{ мг/дм}^3$ в четырех створах из пяти. В апреле произошло резкое увеличение: в створе 2 – до $0,5 \text{ мг/дм}^3$ (6 ПДК), в створе 3 – до $2,0 \text{ мг/дм}^3$ (25 ПДК). Летом концентрация нитритов оставалась повышенной, но с изменением пространственного распределения: максимальные значения сместились в устьевой створ 5 ($0,5 \text{ мг/дм}^3$ в августе, 6 ПДК), а в створе 3 снизились до $0,3 \text{ мг/дм}^3$. Это указывает на перенос загрязнения вниз по течению и сохранение источника поступления органических веществ (рисунок 5). В теплый период нитриты редко обнаруживаются, однако в руч. Парковом концентрация нитритов остается стабильно высокой, что свидетельствует о нарушении сезонного хода.

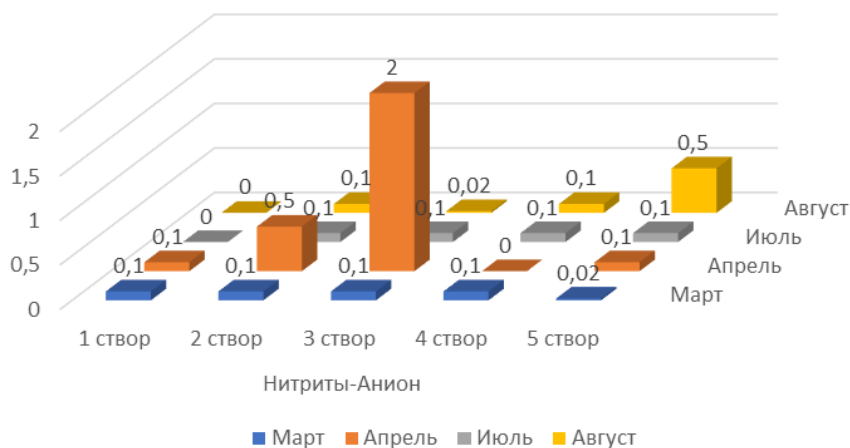


Рисунок 5 – Концентрация иона нитритов, мг/л, в водах руч. Паркового

Содержание нитратов в марте находилось в пределах $2\text{--}5 \text{ мг/дм}^3$, в апреле максимальное значение отмечено в створе 3 – 35 мг/дм^3 , что ниже ПДК (40 мг/дм^3), но близко к пороговому уровню. В остальных створах в апреле концентрации снизились ($0\text{--}5 \text{ мг/дм}^3$). Летом в створе 3 содержание нитратов сохранялось на уровне $25\text{--}26 \text{ мг/дм}^3$, в остальных створах не превышало 5 мг/дм^3 . Такая картина подтверждает, что створ 3 является зоной постоянного поступления азотсодержащих соединений (рисунок 6).

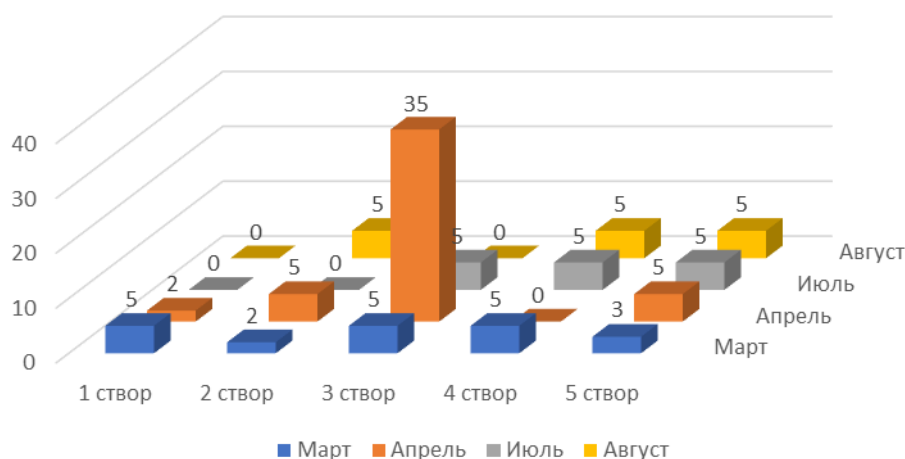


Рисунок 6 – Концентрация иона нитратов, мг/л, в водах руч. Паркового

Содержание нитратов мало меняется за исследованный период, сезонный ход однозначно оценить сложно. Можно отметить, что количество нитратов снижается в створах 1 и 3 (за исключением апрельского скачка) и несколько повышается в остальных створах. Правильный сезонный ход прослеживается только в створе 1 (уменьшение нитратов от марта к августу с связи с их активным потреблением фитопланктоном), в остальных створах на концентрацию нитратов оказывает влияние загрязнение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в весенний и летний периоды 2025 г. гидрохимические исследования руч. Паркового позволили выявить четко выраженную сезонную динамику качества воды, тесно связанную с изменением температурного режима и, возможно, интенсивностью антропогенной нагрузки. В холодное время (март-апрель) процессы бактериального окисления замедлены, поэтому поступление даже разовых объемов неочищенных сточных вод приводит к накоплению токсичных форм азота. Это наглядно проявилось в резком весеннем повышении концентрации аммоний-катиона в створе № 2 (Советский проспект) до 2,0 мг/дм³ (4 ПДК) и, что наиболее опасно, в экстремальном росте нитрит-аниона в створе № 3 (пр. Мира) до 2,0 мг/дм³ (25 ПДК). Столь высокие значения указывают на локальные, вероятно неорганизованные источники загрязнения, которые требуют незамедлительного выявления и устранения.

С наступлением летнего сезона (июль-август) картина существенно трансформируется. Повышение температуры воды до 20–22 °С и активизация фотосинтеза водной растительности приводят к ускоренной бактериальной переработке органических веществ и активному потреблению биогенных веществ фитопланктоном. Как следствие, аммоний практически полностью исчезает из водной толщи, а значение pH сдвигается в щелочную область, достигая в отдельных створах (№ 1, 2, 5) 9,0, что превышает нормативные значения для рыбохозяйственных водоемов. Однако нитритное загрязнение не ликвидируется окончательно: оно смещается вниз по течению, концентрируясь в устьевом створе № 5 (до 0,5 мг/дм³, 6 ПДК). При этом в створе № 3 сохраняются повышенные концентрации нитратов (25–35 мг/дм³), близкие к предельно допустимому уровню. Такая динамика свидетельствует о том, что самоочищение ручья летом ускоряется, но не компенсирует постоянную антропогенную нагрузку: нитриты, образующиеся при неполном окислении, лишь перераспределяются по длине водотока, не достигая полной минерализации.

Таким образом, установлено, что руч. Парковый функционирует в условиях постоянно повышенного антропогенного воздействия, а наиболее уязвимыми участками являются створы № 2 и 3, где фиксируются устойчивые превышения биогенных элементов, и устьевая часть (створ № 5), где в летний период складываются предпосылки для эвтрофикации – по-

вышения рН, накопления нитритов и потенциального «цветения» воды. В перспективе ручей рассматривается как элемент водно-зеленого каркаса города, что предполагает его экологически безопасное благоустройство и включение в рекреационную инфраструктуру. Для реализации этих планов необходима организация регулярного мониторинга качества воды, инструментальное обследование зон вероятных сбросов (особенно в районе створов № 2 и 3), а также проведение природоохранных мероприятий – от устранения источников загрязнения до очистки русла и донных отложений в устьевой части. Полученные в работе данные являются научным обоснованием для принятия таких решений и позволяют заключить, что при своевременном вмешательстве экологическое состояние руч. Паркового может быть улучшено, а его рекреационный потенциал – реализован без угрозы для окружающей среды и здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савельева, А. В. Результаты мониторинга ручья Паркового в 2025 г. / А. В. Савельева, Н. Е. Веселагин // Вестник молодежной науки. – 2025. – № 3 (50). – С. 32. – DOI: 10.46845/2541-8254-2025-3(50)-32-32.
2. Азаров, Н. Л. Исследование геоэкологической обстановки ручья Паркового / Н. Л. Азаров, Н. Р. Ахмедова // Водопользование и задачи гидромеханики: сб. научных трудов. – Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – С. 5–8.
3. Сулейманов, С. Н. Наблюдение за состоянием ручья Паркового в 2017 году / С. Н. Сулейманов, В. А. Наумов // Вестник молодежной науки. – 2017. – № 3 (10). – С. 21.
4. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 26 мая 2025 г. № 296 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения...».
5. Муравьев, А. Г. (ред.). Исследование экологического состояния водных объектов: Руководство по применению ранцевой полевой лаборатории НКВ-Р. – Изд. 3-е, перераб. – Санкт-Петербург: Крисмас+, 2020. – 256 с.
6. Никаноров, А. М. Гидрохимия: учебник / А. М. Никаноров. – Ростов-на-Дону: НОК, 2021. – 412 с.
7. Решетников, Ю. С. Роль малых водотоков в городских экосистемах / Ю. С. Решетников, О. А. Попова // Экология урбанизированных территорий. – 2023. – № 2. – С. 45–52.
8. Дмитриева, В. А. Мониторинг качества поверхностных вод в условиях антропогенной нагрузки / В. А. Дмитриева, Е. П. Кузнецова // Водные ресурсы. – 2024. – Т. 51. – № 1. – С. 33–40.
9. Ziółek, M. Causes of eutrophication in small water reservoirs in urban areas / M. Ziółek, K. Mięsiak-Wójcik, M. Kończak, M. Plizga, K. Siwek, S. Chmiel // Journal of Water and Land Development. – 2024. – № 63. – P. 1–10.
10. Zhezherya, T. Hydrochemical Characteristics of Small Rivers and Water Bodies within the Urbanized Territory / T. Zhezherya, V. Zhezherya, P. M. Linnik, V. P. Osipenko // Hydrobiological Journal. 2025. – Vol. 61. – Iss. 2. – P. 3–18.
11. Singh, P. Spatiotemporal and vertical variability of water quality in lentic small water bodies: implications of varying rainfall and land use conditions / P. Singh, B. Yadav // Environmental Science and Pollution Research. – 2024. – Vol. 31. – P. 53678–53695.

CHARACTERISTICS OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE PARK STREAM ACCORDING TO HYDROCHEMICAL INDICATORS DURING THE GROWING SEASON

A. V. Savelieva, Student
E-mail: savelieva_nastia@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

The paper presents a description of the ecological state of the Parkoviy stream (Kaliningrad), based on the hydrochemical indicators during the active vegetation period in 2025. The studies have been conducted at five fixed stations along the entire length of the stream, from its upper reaches to its mouth. It has been found that the ecological state of the stream is unfavorable throughout the entire vegetation period, indicating the active development of eutrophication processes. It has been revealed that the most unfavorable environmental conditions in the stream are found in the area of sections 2, 3, and, in some periods, in section 5 (the mouth) in the spring, namely in April. In summer, the water quality along the stream is equalized, and the highest concentrations of the studied parameters are recorded in the mouth. Unlike the previously published spring data, this work is the first to analyze the full seasonal dynamics, which allowed us to identify the redistribution of nitrite pollution towards the mouth and the risk of eutrophication during the warm season.

Keywords: *degradation of natural water bodies, Parkoviy stream, Kaliningrad region, hydrochemical analysis, seasonal dynamics, anthropogenic impact, eutrophication, water quality monitoring.*