



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---



## ЭКОГИДРОМЕТ – НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ

*Сборник трудов*

*IV Международной молодежной научно-практической конференции  
«Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и  
промышленных зон»*

*13-14 марта 2025 года*

Санкт-Петербург  
2025

УДК 502(063)  
ББК 21.1я4  
Э 40

**ЭКОГИДРОМЕТ – НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ:** сборник трудов IV Международной молодежной научно-практической конференции «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон», 13-14 марта 2025 года / под редакцией В.Л. Михеева, Д.К. Алексеева; Российский государственный гидрометеорологический университет. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2025. – 199 с.

В сборнике предлагаются научные статьи, представленные на IV Международной молодежной научно-практической конференции «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон» (ЭКОГИДРОМЕТ-НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ). В статьях рассматриваются экологическое состояние и качество городской среды, особенности организации экологического мониторинга в больших городах и промышленных зонах, методы оценки антропогенных воздействий на городскую среду, воздействие городов и промышленных зон на водные экосистемы, а также приборно-методическое обеспечение мониторинга загрязнений городов и промышленных зон.

Материалы сборника могут быть полезны специалистам в области гидрометеорологии, экологии, природопользования и высшего образования, а также студентам соответствующих специальностей. Материалы сборника публикуются в авторской редакции.

#### Редакционная коллегия:

Михеев Валерий Леонидович – кандидат юридических наук, доцент, ректор РГГМУ;  
Алексеев Денис Константинович – кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой  
прикладной и системной экологии

# ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 502.131.1:911.375

## ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ

<sup>1</sup>*Д. Алексеев*

1) *Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург, Россия, d.alekseev@rshu.ru*

## APPLIED ISSUES OF SUSTAINABLE CITY DEVELOPMENT

<sup>1</sup>*D. Alexeev*

1) *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, d.alekseev@rshu.ru*

*Abstract.* A brief overview of the results of work over the past 20 years in the field of ecology and sustainable urban development at the RSHU is given. A wide range of issues related to modern environmental and hydrometeorological problems of large cities are considered. Particular attention is paid to the organization of environmental monitoring, methods for assessing anthropogenic impacts on the urban environment, analysis of the characteristics of climatic conditions and medical and environmental problems, education and training in the field of environmental protection.

*Keywords:* urban ecology, adaptation, climate change, urban environment.

В последние годы постоянно возрастает интерес к обеспечению открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов. Это обусловлено, с одной стороны, практической значимостью решаемых задач, а с другой — наличием постоянно возрастающего объема экспериментальных данных, требующих глубокого теоретического осмысливания на основе современных методов системного анализа. На современном этапе развития наук о Земле прикладная экология призвана разрабатывать научные методы решения экологических проблем, связанных с антропогенной трансформацией природных экосистем и геосистем разных иерархических уровней, а также урба(эко)систем и социоэкосистем [1].

Для более четкого определения конкретных тем исследований в области устойчивого развития кафедра прикладной и системной экологии РГГМУ организовала и провела в 1999 г. Всероссийскую научную конференцию «Экологические и метеорологические проблемы больших городов и промышленных зон». В докладах конференции и в сборнике трудов [2] подчеркивалось, что только технологические мероприятия, направленные на улучшение экологических и гидрометеорологических условий, крайне дороги и ни сейчас, ни в ближайшем будущем — даже в более богатых странах, чем Россия, — не смогут обеспечить решение экологических проблем в полном объеме [3]. Как правило, эти мероприятия используются лишь для решения частных задач.

В дальнейшем с 2000 по 2012 г. кафедра прикладной экологии провела серию Международных научных конференций «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон». В 2006-2008 гг. сотрудниками кафедры реализовывался проект «Научно-методическое обеспечение научного и образовательного сотрудничества с Национальным автономным университетом Мексики по теме «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон и управление качеством городской среды». Логическим продолжением в 2017 г. стала I Всероссийская молодежная научно-практическая конференция с международным участием «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: новые горизонты». В 2019 г. была успешно проведена Школа молодых ученых

«Экогидромет — новые горизонты 2019» в рамках Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации».

В материалах проведенных мероприятий неоднократно подчеркивалось, что преобразованная или вновь созданная природная среда и урбакосистемы поддерживаются исключительно человеком. Поэтому города и промышленные зоны очень уязвимы как в отношении антропогенных, так биотических и абиотических факторов окружающей среды. Несмотря на стремление к созданию в городе наиболее комфортных условий жизни и работы населения, под влиянием все более увеличивающейся антропогенной нагрузки, происходят изменения природной среды неблагоприятные для человека. В результате возникает целый спектр экологических и гидрометеорологических проблем, связанных с обеспечением безопасности и защищенности человека [4]. По-прежнему остаются актуальными вопросы связанные с нормированием качества окружающей среды, разработкой индикаторов комфортной городской среды, экономической оценкой экосистемных услуг на урбанизированных территориях. Конечно, должны совершенствоваться основные теоретические подходы к пониманию сущности государственного управления в решении экологических проблем городов и роль органов государственного и муниципального управления [5]. Наблюдается определенная дистанция между административными органами, занимающимися вопросами мониторинга и охраны окружающей среды, и научной общественностью. Многие руководящие документы принимаются практически без обсуждения их с научным сообществом, что естественно сказывается на их качестве.

В последние годы изменение климата рассматривается как один из ведущих факторов, оказывающих влияние на здоровье населения. Это происходит как напрямую через увеличение количества дней с экстремальными температурами, наводнениями, штормами и т.д., так и косвенно, через воздействие экологических или социально-экономических факторов (например, сокращение объемов качественной питьевой воды, повышение уровня загрязнения атмосферного воздуха и др.). В последнее время в России с учетом возможных последствий изменения климата активно формируется система из отраслевых, региональных, корпоративных и Национального плана адаптации. Например, в конце 2023 г. был утвержден Региональный план адаптации Санкт-Петербурга к изменениям климата. Положительными тенденциями становятся перспективное планирование водно-зеленого каркаса [6, 7], расширение особо охраняемых природных территорий и организация экологического туризма на прилегающих к мегаполисам территориям [8].

#### Список использованных источников

1. Alexeev D.K., Shelutko V.A., Zueva N.V., Kolesnikova E.V., Urusova E.S., Primak E.A. Research results in the field of applied and systems ecology at RSHU. Gidrometeorologiya i Ekologiya. Hydrometeorology and Ecology (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University).2020, 60: 306-324. [InRussian]. DOI: 10.33933/2074-2762-2020-60-306-324.
2. Гальцова В.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю. Экологический мониторинг состояния водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки// Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Материалы V Международной конференции. СПб.: РГГМУ. 2009. 55-56.
3. Алексеев Д.К., Зуева Н.В., Розенкова И.В., Урусова Е.С., Шелутко В.А. Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: новые горизонты // Метеорологический вестник. 2017. Т. 9, № 2. 1-8.
4. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К. Влияние зеленых насаждений на динамику загрязнения воздуха в городах. Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2021. № 1. 58-73. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.01.05
5. Примак Е.А., Алексеев Д.К., Зуева Н.В. Основы государственного и муниципального управления в области охраны окружающей среды и природопользования. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2024. 124.
6. Алексеев Д.К., Примак Е.А., Канухина А.Ю., Виноградов Ф.В. Динамика зеленых насаждений в Санкт-Петербурге и климатические риски// Успехи современного естествознания. 2024. № 8. 6-11. DOI: 10.17513/use.38297

7. Alexeev D., Dmitricheva L., Mikhteeva E., Kanukhina A. Dynamics of Green Areas in St. Petersburg and Adaptation to Climate Change // Advances in Ecology and Environmental Engineering. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. 2024. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-64423-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-64423-8_3)
8. Алексеев Д.К., Курочкина А.А., Примак Е.А., Бубнова Я.В., Тенилова О.В., Рохлова Е.Л., Карманова А.Е., Панова А.Ю., Арапов С.В. Экологический туризм. Санкт-Петербург: Человек, 2024. 376.

**УДК 502.5:551.422(282.247.212)**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСТРОВЕ ВАЛААМ

<sup>1,2,3</sup>**E. Voyakina**

- 1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, [katerina.voyakina@gmail.com](mailto:katerina.voyakina@gmail.com)  
2)Санкт-Петербургский государственный университет,  
3) Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН

**Аннотация.** В работе представлены история проведения учебно-производственных практик студентов экологического факультета РГГМУ, которая насчитывает уже более 25 лет, а также создание и этапы развития Учебно-научной станции (УНС) «Валаам» экологического факультета РГГМУ на Валаамском архипелаге. Уникальное местоположение УНС «Валаам» в юго-западной части о. Валаам на мысе Красном позволяет исследовать как прибрежную зону Ладоги, так и наземные экосистемы, и внутренние озера Валаамского архипелага.

**Ключевые слова.** УНС «Валаам», Ладожское озеро, учебно-производственные практики студентов, мониторинг

## RESEARCH OF NATURAL COMPLEXES ON VALAAM ISLAND

<sup>1,2,3</sup>**E. Voyakina**

- 1)Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
[katerina.voyakina@gmail.com](mailto:katerina.voyakina@gmail.com)  
2)Saint-Petersburg State University  
3) St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences

**Abstract.** The paper presents the history of educational and industrial practice for students of the environmental faculty of the RSHU, which goes back more than 25 years, as well as the creation and stages of development of the Educational and Research Station (ERS) «Valaam» of the environmental faculty of the RSHU on the Valaam archipelago. The unique location of the ERS «Valaam» in the southwestern part of the island Valaam on Cape Krasny allows to explore both the coastal zone of Ladoga and the terrestrial ecosystems and inland lakes of the Valaam archipelago.

**Key words.** Educational and Research Station «Valaam», Lake Ladoga, educational and practical training for students, monitoring

Валаамский архипелаг – уникальный природный объект, издавна привлекающий внимание ученых, художников, музыкантов, расположенный в глубоководной зоне Ладожского озера, характеризующийся максимальными отметками глубин и минимальным влиянием вод притоков [1]. Водную систему Валаамского архипелага образуют три зоны, различные по гидрологическим и гидрохимическим параметрам: прибрежье архипелага, десять разнотипных малых лесных озер и Сисъярви – наиболее крупный внутренний слабопроточный водоем [2]. Географическое положение островов на стыке южно- и среднетаежной подзон тайги отразилось на процессах почвообразования и определило и специфику растительности. В растительном покрове Валаама преобладают сосновые,

сосновые с елью среднетаежные леса. Характерная особенность этих лесов – их высокий возраст и относительная нетронутость [3]. Все это делает экосистемы Валаама привлекательными для исследований.

История проведения учебно-производственных практик экологов РГГМУ на о. Валаам насчитывает уже более 25 лет. Первая практика для студентов экологического факультета была проведена в далеком 1998 г. На тот момент у РГГМУ не было своей базы на Валааме, поэтому огромную помощь в проведении практик оказали руководство и сотрудники метеостанции «Валаам». В 2002 – 2005 гг. был период проживания и проведения работы в палаточном лагере недалеко от метеостанции «Валаам», а в конце 2005 г. было принято решение о строительстве собственной базы. Это был трудный период согласования и оформления документов и непосредственно строительства учебного корпуса. В итоге в 2008 г. был построен главный корпус и создано отдельное структурное подразделение УНС «Валаам» экологического факультета РГГМУ. В 2009 - 2010 гг. были построены второй корпус с жилыми помещениями и лабораторией. Без постоянной активной помощи сотрудников кафедры, студентов, выпускников и волонтеров было бы невозможно завершить строительство в столь краткие сроки.

В настоящее время уникальное местоположение УНС «Валаам» в юго-западной части о. Валаам на мысе Красном на острове позволяет исследовать как прибрежную зону Ладоги, так и наземные экосистемы, и внутренние озера Валаамского архипелага. УНС «Валаам» отличается от многих учебных стационаров наличием собственной научно-исследовательской программы, в рамках которой студенты и сотрудники кафедры Прикладной и системной экологии РГГМУ проводят постоянные мониторинговые исследования экосистем Валаамского архипелага, используют накопленные данные для написания статей, выпускных квалификационных работ, получения грантов.

За время проведения научных изысканий на Валаамском архипелаге было получено и реализовано три гранта РГО. Первый грант был получен в 2012 г. - «Влияние изменений климата и опасных природных явлений на природопользование Европейского севера (на примере России и Финляндии)», второй - в 2015 г. («Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков: черты уникальности и современное состояние»), третий – в 2022 г. («Изучение и сохранение уникальных природных ландшафтов Северного Приладожья») [1, 4, 5]. В рамках гранта Русского географического общества в 2022 – 2023 гг. впервые получена информация об особенностях растительности, почвенного покрова, о содержании тяжелых металлов в почвах малых островов прибрежной зоны в районе Валаамского архипелага (о. Большой Никоновский, о. Зосимы, о. Савватия), исследованы подводные ландшафты в трех бухтах Ладожского озера с применением БПЛА.

Наряду с научной и образовательной деятельностью, на УНС «Валаам» постоянно осуществляется и волонтёрская деятельность студентов. В рамках реализации программы волонтёры привлекаются к различным видам работ: уборке и вывозу мусора, проведению экологических просветительских мероприятий, помощи в научных исследованиях.

Более 700 студентов приняло участие в учебно-производственных практиках на о. Валаам, 250 выпускных квалификационных работ (бакалаврских и магистерских) было успешно защищено на материале, собранном на Валаамском архипелаге. В настоящее время наши выпускники – это профессионалы высокого уровня, работающие в разных направлениях экологической деятельности: от природоохранных и научных организаций до коммерческих структур, в разных городах России и даже в различных частях света – от Европы и Азии до Антарктиды.

#### Список использованных источников

1. Влияние изменений климата и опасных природных явлений на природопользование Европейского севера. Под ред. Н.С. Касимова, Л.Н. Карлина. СПб.: РГГМУ, 2013. 124.
2. Воякина Е.Ю. Фитопланктон внутренних водоемов Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: дисс. к.б.н.: 03.00.18. СПб, 2007. 245.

3. Белоусова Н.А., Кравченко А.В., Крутов В.И., Кучко А.А., Морозова Р.М. Флора и растительность // Экосистемы Валаама и их охрана. Петрозаводск, 1989. 85 – 126.
4. Степанова А.Б., Воякина Е.Ю., Бабин А.В., Зуева Н.В., Зуев Ю.А. Результаты исследований прибрежной зоны Ладожского озера в районе Валаамского архипелага (1998—2019 гг.) в РГГМУ // Гидрометеорология и экология, 2020. № 60. 325–350.
5. Степанова А.Б. Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние. Атлас. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2016. 44.

УДК 631.45(470.111)

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

*<sup>1</sup>Т.И. Низамутдинов, <sup>1</sup>Е.В. Абакумов*

*1) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, t.nizamutdinov@spbu.ru*

**Аннотация.** В данном исследовании рассматривается динамика агроэкологических свойств и параметров почвенного органического вещества (ПОВ) в почвах сельскохозяйственных угодий на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Был применен элементный анализ и твердофазную  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектроскопия ПОВ, XRD почвы и почвообразующих пород, а также использовались классические методики агрохимических и почвенных анализов. Установлено, что ключевые климатические стрессоры — короткий вегетационный период и циклы замерзания-оттаивания — усиливают деградацию ПОВ. Доминирование кварца — минерала с низкой катионообменной способностью — смещает процессы стабилизации ПОВ в сторону его биохимической устойчивости, а не процессов окклюзии, которые уязвимы к субарктическим циклам замерзания-оттаивания, разрушающим почвенные агрегаты. Низкие температуры замедляют микробную деструкцию ПОВ, однако этого недостаточно для компенсации потерь С<sub>орг</sub> из-за ограниченного поступления свежего органических остатков на заброшенных агроценозах. Анализ главных компонент (РСА) дополнительно выявил связь снижения содержания С<sub>орг</sub> с выщелачиванием элементов питания (Р, К) и подкислением, угнетающими микробную активность. Рост соотношения О:С (от 0,68 до 0,83) и снижение гидрофобности (НВ/НІ = от 1,44 до 1,19) ПОВ в почвах залежных сельскохозяйственных угодий подтверждают усиленное окисление и потерю лабильного ПОВ.

**Ключевые слова:** Арктика, ЯНАО, сельское хозяйство, залежные земли

## AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF ARABLE SOILS IN THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

*<sup>1</sup> T. Nizamutdinov, <sup>1</sup> E. Abakumov*

*1) St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, t.nizamutdinov@spbu.ru*

**Abstract.** This study examines the dynamics of agroecological properties and soil organic matter (SOM) parameters in agricultural soils of the Yamal-Nenets Autonomous District. Elemental analysis and solid-state  $^{13}\text{C}$  NMR spectroscopy of SOM, XRD of soil and parent materials, as well as classical agrochemical and soil analysis methods, were employed. It was established that key climatic stressors—short growing seasons and freeze-thaw cycles—intensify SOM degradation. The dominance of quartz, a mineral with low cation exchange capacity, shifts SOM stabilization processes toward biochemical recalcitrance rather than physical occlusion, which remains vulnerable to Subarctic freeze-thaw cycles that disrupt soil aggregates. Low temperatures slow microbial SOM decomposition; however, this effect is insufficient to compensate for SOC losses due to limited fresh organic inputs in abandoned agroecosystems. Principal Component Analysis (PCA) further linked SOC decline to nutrient leaching (P, K) and acidification, both of which inhibit microbial activity. The increase in the O:C ratio (from 0.68 to 0.83) and the decrease in hydrophobicity (HB/HI from 1.44 to 1.19) in abandoned agricultural soils confirm advanced oxidation and loss of labile SOM.

**Keywords:** Arctic, Yamal, agriculture, abandoned farmlands.

Субарктическая и арктическая климатические зоны, характеризуются исходно не пригодными для ведения сельского хозяйства почвами и экстремальной сезонной изменчивостью. В условиях меняющегося климата открываются новые возможности для освоения этих территорий. Потепление климата создает уникальные вызовы и возможности для сельскохозяйственного использования этих земель [1–2]. Кроме того, в регионах, таких как Ямало-Ненецкий автономный округ, наследие сельскохозяйственной экспансии советского периода сформировало мозаику активных и заброшенных пахотных земель [3–4].

Обычно переход пашни в залежь ассоциируется с увеличением агрегированности почвы и секвестрацией углерода за счет восстановления корневых систем растений и накопления микробной некромассы [5]. В арктических и субарктических зонах эти процессы дополнительно регулируются криогенными явлениями, что влияет на водный режим почв и пути стабилизации почвенного органического вещества (ПОВ) [6].

Настоящее исследование обосновывает сложное взаимодействие климатических факторов, минералогического состава и агроэкологических характеристик в субарктических агропочвах. Анализ хроноряда почв с различным возрастом залежей показал, что молодые залежи (5–10 лет) характеризуются увеличением содержания органического углерода ( $C_{org}$ ) за счет сокращения обработки и накопления растительных остатков. Однако более длительный срок заброшенности с/х угодий ( $>20$  лет) приводит к значительному снижению  $C_{org}$  (2,15–2,27%) вследствие минерализации ПОВ в почвах бедного минералогического состава. Отсутствие реакционноспособных глинистых минералов (например, вермикулита) и преобладание кварца — минерала с низкой катионообменной способностью — делает ПОВ зависимым от его биохимической устойчивости, а не от механизмов физической окклюзии, которые уязвимы к субарктическим циклам замерзания-оттаивания, разрушающим почвенные агрегаты.  $^{13}C$  ЯМР-спектроскопия и элементный анализ позволил выявить изменения молекулярной структуры ПОВ. В почвах, действующих с/х угодий преобладали незамещенные алкилы (40,88%), свидетельствующие о поступлении лабильной фракции ПОВ, тогда как в заброшенных почвах наблюдалось прогрессирующее накопление О, N-алкилов (основные компоненты растительных остатков) - 21,6% и ароматических структур - 15,88% (лигнин и трудноразлагаемые органические остатки). Несмотря на устойчивость лигнина к разложению, его дестабилизация в минерально-бедных почвенных матрицах подчеркивает нестабильность ПОВ в незарегулированных системах. В отличие от этого, эталонный участок Ямальской опытной агростанции демонстрирует устойчивость благодаря регулярному привносу аллохтонного органического вещества. Эта стабильность обусловлена регулярным внесением органических удобрений, несмотря на ограниченное содержание глинистых минералов, что подчеркивает значимость длительного поступления органического вещества для компенсации бедного минералогического состава почв.

Ключевые климатические стрессоры — короткий вегетационный период и циклы замерзания-оттаивания — усиливают деградацию ПОВ. Низкие температуры замедляют микробную деструкцию ПОВ, однако этого недостаточно для компенсации потерь  $C_{org}$  из-за аккумуляции грубого гумуса в заброшенных агроценозах. РСА-анализ проученных данных (Рисунок 1) дополнительно выявил связь снижения содержания  $C_{org}$  с выщелачиванием питательных элементов (Р, К) и подкислением, угнетающими микробную активность. Рост соотношения О:С (от 0,68 до 0,83) и снижение гидрофобности ( $HВ/HI = 1,44 \rightarrow 1,19$ ) в заброшенных почвах подтверждают усиленное окисление и потерю лабильной фракции ПОВ. Для обеспечения устойчивого управления этими агроэкосистемами необходимо приоритетное использование органических добавок (например, торфа, навоза и стойловых

подстилок) с целью удержания стабильного количества  $C_{\text{орг}}$ , что подтверждается параметрами почв Ямальской опытной агростанции.

Для более детального изучения процессов постагрогенной трансформации субарктических почв необходимо продолжение исследований структуры пулов ПОВ с использованием более глубокого фракционирования. Разделение общего пула ПОВ на грубые твердые органические частицы (ПОМ) и минерально-связанного органического вещества (МАОМ) в сочетании с анализом минерального состава глинистой фракции позволит в перспективе выявить особенности органоминеральных взаимодействий в экстремальных условиях Арктики.

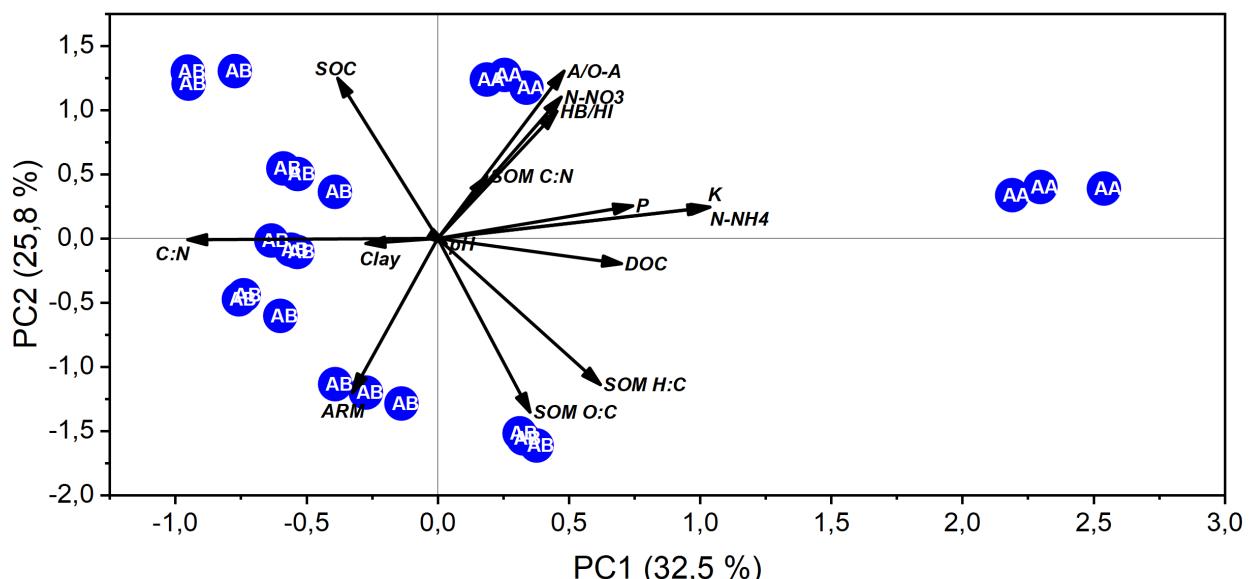


Рисунок 1 – Результаты статистического анализа данных методом главных компонент.  
AB – почвы залежных с/х угодий, AA – почвы действующих с/х угодий.

Переход сельскохозяйственных угодий в залежное состояние в субарктической зоне создает значительные риски для устойчивости ПОВ, что требует внедрения активных стратегий управления для снижения плодородия почв.

*Исследование выполнено при поддержке гранта РНФ № 24-44-00006.*

#### Список использованных источников

1. Poeplau, C.; Schroeder, J.; Gregorich, E.; Kurganova, I. Farmers' Perspective on Agriculture and Environmental Change in the Circumpolar North of Europe and America. *Land* 2019, 8, 190. <https://doi.org/10.3390/land8120190>
2. Schroeder, J., Peplau, T., Pennekamp, F., Gregorich, E., Tebbe, C. C., & Poeplau, C. (2024). Deforestation for agriculture increases microbial carbon use efficiency in subarctic soils. *Biology and Fertility of Soils*, 60(1), 17-34.
3. Алексеева Л.В. Становление полярного земледелия в СССР (на материалах Ямала) // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2017. №2. 3-10.
4. Nizamutdinov, T.; Abakumov, E.; Morgan, E.; Loktev, R.; Kolesnikov, R. Agrochemical and Pollution Status of Urbanized Agricultural Soils in the Central Part of Yamal Region. *Energies* 2021, 14, 4080. <https://doi.org/10.3390/en14144080>
5. Liu, M.; Han, G.; Zhang, Q. Effects of agricultural abandonment on soil aggregation, soil organic carbon storage and stabilization: Results from observation in a small karst catchment, Southwest China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2020, 288, 106719.
6. Herndon, E.M.; Yang, Z.; Bargar, J.; Janot, N.; Regier, T.Z.; Graham, D.E.; Liang, L. Geochemical drivers of organic matter decomposition in arctic tundra soils. *Biogeochemistry* 2015, 126, 397–414.

## МАКРОФИТЫ ВОДОТОКОВ И ВОДОЕМОВ ПОЛУОСТРОВОВ СРЕДНИЙ И РЫБАЧИЙ

***<sup>1</sup>Н. Потиевская, <sup>1</sup>Н. Зуева, <sup>2</sup>О. Гришуткин, <sup>2</sup>А. Бобров***

*1) ФГБОУВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,*

*г. Санкт-Петербург, Россия, n.potievskaya@eco.rshu.ru, zuyeva@rshu.ru*

*2) Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, п. Борок*

**Аннотация.** Изучены макрофиты водоемов и водотоков на полуостровах Рыбачий и Средний. Исследования проводились с берегов водных объектов стандартными гидроботаническими методами. В ходе работ обнаружены представители 97 таксонов. Наибольшим обилием и встречаемостью обладают прибрежно-водные виды (*Comarum palustre*, *Caltha palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Carex aquatilis*, *Carex rostrata*). Среди изученных водных объектов выделены озера с самыми высокими показателями флористического богатства и обилия, что, вероятно, обусловлено локальными факторами территорий, на которых расположены водоемы.

**Ключевые слова:** Кольский полуостров, экотип, водная растительность, растительный покров.

## MACROPHYTES OF WATERCOURSES AND WATER BODIES OF SREDNY AND RYBACHY PENINSULAS

***<sup>1</sup>N. Potievskaya, <sup>1</sup>N. Zueva, <sup>2</sup>O. Grishutkin, <sup>2</sup>A. Bobrov***

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,*

*n.potievskaya@eco.rshu.ru, zuyeva@rshu.ru*

*2) Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok*

**Abstract.** Macrophytes of reservoirs and watercourses on the Rybachi and Sredny peninsulas were studied. The studies were conducted from the banks of water bodies using standard hydrobotanical methods. During the work, representatives of 97 taxa were discovered. The species (*Comarum palustre*, *Caltha palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Carex aquatilis*, *Carex rostrata*) belonging to plants of the water's edge have the greatest abundance and occurrence. Among the studied water bodies, lakes with the highest values of floristic richness and abundance were identified. This is probably due to local factors of the territories in which they are located.

**Keywords:** Kola Peninsula, ecotype, aquatic flora, vegetation cover.

На северо-западе Мурманской обл. располагаются полуострова Средний и Рыбачий, соединенные между собой узким перешейком. Нехарактерные для района ландшафты данной местности обусловлены уникальностью геологии и рельефа [1]. На пластовых возвышенных равнинах полуостровов расположено множество водоемов [2], одними из компонентов экосистемы которых являются водные макрофиты. Теплое Нордкапское течение способствует формированию типичного морского гумидного климата [3], а вегетационный период на участке исследований продолжается около 100 дней [2]. Относительно других территорий, расположенных на 69° с.ш., исследуемая местность отличается сравнительно высоким разнообразием водной растительности [4], которая является одним из малоизученных компонентов экосистем водоемов и водотоков самых северных территорий Фенноскандии [5].

Полевые исследования проводились в период активного цветения и плодоношения, с середины июля по середину августа в 2021–2023 гг. В ходе проведения работ водоемы и водотоки обследовались с использованием стандартных методов [6].

Во флористическом списке макрофитов исследованных водных объектов насчитывается 97 таксонов. Встреченные виды обычны для территории европейского севера и описаны для севера Мурманской области [7]. Определены таксоны с наибольшей

встречаемостью (от большего к меньшему значению): *Comarum palustre* L., *Caltha palustris* L., *Equisetum fluviatile* L., *Carex aquatilis* Wahlenb., *Carex rostrata* Stokes. Все часто встречающиеся виды принадлежат к двум экологическим группам: гелофиты и гигрогелофиты. Доминирующим по обилию является *Comarum palustre*. Обилие видов *Caltha palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Carex aquatilis* и *C. rostrata* несколько ниже, но также высоко по сравнению с другими обнаруженными таксонами. Среди истинно-водных растений и растений, образующих устойчивые водные формы, наиболее распространены (в порядке уменьшения обилия) *Fontinalis antipyretica* Hedw., *Subularia aquatica* L., *Isoëtes echinospora* Durieu, *Sparganium angustifolium* Michx., *Stuckenia filiformis* (Pers.) Börner и *Callitricha palustris* L.

Среди изученных водных объектов самым высоким флористическим богатством обладают два безымянных озера: на северо-западе п-ова Средний (69,794785; 31,900639) и на юге п-ова Рыбачий (69,635154; 32,364865) (далее – озеро А и В соответственно).

Максимальное разнообразие водных растений, а также их высокое обилие характерно для озера А, в котором отмечено 24 таксона. Этот водоем расположен на территории, которую занимает зеленомошное и травяное лесотундровое березовое редколесье, что выделяет его среди основной площади полуострова, занятой тундрой. Чуть меньшим разнообразием и обилием видов характеризуется растительный покров озера В, в котором были обнаружены 23 представителя водной флоры. Через данный водоем протекает ручей Железный, исток и верхнее течение которого находятся на заболоченных территориях. Возможно, большое разнообразие водной флоры обусловлено проточностью данного озера.

В итоге, был проведен анализ некоторых характеристик растительного покрова водных объектов на территории полуостровов Средний и Рыбачий. Видовое разнообразие макрофитов в водных объектах данной территории в целом невысоко, однако, больше, чем в аналогичных водоемах ландшафтов, расположенных восточнее. Выявлены озера с высоким показателем флористического богатства и обилия, что, по-видимому, обусловлено локальными факторами тех участков территории, на которых располагаются данные водные объекты.

#### Список использованных источников

1. Меньшакова М.Ю., Гайнанова Р.И., Поторочин Е.О. Распространение редких видов растений на территории природного парка «Полуострова Рыбачий и Средний» (Мурманская область) // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология. 2022, № 2. 71–77. DOI: 10.17308/geo.2022.2/9312
2. Попова К.Б., Чередниченко О.В., Разумовская А.В. Классификация приморской растительности полуостровов Рыбачий и Средний (побережье Баренцева моря) // Растительность России. СПб. 2017. № 31. 77–92. DOI: 10.31111/vegrus/2017.31.77
3. Евдокимова Г.А., Мозгова Н.П., Мязин В.А. Физико-химические и микробиологические характеристики почв тундры полуострова Рыбачий // Почвоведение. 2025. №1. 78–85. DOI: 10.1134/S1064229318010064
4. Лавриненко О.В., Лавриненко И.И., Цывкунова И.В., Дьячкова И.В. Водные и прибрежно-водные сообщества в водоемах Ненецкого автономного округа // Растительность России. СПб. 2024. № 49. 88–123. DOI: 10.31111/vegrus/2024.49.88
5. Разумовская А.В., Кожин М.Н., Боровичев Е.А., Копеина Е.И., Королева Н.Е., Попова К.Б., Демахина Т.В. Сосудистые растения / Материалы по ведению Красной книги Мурманской обл. Информационный бюллетень. Вып. 1. Петрозаводск. 2019. 82–96.
6. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР: Методы изучения. Ленинград. 1981. 187.
7. Зуева Н.В., Гришуткин О.Г., Зуев Ю.А., Ефимов Д.Ю., Чемерис Е.В., Бобров А.А. Оценка состояния растительного покрова трансграничного водотока северной Фенноскандии (российская часть р. Паз) // Биология внутренних вод. 2022. № 4. 381–394. DOI: 10.31857/S0320965222040325

## ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ФЛУОРИСЦЕНТНЫМИ МЕТОДАМИ

*<sup>1</sup>I. Semadeni*

1) Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия

**Аннотация.** В современных условиях глобальных климатических изменений и постоянно увеличивающегося антропогенного влияния водные экосистемы подвержены серьезным трансформациям, что поднимает вопрос об организации новых и расширении существующих в настоящее время комплексных многолетних наблюдений для оценки влияния этих изменений как на сами экосистемы, так и на человека. Исследования фитопланктона водохранилищ Верхней Волги с применением флуоресцентного метода проводятся с 2000-х годов, продолжая пополнять информацию, для более точной оценки состояния экосистем. Настоящим исследованием получены количественные данные о содержании, пространственном распределении и межгодовой динамике хлорофилла *a* ( $\Sigma$ Chl), фотосинтетической активности фитопланктона в водохранилищах Верхней Волги, а также проведено сравнение двух разнотипных флуоресцентных методов.

**Ключевые слова:** флуоресценция, хлорофилл, фитопланктон.

## PHYTOPLANKTON FUNCTIONAL STATE ASSESSMENT BY FLUORESCENCE METHODS

*<sup>1</sup>I. Semadeni*

1) Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, Borok, Russia

Under the current conditions of global climatic changes and ever-increasing anthropogenic impact, aquatic ecosystems are subject to serious transformations, which raises the question of organizing new and expanding the currently existing comprehensive multi-year observations to assess the impact of these changes both on the ecosystems themselves and on humans. Studies of phytoplankton of Upper Volga reservoirs using the fluorescence method have been conducted from the 2000s, continuing to add information for a more accurate assessment of the state of ecosystems. The present study obtained quantitative data on the content, spatial distribution and interannual dynamics of chlorophyll *a* ( $\Sigma$ Chl), photosynthetic activity of phytoplankton in the Upper Volga reservoirs, and compared two different types of fluorescence methods

**Keywords:** fluorescence, chlorophyll, phytoplankton.

Хлорофилл *a* является одним из ключевых пигментов фотосинтетического аппарата, обеспечивающим поглощение и утилизацию квантов света. Оценка функционального состояния пресноводного фитопланктона проводится на основе содержания пигментов, величин переменной флуоресценции хлорофилла и доли феопигментов, что подтверждено рядом исследований [1,2]. Флуоресцентные методы анализа обладают высокой информативностью и позволяют оперативно получать значительные объемы данных, что делает их более эффективными по сравнению с традиционными методиками [3].

Материал был собран во время комплексных экспедиций водохранилищ Верхней Волги в летний период 2015–2023 гг. и осенний период 2024 г. Количество станций варьировало от 20 до 28 летом и 12 осенью. Для летнего периода пробы воды отбирали батометром Элгморка из каждого метра воды от поверхности до дна. Интенсивность флуоресценции живых проб измеряли двумя способами. Первый, с помощью переносного рам-флуориметра ПФЛ 3004–СИД при облучении белым светом интенсивностью 150 Вт, а также светом длиной волны 410±20, 490±20 и 540±10 нм, с последующим возбуждением хлорофилла основных систематических групп пресноводного фитопланктона: цианопрокариот ( $Xl_{Cyan}$ ), диатомовых+динофитовых ( $Xl_{Bac}$ ), зелёных+эвгленовых ( $Xl_{Chl}$ ). Итоговый расчет концентрации  $\Sigma$ Chl производился путем суммирования  $Xl_{Cyan}$ ,  $Xl_{Bac}$ ,  $Xl_{Chl}$  [4]. Фотосинтетическую активность фитопланктона определяли расчетом эффективного

квантового выхода фотосистемы II (далее КФА), при естественном освещении. Второй метод, опробованный в осенний период, включал в себя использования погружного спектрофлуориметра PhycoProbe. Данный метод позволяет не только получить детальную информацию о содержании и пространственном распределении  $\Sigma\text{Хл}$  и фотосинтетической активности (измеренной по длине волны 470 нм), но и позволяет непосредственно определить состав фитопланктона в реальном времени, получая данные о количественном содержании хлорофилла Зеленых, Цианопрокариот, Диатомовых, Криптофитовых, Плактотриса, вместе с содержанием несвязанного фикоцианина.

Получено, что в летний период максимального прогрева воды, средняя концентрация  $\Sigma\text{Хл}$  варьировала в пределах 10.8–43.6 мкг/л в Угличском водохранилище и 19.4–44.2 мкг/л в Иваньковском водохранилище, при низкой вариабельности температуры, цветности и прозрачности. Пространственное распределение пигмента, характеризовалось умеренной вариабельностью, высокие концентрации получены в верхних частях водохранилищ и в местах притоков крупных рек, достигая значений выше 100 мкг/л. Наблюдаемые концентрации  $\Sigma\text{Хл}$  отличаются от ранее полученных данных, однако отмечено сохранение эвтрофного статуса у исследуемых водоемов. Основной фонд хлорофилла составляют  $\text{Хл}_{\text{Cyan}}$  и  $\text{Хл}_{\text{Vac}}$ . Рост концентраций  $\Sigma\text{Хл}$  в водохранилищах преимущественно обусловлен увеличением доли  $\text{Хл}_{\text{Cyan}}$ , особенно в последние годы [5]. В Угличском водохранилище доля  $\text{Хл}_{\text{Cyan}}$  в общем пуле хлорофилла в 2022 и 2023 гг. достигла 80-90%. Впервые была выявлена отрицательная корреляция между  $\Sigma\text{Хл}$  и  $\text{Хл}_{\text{Vac}}$ , характеризующая развитие диатомового планктона в стрессовых условиях. Наиболее часто получены значения КФА в диапазоне 0.3–0.5 для обоих водохранилищ, что характеризует фотосинтетическую активность фитопланктона в Верхней Волге за исследуемый период как нормальную. Однако отмечается снижение фотосинтетической активности альгоценоза при общем увеличении доли  $\text{Хл}_{\text{Cyan}}$  и увеличении частоты встречаемости величин  $\Sigma\text{Хл}$  выше 30 мкг/л, в последние годы.

В осенний период, средние величины  $\Sigma\text{Хл}$  в Рыбинском водохранилище варьировали в диапазоне 13–35 мкг/л. Максимальные значения  $\Sigma\text{Хл}$  отмечены в южной части водохранилища, ближе к Волге, а также вблизи города Брейтово, достигая величин 150 мкг/л и более, что соответствует значениям летнего цветения. Концентрации свободного фикоцианина, являющегося возможным маркером наличия цианотоксинов, не превышали 1.5 мкг/л [6]. Анализ вертикального профиля станций с высоким содержанием пигмента подтвердил предположение, что на этих точках, пул  $\Sigma\text{Хл}$  был сформирован цианопрокариотами, вклад которого достигал 79%. Лишь на двух станциях зафиксированы величины хлорофилла диатомовых водорослей, свойственные осеннему составу альгоценоза. Фотосинтетическая активность фитопланктона была низкой, величины КФА выше критического уровня 0.3 наблюдались преимущественно в местах повышенной доли диатомовых, однако это может быть связано как с развитием фитопланктона в неблагоприятных для него абиотических условиях, так и с физиологическим более низким квантовым выходом фотосинтетической реакции у цианопрокариот. Наблюдаемые концентрации  $\Sigma\text{Хл}$ , а также нетипичное для осени соотношение основных отделов водорослей, могут свидетельствовать о расширении сезона вегетации летнего фитопланктона водохранилищ Верхней Волги в условиях устойчивого увеличения средних температур, а также возможном влиянии городской агломерации на состояние водоема.

Полученные двумя методами данные хорошо коррелируют как с друг другом, так и со стандартным спектрофотометрическим методом определения пигментов. Однако применение портативных, но требующих подключения к сети флуориметров ограничивает возможность исследования крупных водоемов. В таких случаях, использование погружных зондов для мониторинга состояния водных экосистем является не только перспективой, но

скорее необходимостью, в условиях макромасштабных съемок, увеличивая как объем полученного материала, так и скорость его обработки.

#### Список использованных источников

1. Мошаров С.А., Сергеева В.М. Оценка функционального состояния морского фитопланктона по флуоресцентным показателям и соотношению концентраций феофитина и хлорофилла а // Вопросы современной альгологии. 2018, № 1 (16).
2. Ridley S.M., Horton P. DCMU-Induced Fluorescence Changes and Photodestruction of Pigments Associated with an Inhibition of Photosystem I Cyclic Electron Flow // Zeitschrift Für Naturforschung C. 1984. Vol. 39, № 5.351–353.
3. Рубин А.Б. Биофизические методы в экологическом мониторинге // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т.6, № 4. 7–13.
4. Gaevsky N.A., Kolmakov V.I., Anishchenko O.V., Gorbaneva T.B. 2005. UsingDCMU-fluorescencemethodfortheidentificationofdominant phytoplankton groups // Journal of Applied Phycology. Vol. 17, № 6. P. 483–494. DOI:10.1007/s10811-005-2903-x
5. Mineeva N.M, Semadeni I.V. Chlorophyll Content and Photosynthetic Activity of Phytoplankton in Reservoirs of the Volga River (Russia) // Phycology. 2023. 3. 368–381. <https://doi.org/10.3390/phycology3030024>
6. Moldaenke C., Fang Y., Yang F., Dahlhaus A. Early warning method for cyanobacteria toxin, taste and odor problems by the evaluation of fluorescence signals // Science of The Total Environment. 2019. 667, 681–690. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.02.271

УДК 374

## ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГООБРАЗОВАНИЯ

*<sup>1</sup>А.И. Тимофеева*

*1) Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования «Центр «Ладога», Ленинградская область, дер. Разметелево, Россия*

*Аннотация.* В статье рассматривается потенциал системы дополнительного образования в профессиональном самоопределении школьников на примере деятельности ресурсного центра по развитию дополнительного образования по естественнонаучной направленности в Ленинградской области.

*Ключевые слова:* дополнительное образование, профессиональное самоопределение, естественнонаучная направленность

## EDUCATIONAL GUIDANCE POTENTIAL OF THE SUPPLEMENTARY EDUCATIONAL SYSTEM

*<sup>1</sup>А.И. Timofeeva*

*1) State budgetary institution of additional education Centrer “Ladoga”, Russia*

*Abstract.* The article examines the potential of the additional education system in the professional self-determination of schoolchildren on the example of state budgetary institution of additional education in the field of natural sciences in the Leningrad region.

*Keywords:* supplementary education, guidance potential, natural science

Быстрые изменения в окружающей нас предметной среде, стремительное информационно-техническое развитие создают новые реалии, в которых оказываются обучающиеся при выборе будущей специальности. Возникает потребность в формировании

у детей гибких личностных качеств, развитие интеллектуально-творческого потенциала и внутренней мотивации к труду. Одним из самых первых социальных институтов, посещаемых ребенком, наряду со школой, является учреждения дополнительного образования. Обучение по дополнительным общеобразовательным программам (1-11 класс) в разных типах учреждений может стать первой ступенью на пути к личностному и профессиональному самоопределению школьников.

Особенности системы дополнительного образования представляют собой:

- сосредоточение на более узкой сфере интересов;
- формирование образовательная среда из педагогов и обучающихся, формирующих продуктивную образовательную среду;
- высокая гибкость и способность к адаптации системы дополнительного образования, что делает возможным развиваться в перспективных и актуальных направлениях;
- раскрытие личностных интересов и склонностей при том, что учебные предметы выступают в качестве одних из средств обучения;
- индивидуализация, стремление к воспитанию свободной и самобытной личности, вектор на индивидуальную траекторию развития [1, 2].

Дополнительное образование включает 6 основных направлений: туристско-краеведческое, естественнонаучное, техническое, художественное, социально-педагогическое и физкультурно-спортивное. По данным 2023 года в Ленинградской области существует 83 учреждения дополнительного образования с охватом более 143 тысяч обучающихся [3]. ГБУ ДО «Центр «Ладога» является учреждением подведомственным комитету общего и профессионального образования Ленинградской области и курирует деятельность по всем направленностям дополнительного образования среди всех образовательных учреждений региона. Одним из основных видов деятельности Центр «Ладога» является реализация конкурсного движения, включая ведение конкурсов по естественнонаучной направленности. Ежегодно в конкурсах по направленности принимает участие около 130 тысяч детей и педагогов из всех 17 муниципальных округов и 1 городского округа области.

Говоря о развитии естественнонаучной направленности в Ленинградской области, по данным системы АИС «Навигатор» на 2025 год дополнительными общеобразовательными программами по естественнонаучной направленности охвачены 44246 обучающихся, что на 12911 человек больше, чем в 2022 году. Увеличение охвата может быть связано с созданием новых форм и типов учреждения и программ по развитию направленности. Так, на 2024 год в Ленинградской области существует 19 профильных агроклассов, созданных с целью популяризации сельскохозяйственных профессий и развитию системы непрерывного аграрного образования. В рамках федерального проекта «Современная школа» национального проекта «Образование» были созданы технопарки «Кванториум» и «Точка роста». На 2024 год было открыто 576 центров образования естественнонаучной и технологической направленностей «Точка роста» и технопарков «Кванториум», которые повышают доступность профильного образования.

Центром «Ладога» ежегодно проводится около 20 мероприятий различного уровня по естественнонаучной направленности, включая конкурсы, фестивали, акции, направленные на развитие проектной и исследовательской деятельности среди школьников и решение актуальных экологических проблем.

Для оценки готовности к профессиональному выбору была разработана анкета из 24 вопросов, для обучающихся системы дополнительного образования Ленинградской области. Возрастная категория опрашиваемых – обучающиеся средней и старшей школы. Было опрошено 35 обучающихся, из которых 58% опрошенных становились участниками конкурсов по естественнонаучной направленности, проводимых ГБУ ДО «Центр «Ладога», без получения призовых мест. Равное количество участников ( $\approx 16\%$ ) становилось призерами и победителями не один раз, и по одному участнику становились призерами и победителями по одному разу.

С использованием дихотомического коэффициента корреляции было выявлено, что участники мероприятий Центр «Ладога» по естественнонаучной направленности, в большей степени готовы выбрать профессию и сделали свой окончательный профессиональный выбор. В целом более 85% опрошенных с разной степенью уверенности ответило, что обучение в системе дополнительного образования оказало влияние на выбор профессии.

Таким образом, можно говорить о том, что учреждения дополнительного образования могут выступать в качестве подходящего учреждения для развития личностного и профессионального потенциала обучающихся. В настоящее время существует и развивается большое количество программ и форм образовательных учреждений для реализации естественнонаучного образования в Ленинградской области.

#### Список использованной литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года»
2. Павлова Н.И. Дополнительное образование детей в современных условиях и инновационные механизмы их совершенствования // Мир науки, культуры, образования. 2020 г. Т.83, №.4
3. Евладова Е.Б., Логинова Л.Г., Михайлова Н.М. Дополнительное образование детей. Москва: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС 2004. 349 с.
4. Итоговый отчет о мониторинге системы образования Ленинградской области за 2023 год

# СЕКЦИЯ 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

УДК 628.16

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

<sup>1</sup>*И. Акчурин*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, ivanik2003@gmail.com

*Аннотация.* Проведенное исследование подтверждает значительное влияние антропогенной нагрузки и погодных на реку Нева, а также эффективность процессов водоподготовки на водопроводных станциях

*Ключевые слова:* Водоканал, вода, очистка, Нева.

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE QUALITY OF WATER PURIFICATION AND TREATMENT

<sup>1</sup>*I. Akchurin*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, ivanik2003@gmail.com

*Abstract.* The conducted study confirms the significant impact of anthropogenic load and weather conditions on the Neva River, as well as the effectiveness of water treatment processes at water supply stations

*Keyword:* Neva River, purification, Vodokanal, water.

Река Нева – единственный поверхностный источник водоснабжения г.Санкт-Петербурга, подверженный значительному антропогенному и климатологическому воздействию. Основными факторами, влияющими на качество воды, являются сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, судоходство и атмосферные осадки. Исследование направлено на экологическую оценку воды р. Нева с учетом ее водоподготовки на Северной водопроводной станции (далее СВС) ГУП "Водоканал" СПб.

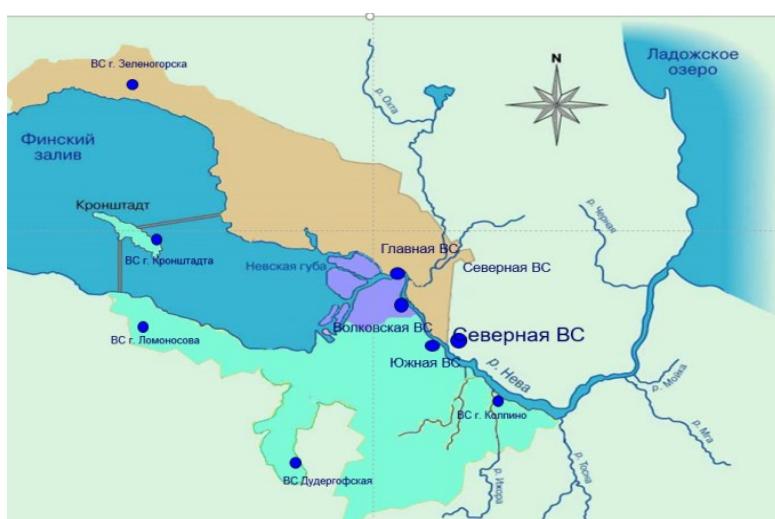


Рисунок 1 - Местоположение водозабора в д.Новосаратовка

Гидробиологические, микробиологические и физико-химические данные получены в ходе анализов проб воды в 2024 году, отобранных в створе водозабора водопроводной станции (рисунок 1). Анализ включал определение основных параметров, как мутность, цветность, перманганатная окисляемость, содержание алюминия. Среднегодовые значения мутности 0,7–4,4 мг/дм<sup>3</sup>; цветности 33-47 градусов цветности; перманганатной окисляемости 9,0 – 9,6 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; содержание алюминия от 0,015 до 0,19 мг/дм<sup>3</sup>.

Гидробиологические исследования проводились с учетом времени года, численности и видового состава фитопланктона. В зимнее время года видовой состав фитопланктона водоисточника включал 31 вид водорослей, принадлежащих к шести отделам: сине-зелёные - 57,9 % от общей численности, 9,8 % от общей биомассы; диатомовые - 27,0 % / 79,5 %; жёлто-зелёные - 7,4 % / 4,4 %; пирофитовые - 1,7 % / 1,7 %; зелёные - 5,9 % / 4,2 %; золотистые - <0,1 % / 0,4 %. В летнее время года видовой состав фитопланктона водоисточника включал 59 видов водорослей, принадлежащих к семи отделам: сине-зелёные - 77,7 % от общей численности, 38,2 % от общей биомассы; диатомовые - 6,4 % / 39,7 %; жёлто-зелёные - 1,4 % / 2,8 %; пирофитовые - 0,3 % / 4,4 %; эвгленовые - < 0,1 % / 0,7 %; зелёные - 12,3 % / 10,3 %; золотистые - 1,7 % / 3,8 %.

Таблица 1 – Микробиологический анализ воды водоисточника [2]

ОМЧ	ОКБ	ТКБ	Колифаги	Энтероккокки
1-85(~11/год) КОЕ/см <sup>3</sup> .	9-5500 КОЕ/100см <sup>3</sup> .	9-4600 КОЕ/100см <sup>3</sup> .	0-27БОЕ/100см <sup>3</sup> .	5-70.

Анализ воды показал, что в целом соответствует гигиеническим нормативам согласно (раздIII, табл 3) [2]. Процессы водоподготовки на СВС обеспечивают снижение концентрации загрязняющих веществ, но эффективность отдельных этапов, а именно сброса промывной воды требует дополнительного анализа. Качество воды после подготовки соответствует установленным санитарным нормам, однако изменчивое состояние р. Нева подчеркивает необходимость регулярного мониторинга и совершенствования систем очистки, способных точно подстраиваться под изменение состава водоисточника и производства качественной, питьевой воды для горожан (таблица 2).

Таблица 2 – ПДК для чистой воды и реальные значения после очистки и водоподготовки

Показатели	Нормативы, не более[2]	Диапазон значений
Запах, баллы	2	0 - 1
Цветность, градусы	20	1-16
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	1,5	<0,001– 1,40
Окисляемость перманганатная, мг/дм <sup>3</sup>	5,0	1,4 – 4,5
Алюминий, мг/дм <sup>3</sup>	0,20	0,01 – 0,20

Проведенное исследование подтверждает значительное влияние антропогенной нагрузки и погодных на реку Нева, а также эффективность процессов водоподготовки на водопроводных станциях.

#### Список использованных источников

- Брендт Д., Дрюс М., Фридман Р. Практика водоснабжения, справочник для технического персонала. СПб.: ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга", 2010. 496.
- СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".
- Алексеев М.И., Иванов В.Г., Курганов А.М., Герасимов Г.Н. Технический справочник по обработки воды. СПб.: ГУП "Водоканал Санкт-Петербурга", 2007. 775.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЛХОВСКОЙ ГУБЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*<sup>1</sup>V. Andreev, <sup>1,2,3</sup>E. Voyakina*

*1)Российский государственный гидрометеорологический университет,  
г. Санкт-Петербург, Россия, vasya-andreev-03@mail.ru*

*2) Санкт-Петербургский государственный университет  
3) СПб ФИЦ РАН, г. Санкт-Петербург, Россия*

*Аннотация.* В работе представлены результаты исследования гидрохимических характеристик в прибрежной зоне Волховской губы Ладожского озера в районе г. Сясьстрой в период открытой воды в 2024 гг. Максимальные превышения ПДК отмечены по содержанию аммонийного азота – показателю постоянного загрязнения воды.

*Ключевые слова.* Ладожское озеро, Волховская губа, гидрохимия, загрязнение воды.

## ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE VOLKHOV BAY OF LAKE LADOGA BY HYDROCHEMICAL INDICATORS

*<sup>1</sup>V. Andreev, <sup>1,2,3</sup>E. Voyakina*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
vasya-andreev-03@mail.ru*

*2) Saint-Petersburg State University, 3) SPC RAS St. Petersburg, Russia*

*Abstract.* The paper presents the results of a study of hydrochemical characteristics in the coastal zone of the Volkhovskaya Bay of Lake Ladoga in the area of the city of Syasstroy during the open water period in 2024. The maximum exceedances of the maximum permissible concentration were noted for the content of ammonium nitrogen, an indicator of permanent water pollution.

*Key words.* Ladoga Lake, Volkhovskaya Bay, hydrochemistry, water pollution.

Исследования последних лет показали, что одним из важных источников поступления загрязняющих веществ к истоку р. Невы, являющейся источником питьевого водоснабжения г. Санкт-Петербурга, выступают воды Волховской губы Ладожского озера, чему способствуют гидрологические особенности озера в целом и губы - в частности. Волховская губа, являющаяся важным рыбохозяйственным водным объектом и частью уникального по своей природе Ладожского озера, принимает воды одного из самых крупных и загрязнённых притоков озера – р. Волхов, а также р. Сясь и стоки Сясьского ЦБК [1]. В общем объёме поступления биогенных веществ и нефтепродуктов преобладает вынос р. Волхов, учитывая характер стоков промышленных предприятий городов В. Новгород, Кириши и Волхов, а также Киришской ГРЭС-19 [2]. В настоящее время Волховская губа остается одной из наиболее загрязненных акваторий озера. Гидрологической особенностью Волховской губы является её мелководность, характер донных отложений и наличие течений, что способствует выносу загрязняющих веществ за её пределы в озеро [2].

Исследование проводилось в прибрежной зоне Волховской губы Ладожского озера в районе г. Сясьстрой. Исследуемая акватория обладает важным хозяйственным, природоохранным и рекреационным значением, что определяет высокую актуальность проведения регулярных мониторинговых исследований [3]. Цель работы – провести оценку экологического состояния Волховской губы Ладожского озера по гидрохимическим характеристикам в период открытой воды 2024 г.

Волховская губа – крупнейшая эстuarная бухта, расположенная в южной части Ладожского озера. Площадь губы равна 807,8 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 8,1 м, объем водной

массы – 6,6 км<sup>3</sup>. Около 53% площади залива относится к литоральной зоне, что соответствует 25% объема губы. Бухта имеет свободный водообмен с озером [4].

Отбор проб производился шесть раз на одной станции (глубина 1,2 м) в период с мая по октябрь 2024 года. Выбор расположения станции обоснован удалением от главного коллектора выпуска сточных вод с Сясьского ЦБК и г. Сясьстрой. Это удаление составляет 1,75 км. Отбор и анализ проб воды производился по стандартным методикам [5]. Химико-аналитические исследования проб воды проводились на базе лаборатории СПб ФИЦ - НИЦЭБ РАН. При проведении исследований были определены следующие гидрохимические характеристики: pH, электропроводность, содержание фосфатов, содержание аммонийного азота, содержание нитритов, мутность и цветность. Также проводили наблюдения за погодными условиями, температурой и прозрачностью воды.

В период проведения исследования pH воды изменялась в пределах от 6,7 до 7,8. Максимальное значение pH отмечалось в мае (7,8), а минимальное – в октябре (6,7). В целом можно отметить общее снижение pH (отрицательный тренд) в течение периода наблюдений от мая к октябрю. В июле наблюдался скачок pH (резкое понижение) до 7, который можно объяснить забросом подкисленных сточных вод с главного коллектора вследствие действия сильного юго-западного ветра. В целом значения pH не сильно отклоняются от фонового значения, принимаемого за ПДК (7,4), поэтому можно сказать, что pH воды находится в норме [5]. Значения минерализации воды были получены в результате расчётов из значений электропроводности. Её значения варьировали в диапазоне от 58 до 178 мг/л. Вода Волховской губы Ладожского озера, таким образом, классифицируется как пресная или ультрапресная [5].

Содержание фосфатов изменялось в пределах от 0,002 до 0,022 мг/л. Максимальное значение наблюдалось в июле (0,022 мг/л), а минимальное - в августе (0,002 мг/л). Все значения содержания фосфатов удовлетворяют нормативу ПДК (0,15 мг/л). Схожая динамика наблюдается в случае с аммонийным азотом. Коэффициент корреляции между содержанием фосфатов и содержанием аммонийного азота составляет 0,88. Значения содержания аммонийного азота представляют особый интерес. Они варьировали в диапазоне от 0,89 до 7,41 мг/л. Все полученные значения превышают норматив ПДК (0,5 мг/л). Наибольшее превышение было отмечено в июле, когда превышение составило 15 ПДК. Наблюдается также ярко выраженная связь содержания фосфатов и аммонийного азота со значениями цветности. Коэффициенты корреляции здесь составляют 0,92 и 0,99 соответственно. Таким образом, максимальные значения содержания фосфатов, аммонийного азота и цветности выпадают на июль, когда господствовал сильный юго-западный ветер, который нагонял загрязненные подкрашенные воды с главного коллектора сточных вод Сясьского ЦБК и г. Сясьстрой. Очень высокие концентрации аммонийного азота говорят о постоянном загрязнении исследуемого водного объекта промышленными сточными водами [5].

Значения содержания нитритов варьировали слабо в пределах от 0,015 до 0,022 мг/л. Все значения не превышают значение норматива ПДК.

#### Список использованных источников

1. Науменко М.А., Авинский В.А., Барбашова М.А., Гузиватый В.В., Каретников С.Г., Капустина Л.Л. и др. Современное экологическое состояние Волховской губы Ладожского озера// Санкт-Петербург: Институт озероведения РАН, 2000
2. Крылова Ю. В., Курашов Е. А., Пономаренко А. М., Светашова Е. С., Синякова М. А., Екимова С. Б., Протопопова Е. В., Колесовская Е. В., Ходонович В. В., Явид Е. Я., Гребенников В. А., Фисак Е. М., Оценка экологического состояния литоральной зоны Ладожского озера по результатам исследований 2019 года // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 6. С. 102–120.
3. Курашов Е.А., Барбашова М.А., Дудакова Д.С., Капустина Л.Л., Митрукова Г.Г., Русанов А.Г., Алешина Д.Г., Иофина И.В., Протопопова Е.В., Родионова Н.В., Трифонова М.С. Экосистема Ладожского озера: современное состояние и тенденции её изменения в конце XX – начале XXI в. // Биосфера, 2018. Т. 10. № 2. С 65–121.

4. Ладога / под ред. С.А. Кондратьева, В.А. Румянцева. Санкт-Петербург: ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН, 2013. 560 с.
5. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2020.116.

**УДК 547.979.7(282.247.212)**

## **ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А» В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В РАЙОНЕ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА В ПЕРИОД МАКСИМАЛЬНОГО ПРОГРЕВА ВОДЫ**

***<sup>1</sup>Н. Аниканов, <sup>1,2,3</sup>Е. Воякина***

- 1) *Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, niklanikanov@gmail.com*
- 2) *Санкт-Петербургский государственный университет,*
- 3) *СПб ФИЦ РАН, г. Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования динамики концентрации хлорофилла «а» в прибрежной зоне Ладожского озера в районе Валаамского архипелага в период максимального прогрева воды в 2022-2024 гг. Максимальные концентрации хлорофилла «а» отмечены в Монастырской бухте – источнике водоснабжения о. Валаам.

**Ключевые слова.** Хлорофилл «а», Ладожское озеро, Валаамский архипелаг, мониторинг.

## **DYNAMICS OF CHLOROPHYLL «A» CONCENTRATION IN THE COASTAL ZONE OF LAKE LADOGA IN THE AREA OF THE VALAAM ARCHIPELAGO DURING THE PERIOD OF MAXIMUM WATER WARMING**

***<sup>1</sup>N. Anikanov, <sup>1,2,3</sup>E. Voyakina***

- 1) *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, niklanikanov@gmail.com*
- 2) *Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*
- 3) *SPC RAS St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The paper presents the results of a study of the dynamics of chlorophyll «a» concentration in the coastal zone of Lake Ladoga in the Valaam Archipelago region during the period of maximum water warming in 2022-2024. The maximum concentrations of chlorophyll a were recorded in Monastery Bay, the source of water supply for Valaam Island.

**Key words.** Chlorophyll «a», Lake Ladoga, Valaam archipelago, monitoring.

Фитопланктон, как первичное звено трофической цепи и один из основных продуцентов органического вещества в водных экосистемах, первым реагирует на все изменения, происходящие в водоемах [1]. Наличие и концентрации пигментов, в частности хлорофилла «а», служит показателем состояния фитопланктона и позволяет судить об уровне его вегетации, трофности водного объекта и о качестве воды в целом [2].

Исследование проводилось в прибрежной зоне Ладожского озера в районе Валаамского архипелага. Исследуемая акватория обладает важным природоохранным и рекреационным значением [3], что определяет высокую актуальность проведения регулярных мониторинговых исследований.

Цель работы – оценить динамику концентрации хлорофилла «а» в прибрежной зоне Ладожского озера в районе Валаамского архипелага в период максимального прогрева воды в 2022-2024 гг.

Валаамский архипелаг расположен в северной, глубоководной части Ладожского озера. В его состав входят свыше 50 островов общей площадью 3600 га. В прибрежной зоне

Валаамского архипелага находится большое количество разнообразных биотопов. Данная акватория включает в себя открытые участки с большим перепадом глубин, мелководные закрытые и открытые бухты, глубокие заливы и протоки между островами [3].

Разнообразие биотопов акватории Ладожского озера в районе Валаамского архипелага обуславливает значительное видовое богатство водорослей и цианобактерий. На данной акватории обнаружено 183 таксона водорослей и цианобактерий рангом ниже рода, среди которых преобладают цианобактерии (19 % от общего числа видов), зеленые и диатомовые водоросли (29% и 18 % соответственно) [3].

В сезонной динамике отмечается максимальное развитие диатомовых водорослей в весенний, раннелетний и осенний период. С началом прогрева воды отмечается доминирование золотистых, криптофитовых, динофитовых водорослей и цианобактерий [1]. В период максимального прогрева воды, который приходится на июль–август [3], зачастую отмечаются максимальные значения численности и биомассы фитопланктона [1]. Именно в этот период на большинстве участков акватории доминируют потенциально токсичные виды цианобактерий. В разные годы наблюдений они вносили наибольший вклад в общую биомассу (20–95 % от общего числа). Подобная динамика развития фитопланктона характерна для глубоководных районов Ладожского озера [3-4].

Отбор проб воды проводился в период максимального прогрева на 18 станциях, расположенных в различных частях исследуемой акватории. Исследование проводилось стандартными методами [2, 5].

В период проведения исследования концентрация хлорофилла «а» варьировала в широком диапазоне: от 1,08 до 25,06 мкг/л в поверхностном горизонте и от 0,94 до 9,25 мкг/л в интегральных пробах. Максимальные концентрации отмечались в поверхностном горизонте Монастырской бухты, минимальные – в заливе Крестовый. Среднегодовые значения в поверхностном горизонте составляли  $3,09 \pm 0,79$  мкг/л,  $3,59 \pm 0,42$  мкг/л и  $3,36 \pm 0,42$  мкг/л в 2022, 2023 и 2024 гг. соответственно.

По средним значениям концентрации хлорофилла «а» в поверхностном горизонте в период проведения исследования Монастырскую бухту можно отнести к эвтрофным участкам (12,78 мкг/л), а остальную акваторию Валаамского архипелага – к мезотрофным (3,35 мкг/л) [5]. Данные результаты типичны для периода максимального прогрева воды на данной акватории [1, 3, 6]. Повышенные концентрации хлорофилла «а» в Монастырской бухте могут быть обусловлены многолетним влиянием стока плохо очищенных коммунально-бытовых вод поселка Валаам [6].

Концентрация цианобактериального токсина микроцистина-LR может превышать норматив Всемирной организации здравоохранения в 1 мкг/л при концентрации хлорофилла «а» более 1 мкг/л [7]. В настоящий момент в качестве источника водоснабжения о. Валаам используется Монастырская бухта. Согласно рекомендациям ВОЗ, в акватории Монастырской бухты рекомендуется увеличить частоту отбора проб до 1 раза в неделю для отслеживания потенциальных «цветений» в период максимального прогрева воды.

#### Список использованных источников

1. Воякина Е.Ю. Фитопланктон Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: Дис. канд. биол. наук: 03.00.18. СПб., 2007. 245..
2. РД 52.24.784-2013. Массовая концентрация хлорофилла «а». Методика измерений спектрофотометрическим методом с экстракцией этанолом [Текст]. Введ. 2013–02–08. Ростов-на-Дону: ФГБУ «ГХИ». 14.
3. Воякина Е.Ю., Чернова Е.Н. Цианобактериальные «цветения» в прибрежной зоне Ладожского озера в районе Валаамского архипелага // Актуальные проблемы планктонологии. IV Всероссийская конференция с международным участием: материалы конференции. Калининград, 2022.42-45.
4. Курашов Е.А., Барбашова М.А., Дудакова Д.С., Капустина Л.Л., Митрукова Г.Г., Русанов А.Г., Алешина Д.Г., Иофина И.В., Протопопова Е.В., Родионова Н.В., Трифонова М.С. Экосистема Ладожского озера: современное состояние и тенденции её изменения в конце XX – начале XXI в. // Биосфера, 2018. Т. 10. № 2. 65–121.

5. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395.
6. Степанова А.Б., Воякина Е.Ю., Бабин А.В., Зуева Н.В., Зуев Ю.А. Результаты исследований прибрежной зоны Ладожского озера в районе Валаамского архипелага (1998—2019 гг.) в РГГМУ // Гидрометеорология и экология, 2020. № 60. 325–350.
7. Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management., WHO, 1999. 400.

УДК 555.555(282.247.212)

## ОСОБЕННОСТИ ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЗЕР НА О. ВАЛААМ

<sup>1</sup>*Е.В. Аниферова, <sup>1,2</sup>Е.Ю. Воякина*

- 1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», *aniferova217@gmail.com*
- 2) Санкт-Петербургский государственный университет  
г. Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** В работе обобщены результаты исследования лимнологических параметров ряда озер на острове Валаам Валаамского архипелага в июне 2024 г. Выявлены черты, характерные для исследованных озер – низкие значения прозрачности и электропроводности, высокое содержание общего органического вещества.

**Ключевые слова.** Валаамский архипелаг, малые озера, лимнологические параметры

## LIMNOLOGICAL PARAMETERS FEATURES OF LAKES ON VALAAM ISLAND

<sup>1</sup>*E.V. Aniferova, <sup>1,2</sup>E.Yu. Voyakina*

- 1) Russian State Hydrometeorological University, *aniferova217@gmail.com*
- 2) Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** The results of a study on the limnological parameters of several lakes on Valaam Island, part of the Valaam Archipelago, conducted in June 2024 were summarized. Features characteristic of the studied lakes were revealed - low values of transparency and electrical conductivity, high content of total organic matter.

**Keywords:** Valaam archipelago, small lakes, limnological parameters

Валаамский архипелаг входит в состав ООПТ регионального значения республики Карелия и благодаря своему расположению в северо-западной части Ладожского озера мало подвержен антропогенному воздействию с материковой части. Уникальность, компактность расположения и сохранение фонового режима функционирования способствует проведению исследовательской работы [1]. На архипелаге расположено 11 внутренних озер, 10 из которых можно отнести к малым лесным [2]. В настоящее время все более актуальным становится проведение постоянных наблюдений и анализ лимнологических параметров водных объектов в связи с возрастающим антропогенным воздействием. Регулярный мониторинг состояния водных экосистем важен для их стабильного развития и предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду и людей.

Целью работы является описание лимнологических параметров ряда озер о. Валаам по данным полевых работ в июне 2024. Объектами исследования являются 6 малых лесных озер: Лещевое, Игуменское, Черное, Германовское, Крестовое, Никоновское, отличающиеся по площади, происхождению и глубинам.

Данные получены во время производственной практики студентов-экологов Российского государственного гидрометеорологического университета на Учебно-научной

станции «Валаам» в июне 2024 года. Полевые работы выполнены с 12 по 20 июня. Отбор проб производился на 6 мониторинговых станциях – в точках с максимальной глубиной водоема, на которых наблюдения проводятся ежегодно. Сбор проб для определения растворенного кислорода, содержания общего органического вещества, электропроводности и значения активной реакции воды был осуществлен при помощи батометра Богорова. Гидрохимические показатели определялись по стандартным методикам [3, 4]. Прозрачность определялась при помощи белого диска. Температура измерялась при помощи погружного термодатчика и опрокидывающегося термометра. Классификация вод выполнялась согласно С. П. Китаеву [5].

За период полевых работ на объектах исследования были выполнены измерения 7 лимнологических параметров: температура, прозрачность, содержание растворенных  $O_2$  и  $CO_2$ ,  $pH$ , содержание общего органического вещества и электропроводность. В данный период поверхность озер была прогрета примерно одинаково – диапазон температур составляет от 19,2 до 21°C. Характерной особенностью озер является их низкая прозрачность, связанная с поступлением большого количества органических веществ. Наименьшая прозрачность воды (0,5 м) отмечена у Германовского озера, что связано с его болотистым водосбором. Наибольшей прозрачностью (1,8 м) отличается озеро Игуменское, что объясняется его большой глубиной и отсутствием ветрового перемешивания. Значения процента насыщения воды кислородом в исследуемых озерах на поверхности варьировали от 78 до 94%. Низкие значения на дне озер связаны с отсутствием перемешивания водной массы. Самый благоприятный кислородный режим в озерах Лещевое – 42% на дне и 78% на поверхности и Никоновское – 58% на дне и 88% на поверхности, что объясняется ветровым перемешиванием вод. В озерах наблюдается высокое содержание углекислого газа на дне в результате накопления органических веществ. Наибольшая концентрация общего органического вещества отмечена в Германовском озере, оно относится к озеру с высоким содержанием углекислого газа. В исследованных озерах значения  $pH$  находятся в диапазоне от 5 до 7. Самое низкое значение  $pH$  отмечено в Германовском озере, по классификации С.П. Китаева [5] относится к олигоацидной группе. Все остальные исследуемые озера можно отнести к олигоациднонейтральной группе ( $pH = 6-7$ ). Характерны высокие значения содержания органического вещества, определяемого методом перманганатной окисляемости. Максимальные значения были отмечены на дне Германовского озера, что связано с его болотистым водосбором. Согласно классификации С.П. Китаева [5] по значениям перманганатной окисляемости все исследуемые озера, кроме Никоновского, имеют высокую перманганатную окисляемость. Для озер характерны низкие значения электропроводности – диапазон составляет от 29 до 62 мкСм/см. Наибольшее значение отмечено в озерах Черное и Игуменское на дне, что связано со скоплением минеральных веществ.

Таким образом, были выделены черты, характерные для исследованных озер – низкие значения прозрачности и электропроводности, высокое содержание общего органического вещества. Полученные данные не противоречат многолетним результатам мониторинга внутренних озёр Валаамского архипелага.

Валаамский архипелаг – это территория с уникальными природными условиями и сохранившимися естественными характеристиками. Дальнейшие регулярные мониторинговые исследования необходимы для сохранения и эффективного управления водоемами.

#### Список использованных источников

1. Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние: Атлас / под ред. А.Б. Степановой. СПб.: РГГМУ, 2016. 44.
2. Степанова А.Б. Гидрохимические особенности малых озер о. Валаам / А. Б. Степанова, Г. Ф. Шарафутдинова, Е. Ю. Воякина // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2010. № 12. С. 97-109. EDN MVHLSP.

3. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л. 1973. 210.
4. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2020. 116.
5. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С. П. Китаев; С. П. Китаев; Карельский науч. центр Российской акад. наук, Ин-т биологии. Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007. 394. ISBN 978-5-9274-0274-8. EDN QKQMEV.

УДК 551.510.42:[546.262.3-31+62-623.1]:629.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНДОВ КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИДА УГЛЕРОДА И МЕТАНА ПО ДАННЫМ НАЗЕМНЫХ И ОРБИТАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

<sup>1</sup>*A. Белов*

*1) Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия,  
y.beloff2013@yandex.ru*

**Аннотация.** Проблема парникового эффекта стоит особо остро в современном мире. В рамках исследования было проведено сопоставление результатов наземных (TCCON) и орбитальных (AIRS v.7) измерений содержания CO и CH<sub>4</sub> в атмосфере. В результате было отмечено значительное завышение прибором AIRS величины спада X[CO] и занижение положительных тренды X[CH<sub>4</sub>] по сравнению с оценками на основе данных TCCON.

**Ключевые слова:** Климат, парниковый эффект, спутниковые измерения.

## INVESTIGATION OF TRENDS IN CARBON MONOXIDE AND METHANE CONCENTRATIONS BASED ON GROUND-BASED AND ORBITAL DATA

<sup>1</sup>*A. Belov*

*1) Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, y.beloff2013@yandex.ru*

**Abstract.** The problem of the greenhouse effect is particularly acute in the modern world. The study compared the results of ground-based (TCCON) and orbital (AIRS v.7) measurements of CO and CH<sub>4</sub> content in the atmosphere. As a result, the AIR instrument significantly overestimated the magnitude of the X[CO] decline and underestimated the positive trends of X[CH<sub>4</sub>] compared to estimates based on TCCON data.

**Keywords.** Climate, greenhouse effect, satellite measurements.

В последние десятилетия люди всё больше отмечают факт изменения климата и всё глубже осознают его последствия, которые могут затронуть все стороны жизни и хозяйства человека. Среди причин изменения климата проблема парникового эффекта стоит особо остро [1]. Наша работа посвящена проблеме учёта содержания таких важных газовых примесей в атмосфере, как CO и CH<sub>4</sub>.

В нашей работе использованы данные дистанционных спектроскопических наземных и спутниковых измерений. В качестве наземных измерений использовались данные сети TCCON (TotalCarbonColumnObservingNetwork). В качестве исследуемого параметра была выбрана относительная объёмная концентрация исследуемой газовой примеси в вертикальном столбе воздуха – X[ГАЗ] CO и CH<sub>4</sub> (точность измерения – до 1,3 %) – количество частиц газа в вертикальном столбе воздуха по поглощению атмосферой излучения Солнца. Данные измерений наземных Фурье-спектрометров принято считать более точными и использовать в качестве эталонных при сопоставлении с ними спутниковых данных [2].

В качестве источника спутниковых данных были взяты измерения орбитального спектрометра AIRS (версия v.7), запущенного на борту спутника Aqua в 2002 году. В нашей

работе использовались данные третьего уровня - Level 3, разрешением  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ . Для работы брались только дневные измерения CO и CH<sub>4</sub> с восходящей орбиты. В качестве исследуемого параметра нами также была использована усреднённая концентрация исследуемой примеси (CO или CH<sub>4</sub>) в толще атмосферы (от уровня 925 мб). Величины X[ГАЗ] для каждого пункта, а также пространственные распределения трендов на основе данных AIRSv7, рассчитывались с использованием разработанного в ИФА РАН специального программного обеспечения [3].

Для сопоставления наземных и спутниковых данных относительно содержания CO и CH<sub>4</sub> в вертикальном столбе воздуха нами были взяты 9 пунктов сети TCCON. В качестве характеристик соответствия спутниковых данных наземным использовались параметры линейной регрессии  $X[\text{ГАЗ}](\text{sat}) = k \cdot X[\text{ГАЗ}](\text{gr}) + a$ , где  $k$  – коэффициент регрессии,  $a$  – свободный член, и также коэффициент детерминации  $R^2$ , ( $\text{sat}$ ) относится к спутниковым данным, ( $\text{gr}$ ) – к наземным. Результаты сопоставления представлены в Таблице 1.

Значения  $X[\text{CO}]$ , полученные с орбитального спектрометра AIRS, лучше соотносятся с данными наземных спектрометров сети TCCON, по сравнению с  $X[\text{CH}_4]$  ( $R^2=0,4 - 0,72$ ,  $k=0,89 - 1,71$  для CO и  $R^2=0,10 - 0,33$ ,  $k=0,38 - 0,6$  для CH<sub>4</sub>). Среднее значение КД ( $R^2$ ) для значений CO составило 0,56, а для CH<sub>4</sub> – 0,21.

Таблица 1 – Расположение станций TCCON, параметры корреляции между наземными и спутниковыми данными  $X[\text{CO}]$  и  $X[\text{CH}_4]$ , тренды для каждого пункта, с указанием доверительного интервала 95%.

Станция/ Кол-во измер.	Координаты, °N/E/asl, м	Годы	Газ	k	a, ppb/ ppm	$R^2$	Тренд, %/год			
							AIRS	TCCON		
NyAlesund/ 1053	78,9/11,9/15	2009- 2022	CO	1,09	29,4	0,7	-0,7±0,2	-0,6±0,2		
			CH <sub>4</sub>	0,5	1,0	0,21	0,2±0,0	0,4±0,0		
Sodankula/ 1789	67,4/26,6/188	2009- 2022	CO	1,47	8,4	0,7	-1,2±0,2	-0,5±0,2		
			CH <sub>4</sub>	0,52	1,0	0,3	0,3±0,0	0,5±0,0		
Bremen/ 500	53,1/8,8/30	2009- 2021	CO	1,71	40,0	0,72	-1,5±0,4	-0,6±0,3		
			CH <sub>4</sub>	0,6	0,8	0,33	0,3±0,0	0,5±0,0		
Karlsruhe/ 810	49,1/8,4/119	2014- 2023	CO	1,37	15,4	0,49	-2,7±0,5	-0,5±0,3		
			CH <sub>4</sub>	0,53	1,0	0,24	0,3±0,0	0,5±0,0		
Paris/ 427	48,8/2,4/60	2015- 2022	CO	1,21	3,5	0,44	-0,7±0,9	1,3±0,5		
			CH <sub>4</sub>	0,38	1,2	0,1	0,2±0,1	0,6±0,0		
Rikubetsu/ 558	43,5/143,8/38 0	2014- 2021	CO	1,04	27,3	0,4	-1,7±0,8	-0,6±0,6		
			CH <sub>4</sub>	0,45	1,1	0,11	0,2±0,1	0,5±0,0		
Tsukuba/ 603	36,1/140,1/31	2014- 2021	CO	0,94	21,3	0,56	-1,6±0,7	-2,1±0,6		
			CH <sub>4</sub>	0,46	1,0	0,11	0,2±0,1	0,5±0,0		
Saga/ 1011	33,2/130,3/7	2012- 2023	CO	0,89	24,3	0,55	-1,3±0,3	-0,1±0,3		
			CH <sub>4</sub>	0,43	1,1	0,24	0,2±0,0	0,5±0,0		
Izana/ 486	28,3/- 16,5/2367	2014- 2023	CO	1,38	5,7	0,49	-0,9±0,5	0,0±0,4		
			CH <sub>4</sub>	0,45	1,1	0,28	0,2±0,0	0,6±0,0		
Среднее				CO	1,23	19,46	0,56	-1,35		
Среднее				CH <sub>4</sub>	0,45	1,03	0,21	0,23		
Среднее								0,49		

Тренды CO по данным AIRS варьируют в пределах от  $-2,7 \pm 0,5$  %/год (Karlsruhe) до  $-0,6 \pm 0,2$  %/год (NyAlesund). Тренды X[CO] по данным наземной сети TCCON по большей части (в 7 пунктах из 9) тоже являются отрицательными, их величина варьирует от  $-2,1 \pm 0,6$  %/год (Tsukuba) до  $-0,7 \pm 0,2$  %/год (NyAlesund). В одном пункте (Izana) отмечен близкий к нулю тренд X[CO] ( $0,05 \pm 0,01$  %/год). Положительный тренд зафиксирован в одном пункте (Paris,  $1,3 \pm 0,5$  %/год). В этом пункте было отмечено максимальное расхождение между оценками TCCON и AIRS. В 5-ти пунктах из 9-ти тренды X[CO], полученные по данным AIRS и TCCON, совпадают по направленности и величине. В остальных 4-х пунктах тренды не совпадают по величине, а в двух из них – и по направленности. Как правило, скорость

убывания X[CO], полученная по данным AIRS, выше, чем аналогичная оценка, рассчитанная на основе измерений TCCON.

По данным и TCCON, и AIRS, тренды X[CH<sub>4</sub>] во всех пунктах наблюдения положительны, однако отличаются по величине. По данным TCCON, величины трендов X[CH<sub>4</sub>] во всех пунктах примерно одинаковы и варьируют от 0,4%/год до 0,6%/год. Тренды X[CH<sub>4</sub>], по данным AIRS, также слабо отличаются для отдельных пунктов и варьируют в пределах от 0,2±0,1%/год (Tsukuba) 0,3±0,0 %/год (Karlsruhe). Оценки трендов X[CH<sub>4</sub>] на основе наблюдений AIRSv.7, в среднем в 2 раза ниже, чем аналогичные оценки по данным TCCON.

Из анализа полученных данных видно, что использование наблюдений AIRSv.7 завышает величину спада X[CO] и занижает положительные тренды X[CH<sub>4</sub>] по сравнению с оценками на основе данных TCCON. Полученный результат подтверждает указанные в литературе выводы о соответствии оценок трендов ОС этих примесей для TCCON и AIRSv.6 [4].

*Работа выполнена в Лаборатории атмосферной спектроскопии ИФА им. А.М. Обухова РАН под научным руководством ст. н. с. к.ф.-м.н. Ракитина В. С.*

#### Список использованных источников

1. МГЭИК, 2021: Резюме для политиков. В: Изменение климата, 2021 год: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Шестой оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата (ред.). Кембридж юниверсити пресс. URL: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WG1\\_SPM\\_Russian.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Russian.pdf)
2. Aumann H.H., Chahine M.T., Gautier C. et al. AIRS/AMSU/HSB on the Aqua mission: Design, science objectives, data products and processing systems // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2003. V. 41. № 2. P. 253– 264
3. Rakitin V. S., Kazakov A.V., Elansky N.F. Multifunctional software of the OIAP RAS for processing and analysis of orbital data on the atmospheric composition: tasks, possibilities, application results, and ways of development // Proc. SPIE 12780, 29th Int. Symp. on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 127805T (17 October 2023); URL: <https://doi.org/10.1117/12.2690561>
4. Rakitin V.S., Skorokhod A.I., Pankratova N.V. et al. Recent changes of atmospheric composition in background and urban Eurasian regions in XXI-th century // 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 606 012048 doi:10.1088/1755-1315/606/1/012048.

УДК 551.510:544.772

## АДЕКВАТНОЕ ОПИСАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ДАННЫХ: ОТ МОДЕЛИ РАССЕИВАЮЩЕЙ ЧАСТИЦЫ К ПОЛЯРИЗАЦИОННОМУ СПЕКТРОМЕТРУ

**<sup>1</sup>А. Бобровский, <sup>1</sup>Н. Дьяченко, <sup>1</sup>Е. Михтеева, <sup>1</sup>И. Потапова, <sup>1</sup>А. Скобликова, <sup>1</sup>П. Хлябич,  
<sup>1</sup>Т. Яковлева**

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, [potapovaira@yandex.ru](mailto:potapovaira@yandex.ru)

**Аннотация.** Работа посвящена исследованию характеристик атмосферного аэрозоля с акцентом на проблему определения микрофизических свойств частиц. На основе уникальных экспериментальных данных разработаны модели неоднородных аэрозольных частиц, которые адекватно описывают процесс экстремально слабого направленного рассеяния излучения. Модели считаются корректными, если расхождения с экспериментальными данными не превышают погрешности измерений. Анализируются ограничения оптических методов, используемых для измерения характеристик аэрозоля, в частности зависимость результатов от свойств частиц, что может приводить к значительным погрешностям. Рассмотрены результаты экспериментов, где спектры размеров частиц измерялись оптическим счетчиком АЗ-5 и аспирационным устройством,

выявившие существенные расхождения. Предложены технические решения для разработки новых поляризационных аэрозольных спектрометров, учитывающие результаты моделирования.

**Ключевые слова:** оптические характеристики атмосферного аэрозоля, экстремально слабое направленное рассеянное излучение, поляризационный аэрозольный спектрометр, поляризованное излучение

## **ADEQUATE DESCRIPTION OF EXTREME AEROSOL DATA: FROM A SCATTERING PARTICLE MODEL TO A POLARIZATION SPECTROMETER**

*<sup>1</sup>A. Bobrovsky, <sup>1</sup>N. Dyachenko, <sup>1</sup>E. Mikheeva, <sup>1</sup>I. Potapova, <sup>1</sup>A. Skoblikova, <sup>1</sup>P. Khlyabich,  
<sup>1</sup>T. Yakovleva*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
potapovaira@yandex.ru*

*Abstract.* The work is devoted to the study of the characteristics of atmospheric aerosol with an emphasis on the problem of determining the microphysical properties of particles. Based on unique experimental data, models of inhomogeneous aerosol particles have been developed that adequately describe the process of extremely weak directional radiation scattering. Models are considered correct if the discrepancies with experimental data do not exceed the measurement error. The limitations of optical methods used to measure aerosol characteristics are analyzed, in particular, the dependence of the results on particle properties, which can lead to significant errors. The results of experiments where the particle size spectra were measured with an AZ-5 optical counter and an aspiration device, which revealed significant discrepancies, are considered. Technical solutions for the development of new polarizing aerosol spectrometers are proposed, taking into account the simulation results.

*Keywords:* optical characteristics of atmospheric aerosol, extremely weak directional scattered radiation, polarizing aerosol spectrometer, polarized radiation

Для измерения характеристик аэрозоля используются различные оптические приборы. При оперативности измерений оптическими методами у них имеется существенный недостаток – зависимость получаемых результатов от микрофизических свойств аэрозольных частиц. Эти методы не дают возможности непосредственного определения микрофизических характеристик атмосферы. В частности, размеры аэрозольных частиц определяются по измерениям параметров направленного рассеяния излучения [1 - 3]. Параметры рассеяния зависят как от размеров частиц, так и от их свойств. Зависимость измеряемых величин от свойств частиц может быть чрезвычайно существенной. В одних условиях это обстоятельство не оказывается заметно на результатах измерений. В других условиях размеры частиц, определенные оптическим счетчиком, оказываются экстремально далекими от реальных размеров.

Целесообразно рассмотреть результаты определения аэрозольных характеристик, полученных в эксперименте для различных значений коэффициента ослабления, когда спектры размеров частиц измерялись оптическим счетчиком АЗ-5 и путем отбора проб на фильтр аспирационным устройством (АУ). Расхождения числа частиц по данным двух приборов достигают значительных величин. Этот факт связан с погрешностью определения размера частиц.

В работе с использованием уникальных экспериментальных данных предложены новые модели неоднородной частицы аэрозоля, адекватно описывающие процесс экстремально слабого направленного рассеяния излучения [4 - 6]. С учетом результатов моделирования разработаны технические решения [7], базирующиеся на измерении мощности поляризованного излучения, полученного от частиц в счетном объеме, которые могут быть использованы для создания новых поляризационных аэрозольных спектрометров.

Таким образом, в результате проведенного исследования подтверждена актуальность проблемы определения характеристик атмосферного аэрозоля, особенно в контексте микрофизических свойств частиц. Разработанные модели неоднородных аэрозольных частиц, основанные на уникальных экспериментальных данных, успешно описывают процесс экстремально слабого направленного рассеяния излучения, что подтверждается их соответствием экспериментальным данным в пределах погрешности измерений. Анализ ограничений оптических методов, используемых для измерения характеристик аэрозоля, выявил их зависимость от свойств частиц, что может приводить к значительным погрешностям. На основе полученных данных предложены технические решения, которые могут быть использованы для разработки новых поляризационных аэрозольных спектрометров, что открывает перспективы для повышения точности измерений и улучшения понимания процессов, связанных с атмосферным аэрозолем.

#### Список использованных источников

1. Егоров А.Д., Потапова И.А., Ржонсицкая Ю.Б., Саноцкая Н.А. Определение оптических и микроструктурных характеристик атмосферного аэрозоля // Ученые записки Российской государственного гидрометеорологического университета. 2009. № 11. 71-78.
2. Егоров А.Д., Потапова И.А., Ржонсицкая Ю.Б., Саноцкая Н.А. Методы лидарного определения характеристик атмосферного аэрозоля // В книге: Атмосферная радиация и динамика (МСАРД - 2009). 2009. 44-45.
3. Потапова И.А., Дьяченко Н.В., Потапова В.Р., Ржонсицкая Ю.Б., Скобликова А.Л. Моделирование характеристик рассеянного излучения взвешенными в воздухе крупнодисперсными аэрозолями // В сборнике: Инновационные методы математики и физики в экологических и гидрометеорологических исследованиях. сборник трудов Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. 168-175.
4. Егоров А.Д., Ржонсицкая Ю.Б., Потапова И.А., Саноцкая Н.А. Определение характеристик атмосферного аэрозоля по данным оптических измерений // Естественные и технические науки. 2010. № 1 (45). 215-222.
5. Потапова И.А., Волкова Н.А., Михеева Е.Ю., Потапова В.Р., Хлябич П.П. Анализ воздействия естественного излучения атмосферы на принимаемый сигнал при исследовании прозрачности // В сборнике: Инновационные методы математики и физики в экологических и гидрометеорологических исследованиях. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2024. 160-167.
6. Егоров А.Д., Потапова И.А., Ржонсицкая Ю.Б., Саноцкая Н.А. Моделирование характеристик рассеяния излучения частицами атмосферного аэрозоля // Ученые записки Российской государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 27. 71-76.
7. Егоров А.Д., Потапова И.А., Драбенко В.А. Способ аспирационной оптической спектрометрии дисперсной среды // Патент на изобретение RU 2560142 C1, 20.08.2015. Заявка № 2014115935/28 от 21.04.2014.

УДК 574.587(282.247.212)

## ВИДЕОФИКСАЦИЯ КАК СПОСОБ УЧЕТА МАКРОЗООБЕНТОСА НА ПРИМЕРЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

<sup>1</sup>Ю. Воробьева

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, i.vorobeva@eco.rshu.ru

**Аннотация.** Проведено исследование с использованием подводной видеосъемки макрообентоса – ключевого элемента кормовой базы ихтиофауны Ладожского озера. Применение подводного дрона Titan и камеры GoPro позволило изучить распределение организмов и типы грунтов с минимальным воздействием на экосистему. Описаны двустворчатые моллюски и раки-

мизиды. Показана применимость подводного видео для изучения макрообентоса прибрежных мелководий Ладоги.

**Ключевые слова:** макрообентос, Ладожское озеро, каменистая литораль, кормовая база рыб, подводная видеосъемка

## VIDEO RECORDING AS A METHOD OF ACCOUNTING MACROZOOBENTHOS USING THE EXAMPLE OF LAKE LADOGA

<sup>1</sup>*I. Vorobeva*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
i.vorobeva@eco.rshu.ru*

*Abstract.* A study was conducted using underwater videography to examine macrozoobenthos, a key component of the fish food base in Lake Ladoga. The use of the Titan underwater drone and a GoPro camera allowed for the analysis of organism distribution and sediment types with minimal impact on the ecosystem. Bivalve and gastropod mollusks, worms, insect larvae, and mysid crustaceans were documented. The obtained data will be used for further research on the fish food base and the ecological state of the lake.

**Keywords:** macrozoobenthos, Lake Ladoga, rocky littoral zone, fish food base, underwater videography

Исследование макрообентоса прибрежья озёр играет одну из ключевых ролей в изучении кормовой базы рыб. Ладожское озеро, являясь крупнейшим пресноводным водоемом Европы, служит удобной площадкой для подобных исследований благодаря своему биологическому разнообразию и сложной организации мелководий [3–7].

Одним из современных и весьма эффективных методов учета макрообентоса в условиях каменистой литорали с перепадами рельефа может считаться использование подводных водолазных работ и видеосъемок [4–7]. Этот метод позволяет получать точные данные о поведении и взаимодействии макрообентоса в естественной среде, минимизируя воздействие на экосистему. Кроме того, применение данного метода позволяет выявить закономерности распределения макрообентоса, связанные с изменением глубин.

Видеофиксация подводного рельефа также пригодна для мониторинга качественного состояния донного ландшафта [1]. Анализ визуальных изображений поверхности дна используется в геологических, геоморфологических, эколого-биологических и даже гидрофизических исследованиях. Одним из основоположников применения подводных съемок в нашей стране был Н.Л. Зенкевич [2].

Данные для исследования получены в ходе видеорегистрации района мелководного прибрежья на юго-западном побережье Валаамского архипелага, дата съемки – 11.08.2023. Используемое оборудование – подводный дрон Titan от Geneinno, предназначенный для подводной съемки с возможностью погружения до 150 м. Дрон оснащен датчиками глубины и температуры. Кроме того, на подводный дрон была закреплена экшн-камера GoPro.

Всего было проанализировано 9, полученных подводным дроном, видеозаписей внешнего разреза. Общая длительность видеозаписей составляет приблизительно 1,25 часа. Максимальная глубина погружения дрона составила 26 м при температуре водной толщи 7°C.

Целью работы было описание макрообентоса и условий его обитания на литорали оз. Ладожского на юго-западном побережье о. Валаам по данным подводной видеосъемки.

Дешифровка проводилась с помощью «нарезки» видео на отдельные кадры с их привязкой к глубине, а также температуре, полученных с датчиков дрона и ко времени, когда кадр был отснят. Полученные видеозаписи оказались достаточными для определения типагрунта и подсчета крупных представителей зообентоса. В результате дешифровки и

анализа полученных материалов были описаны грунты мелководного прибрежья Ладожского озера, а именно скальные и валунные грунты, в том числе обломки скал, различные илы, придонный наилок, песок, мелкая галька. Отмечено сужение диапазона пространственных изменений температуры с увеличением глубины. Были отмечены двустворчатые моллюски. Кроме того, зафиксировано небольшое количество реликтовых раков-мизид. Также в ходе расшифровки кадров обнаружена молодь рыб, которую не удалось определить до вида.



Рисунок 1 – Пример видеоизображения дна, полученного подводным дроном Titan (11.08.2023)

Таким образом, в ходе работы показано возможность описания макрообентоса и условий его обитания на литорали о. Валаам в Ладожском озере. Накоплена информация в виде цифровых изображений и видеоматериалов. Полученные материалы в дальнейшем будут использованы для оценки кормовой базы рыб Ладожского озера.

#### Список использованных источников

1. Адрианов А.В., Тарасов В.Г., Щербатюк А.Ф. Применение и перспективы сезонного видеомониторинга на особо охраняемых морских акваториях залива Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2005. № 1. 19-26.
2. Зенкевич Н.Л. Фото камеры для съёмки дна на больших глубинах//Тр.Института океанологии АН СССР.1960.Т.XLIV.66-80.
3. Зуев Ю.А., Зуева Н.В. Обилие зообентоса на прибрежном склоне у скалистых берегов о. Валаам (Ладожское озеро) // Биология внутренних вод. 2024. Т. 17. № 2. 243-255.
4. Степанова А.Б., Воякина Е.Ю., Бабин А.В., Зуева Н.В., Зуев Ю.А. Результаты исследований прибрежной зоны Ладожского озера в районе Валаамского архипелага (1998–2019 гг.) в РГГМУ //Гидрометеорология и экология. 2020. № 60. 325-350.
5. Зуев Ю.А., Зуева Н.В. Опыт исследования макрообентоса каменистой литорали Ладожского озера // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 30. 134-147.
6. Зуев Ю.А. Особенности распределения массовых видов ракообразных на прибрежном склоне Ладожского озера // Биология внутренних вод. 2023. № 2. 210-223.
7. Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата. ИНОЗРАН. М. 2021. 640.

## CALCULATION OF DESIGN DISCHARGES IN THE SNOWBER RIVER BASIN

*<sup>1</sup>A. Ghzlan*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

*Abstract.* This study examines the calculation of design discharges in the Snowber River basin using the modified rational method (MRM). The analysis includes hydrological data, basin morphometry, and climatic conditions. Methods for predicting flood discharges and their impact on hydraulic structures' design are discussed. The focus is on applying this method to coastal zone management, including flood prevention and optimizing water resource utilization.

*Keywords:* discharge calculation, hydrology, rational method, coastal zone management

## РАСЧЕТ ПРОЕКТНЫХ РАСХОДОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СНОУБЕР

*<sup>1</sup>А. Гезлан*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

*Аннотация.* В данной работе рассматривается расчет проектных расходов в бассейне реки Сноубер с использованием MRM-модели гидрографа. Представлен анализ гидрологических данных, морфометрических характеристик бассейна и климатических условий. Рассмотрены методы прогнозирования паводковых расходов и их влияние на проектирование гидротехнических сооружений. Основное внимание уделяется применению расчетного метода в управлении прибрежными зонами, включая предотвращение наводнений и оптимизацию использования водных ресурсов.

*Ключевые слова:* расчет расходов, гидрология, управление прибрежной зоной

The calculation of design discharges in river basins is crucial for hydrological studies and the design of hydraulic structures [2, 3]. This study focuses on the Snowber River basin in Syria, which is one of the basins of the Coastal and Coastal Mountains region of Syria. The basin begins in the north at Al-Aqra Mountain and ends in the south at the Akkar Plain. The peaks of the coastal mountains separate it to the east from the Orontes Basin, and it extends to the Mediterranean coast to the west. Covering an area of 268 km<sup>2</sup>, the basin's structure ranges from sea level to an elevation of 1562 meters. Here, the modified rational method (MRM) is applied to determine peak discharges under different storm events [2, 3]. The approach enables more accurate predictions necessary for flood control and water resource management.

The modified rational method is employed to estimate peak discharges based on hydrological parameters such as rainfall intensity, runoff coefficients, and basin characteristics [2, 3]. Geographic Information Systems (GIS) were used to model the watershed and extract relevant morphometric data [1]. The study incorporates climatic conditions, land use, and soil type analysis to refine calculations.

The results indicate that the modified rational method provides reliable estimates of peak discharges in the Snowber River basin. The application of GIS enhances the accuracy of runoff calculations by integrating topographic and hydrological data [1]. The findings are essential for designing hydraulic structures, managing stormwater runoff, and mitigating flood risks.

This project significantly contributes to Integrated Coastal Zone Management (ICZM) by providing data-driven insights into flood risk assessment and water resource planning. The modified rational method aids in designing resilient infrastructure to cope with extreme hydrological events. Moreover, by integrating GIS and hydrological modeling, the study supports sustainable water management strategies, ensuring optimal land-use planning and reducing the impact of flooding on coastal regions [1].

The study demonstrates that the modified rational method is an effective tool for calculating design discharges in river basins. Its integration with GIS enhances its applicability for flood prevention and water resource optimization, making it a valuable approach for ICZM.

#### References

1. Hifa, Majd (2009). Developing a Digital Map for the Runoff Factor of the Sakba Basins in (Al-Jilani - Al-Huwaiz). Publications of Tishreen University – Faculty of Civil Engineering.
2. Ammar, Ghaithan; Hayek, Sharif (2005). Hydrology -1-. Publications of Tishreen University – Department of Irrigation and Drainage Engineering.
3. Ammar, Ghaithan (2006). Hydrology. Publications of Tishreen University – Faculty of Civil Engineering.

УДК 502.51:504.5(985)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХ МЕТОДИК УЧЕТА ПЛАВАЮЩЕГО МУСОРА В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ

*<sup>1</sup>Е.А. Голубева, <sup>2</sup>М.В. Гаврило, <sup>1</sup>А.А. Ершова*

- 1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г.Санкт-Петербург, Россия, katygolubev@gmail.com*  
*2) ФГБУ «Арктический и Антарктический исследовательский институт», г. Санкт-Петербург, Россия*

*Аннотация.* Исследование направлено на сравнение двух количественных методик учета плавающего морского мусора, которые были применены в экспедиции «Арктический плавучий университет-2024». Первая методика – узкофокусная (полоса фиксации 30 м от борта судна), вторая методика – расширенная (полоса фиксации 300 м, с учетом морской фауны). В связи с большими различиями в методологии и в количестве зафиксированного мусора на 100 км, прямые сравнения результатов двух методик невозможны.

*Ключевые слова:* сравнение, методика, пластик, морской мусор, Арктика

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF TWO METHODS OF MONITORING FLOATING LITTER IN THE RUSSIAN SECTOR OF THE ARCTIC

*<sup>1</sup>Е.А. Golubeva, <sup>2</sup>М.В. Gavriilo, <sup>1</sup>А.А. Ershova*

- 1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, katygolubev@gmail.com*  
*2) Arctic and Antarctic Research Institute, St.-Petersburg, Russia*

*Abstract.* The study is aimed at comparing two quantitative methods of monitoring floating marine litter, which were used in the expedition "Arctic Floating University-2024". The first method is narrow-focus (a fixation band of 30 m from the side of the vessel); the second method is extended (a fixation band of 300 m, taking into account marine fauna). Due to the large differences in methodology and in the amount of recorded litter per 100 km, direct comparisons of the results of the two methods are not possible.

*Keywords:* comparison, methodology, plastic, marine litter, Arctic

Проблема морского мусора в Арктике приобретает всё большую актуальность. Загрязнение Мирового океана морским мусором регулируется конвенцией МАРПОЛ [1], которая устанавливает запрет на сброс определенных видов мусора, в т.ч. любого пластика, за борт. Ее эффективность ограничена невозможностью полного контроля над выполнением данных требований, особенно в труднодоступных районах Арктики. Непреднамеренные и незаконные сбросы мусора с судов, а также поступление мусора с береговых источников, остаются значительной проблемой, требующей усиления мониторинга и контроля.

В 2024 году в экспедиции «Арктический плавучий университет-2024» исследования, которые были направлены на идентификацию морского плавающего мусора на поверхности

Баренцева моря, проводились независимо в ходе целевых учётов мусора (методика ПластиКЛаб [2]) и попутно, в ходе учётов морских птиц и млекопитающих (методика непрерывных трансектных учетов [3]). Предварительное сравнение результатов показало сходный порядок количественных данных, полученных двумя разными методами. Всего по методике ПластиКЛаб было зафиксировано 96 предметов морского мусора, а по методике непрерывных трансектных учетов – 104 предмета, но количество штук на 100 км при этом в первом случае оказалось выше в три раза, чем во втором (табл. 1), что свидетельствует о существенном различии в эффективности методов, по крайней мере, в контексте данного исследования.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика двух методов учета морского плавающего мусора

Тип методики	Место наблюдений	Высота н.у.м., м	Ширина учетной полосы	Учетный маршрут, км	Фиксируемые объекты	Обилие шт./100 км
Методика ПластиКЛаб [2]	Ходовой мостик	8	30 м	797	Морской мусор (тип, размер, цвет, удаление от борта судна), без органического мусора	12,05
Методика непрерывных трансектных учетов [3]	Пеленгаторный мостик/Ходовой мостик	10,4 / 8	300 м	2500	Птицы и млекопитающие, поверхностные явления (плавник, морской мусор – тип, материал, размер, цвет, форма, удаление от борта; макроводоросли, пена), проходящие суда.	4,16

Использованные методики существенно различались по ширине учётной полосы. Узкая полоса (30 м) в методике ПластиКЛаб обеспечивает фокусирование внимания наблюдателя на ограниченную водную поверхность, но может отражать не всю картину загрязнения. Широкая полоса (300 м) в методике непрерывных трансектных учетов охватывает большую акваторию, что снижает возможность детекции мелких объектов и объектов близко к борту судна. Поскольку основным объектом фиксации являются птицы и млекопитающие, внимание к объектам мусора имеет второстепенный характер и негативно связано с обилием животных на акватории. Высота наблюдателя над уровнем моря (Табл. 1) также может влиять на точность учета: большая высота расширяет обзор, но ухудшает детализацию проплывающего мусора, а меньшая высота, наоборот, повышает точность, но ограничивает обзор быстро проплывающего мусора. Значимое влияние на выявление мелких предметов мусора могут оказывать видимость, волнение, ледовые условия и другие гидрометеорологические факторы. Границные условия наблюдений по двум методикам несколько отличались (в методике ПластиКЛаб ограничение – сильное волнение и туман, а в методике трансектных учетов – видимость менее 300 м и недостаточная освещенность для определения птиц). Распределение учетного времени в зависимости от этих факторов для двух методик не оценивалось, что также могло повлиять на итоговый результат.

Сравнительный анализ эффективности двух методик показал большие различия в методологии и количественных результатах, что свидетельствует о том, что эффективность обеих методик не сопоставима. Прямые количественные сравнения результатов, полученных с использованием этих двух методик, невозможны. Более детальный сравнительный анализ будет проводиться в дальнейших исследованиях.

#### Список использованных источников

- Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененная Протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ 73/78) (рус., англ.) (с изменениями на 26 сентября 1997 года)

- [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901764502?section=text> (дата обращения: 11.03.2025).
2. AMAP. AMAP Litter and Microplastics Monitoring Guidelines. Version 1.0. // Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Tromsø, Norway, 2021. 257.
  3. Webb, A., Durinck, J., Komdeur, J., Bertelsen, J., Cracknell, G. (Eds.). Counting birds from ship // Manual for Aeroplane and Ship Surveys of Waterfowl and Seabirds. –Slimbridge: IWRB Special Publication. No. 19, 1992.24-37.

**УДК 574.5**

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЗАПУСКА АЗОТНОГО ЦИКЛА В ИСКУССТВЕННЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

*<sup>1</sup>М. Гончарж*

*1) ФГБОУВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, yarida33@gmail.com*

*Аннотация.* Искусственные водные экосистемы (аквариумы, установки замкнутого водоснабжения, рекреационные пруды и прочие) могут выполнять важные функции, от эстетической, до прямого получения ценной пищевой продукции. Одним из важнейших процессов в водной экосистеме является азотный цикл и цикл биологического самоочищения, при нарушении которых проявляются негативные воздействия нагидробионтов. Цель работы: разработка метода запуска азотного цикла и цикла самоочищения в искусственных экосистемах.

*Ключевые слова:* азотный цикл, нитрификация, бактерии нитрификаторы, самоочищение, искусственные экосистемы, биологическая отчистка

## **DEVELOPMENT OF A METHOD FOR STARTING THE NITROGEN CYCLE IN ARTIFICIAL AQUATIC ECOSYSTEMS**

*<sup>1</sup>M. Goncharzh*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, yarida33@gmail.com*

*Abstract.* Artificial aquatic ecosystems, such as aquariums, closed water supply systems, recreational ponds, and others, can perform important functions, ranging from aesthetic purposes to the direct production of valuable food products. However, artificial ecosystems can also be used as models for biotesting and studying the impact of various ecological factors. One of the most critical processes in an aquatic ecosystem is the nitrogen cycle and the biological self-purification cycle, the disruption of which leads to negative effects on aquatic organisms, resulting in increased mortality and skewed research outcomes. The objective of this work is to develop a method for initiating the nitrogen cycle and the self-purification cycle in artificial ecosystems.

*Keywords:* artificial ecosystems, biological treatment, nitrogen cycle, nitrification, nitrifying bacteria, self-purification

Цель работы: разработка метода запуска азотного цикла и цикла самоочищения в искусственных экосистемах. Были поставлены задачи: 1) теоретическое изучение циклов нитрификации и самоочищения в водной среде; 2) сбор и анализ информации о существующих способах запуска азотного цикла; 3) постановка эксперимента по измерению скорости запуска азотного цикла при применении различных методов; 4) изучение эффективности экспериментального препарата «Дубок» в сравнении с другими способами запуска; 5) изучение перспектив внедрения «Дубка» в различные сферы управления искусственными водными экосистемами.

Азотный цикл включает в себя процессы минерализации, нитрификации и денитрификации, в ходе которых в воде образуются токсичные для гидробионтов аммиак,

аммоний, нитрит и нитрат. С целью разработки оптимального метода запуска азотного цикла в искусственных водных экосистемах планируется поставить эксперимент по измерению скорости запуска азотного цикла в модельных ёмкостях с водой, при применении различных способов запуска азотного цикла. В том числе экспериментального препарата «Дубок», на основе и вытяжки из благополучного биофильтра установки замкнутого водоснабжения, сенной палочки (*Bacillus subtilis*) в составе препарата «фитоспорин» и компонентов листового опада. Цель эксперимента: изучить изменение скорости протекания процессов перехода  $\text{NH}_4^+ \Rightarrow \text{NO}_2^- \Rightarrow \text{NO}_3^-$  в воде, в связи с применением различных способов заселения бактерий нитрификаторов. Планируемый эксперимент будет включать в себя следующие этапы: Этап I. Обоснование выбора объекта для внесения  $\text{NH}_4^+$ ; Этап II. Измерение скорости нитрификации в контрольных ёмкостях; Этап III. Проверка на живых модельных объектах, биотестирование; Этап IV. Подведение итогов эксперимента, сводные таблицы данных, графики содержания  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

В ходе предстоящей работы предстоит исследовать различные способы запуска азотного цикла, в том числе экспериментальный, с применением препарата «Дубок», в искусственных условиях и установить оптимальные параметры их применения. Результаты работы могут быть применены в аквариумистике, в том числе с целью экологического моделирования, рыбохозяйственной деятельности, искусственных водных объектов в городских рекреационных зонах и т.п.

#### Список использованных источников

1. Ковалёв В.В. Азотный цикл, который в аквариуме циклом не является / Аквариумок URL:[https://aquariumok.ru/content/nitric\\_cycle\\_in\\_aquarium#snoska2](https://aquariumok.ru/content/nitric_cycle_in_aquarium#snoska2) Дата обращения: 20.02.2025.
2. Громов Б.В., Павленко Г.В. Экология бактерий. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 248.
3. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. М.: Изд-во МГУ, 1992. 448.
4. Ляликова Н.Н., Лебедева Е.В. Нитрифицирующие бактерии и их роль в природе / Хемосинтез. - М.: Наука, 1989. 32-47.
5. Гриднев П.И., Гриднева Т.Т., Шведов А.А. Эмиссия аммиака и ее последствия для окружающей среды // Вестник ВНИИМЖ. №1(29). 2018. 8.
6. Спотт С. Содержание рыбы в замкнутых системах. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1988. 192.
7. Филина Н.Ю., Верховцева Н.В. Экологическая физиология микроорганизмов. Часть 1. Физиология микроорганизмов: Учеб.пособие / Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2001. 92.
8. Шарова Ю., Чеснокова С. М., Трифонова Т. А. Оценка уровня загрязнения воды, процессов нитрификации и самоочищения от ионов аммония в малом водотоке Илевна // Изв. Сарат. ун-та. Нов.сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2017. Т. 17, вып. 4. 469-474.
9. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987. 566.

УДК 551.462

## ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ПРИБРЕЖНЫХ МЕЛКОВОДИЙ НА ОСНОВАНИИ ПОДВОДНЫХ РАЗРЕЗОВ

<sup>1</sup>Д. Гусев

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, dimongusa@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлен метод построения схемы ландшафтных единиц прибрежных мелководий на основе анализа подводных разрезов, выполненных в районе острова Недоразумения (Тауйская губа Охотского моря). На основании дешифровки видеозаписей подводных разрезов основные типы грунта: скальные стенки, валуны различных размеров и песчаные грунты. На примере разреза протяженностью 150 м показано распределение ландшафтных единиц от скальной стенки с ламинарией до песчаных грунтов с вкраплениями камней. Построенная схема

демонстрирует неравномерное распределение глубин и ландшафтных единиц вокруг острова, на основании полученных данных можно анализировать распределение макрофитов и промысловых донных беспозвоночных.

*Ключевые слова:* прибрежные экосистемы, Охотское море, подводный разрез, ландшафт

## CONSTRUCTION OF A SCHEME OF COASTAL SHALLOW WATERS BASED ON UNDERWATER SECTIONS

*<sup>1</sup>D. Gusev*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, dimongusa@mail.ru

*Abstract.* The paper presents a method for constructing a scheme of landscape units of coastal shallow waters based on the analysis of underwater sections made in the area of Misunderstanding Island (Tauiskaya Bay of the Sea of Okhotsk). Based on the decryption of video recordings of underwater sections, the main types of soil are rock walls, boulders of various sizes and sandy soils. Using the example of a 150 m section, the distribution of landscape units from a rock wall with kelp to sandy soils interspersed with stones is shown. The constructed scheme demonstrates the uneven distribution of depths and landscape units around the island, based on the data obtained, it is possible to analyze the distribution of macrophytes and commercial benthic invertebrates.

*Keywords:* coastal ecosystems, Sea of Okhotsk, underwater section, landscape

Изучение прибрежных мелководий – это важная задача для понимания структуры и функционирования морских экосистем, особенно в районах с высокой биологической продуктивностью, таких как Тауйская губа Охотского моря [1]. Одним из ключевых инструментов для таких исследований является построение ландшафтных схем прибрежных мелководий, которые позволяют визуализировать и анализировать распределение различных ландшафтных единиц и представителей морской флоры и фауны [2].

Работа выполнялась на основании видеозаписей подводных разрезов, сделанных на побережье острова Недоразумения при исследовании ихтиоценозов [3]. Была произведена визуальная дешифровка видеозаписей, в ходе которой выделялись основные типы грунтов донных ландшафтных единиц: скальные стенки, валуны различных размеров, песчаные грунты, а также покрывающие их растения-макрофиты и различные представители подводной фауны. На основе дешифрованных данных строились схемы подводных разрезов, которые затем интегрировались в единую схему прибрежных мелководий.

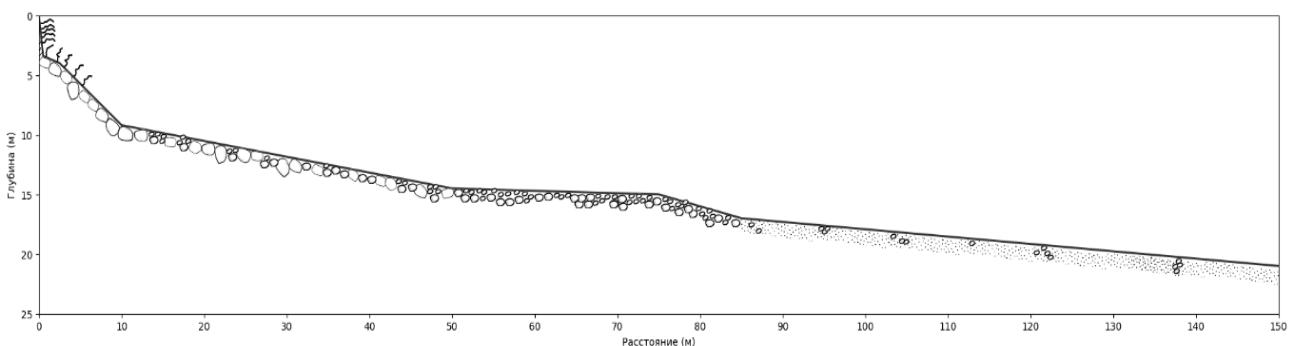


Рисунок 1 – Подводный разрез в южной части острова Недоразумения.

В качестве примера рассмотрим разрез, выполненный в юго-западной части острова Недоразумения (рис. 1). Протяженность разреза составляет 150 метров, при этом глубина на расстоянии 150 метров от берега достигает 21 метра. Анализ разреза показал следующее распределение основных ландшафтных единиц: от глубины 0 м до 3,4 м наблюдается скальная стенка, покрытая бурыми водорослями; с глубины 3,4 м до 11 м преобладают

крупные валуны (пояс красных водорослей распространяется до 7 м); на глубине от 11 м до 14,5 м отмечается смешение крупных и средних валунов; с 14,5 м до 16,5 м преобладают валуны среднего размера с редкими вкраплениями мелких камней; а с глубины 16,5 м до 21 м грунты представлены песком с единичными вкраплениями камней. Этот разрез демонстрирует типичный переход от скал острова к песчаным плато центральной части залива характерный для района южной части острова, и, в совокупности с остальными разрезами, служит основой для построения общей схемы выполненными в рамках данной работы.

На основании анализа всех подводных разрезов была построена схема изменения грунтов и рельефа прибрежных мелководий вокруг острова Недоразумения (рис. 2). Схема показывает, что остров представляет собой скалистое поднятие на ровном песчаном дне залива. Распределение глубин вокруг острова неравномерное: для северо-западного побережья характерен небольшой перепад глубин и отсутствие крупных валунов. Для юго-западного побережья, напротив, наблюдается резкий набор глубины и наличие крупных валунов. С северо-восточного направления до восточного ширина полосы валунов увеличивается, а затем до юго-восточного направления постепенно уменьшается, при этом резкий перепад глубин отсутствует.

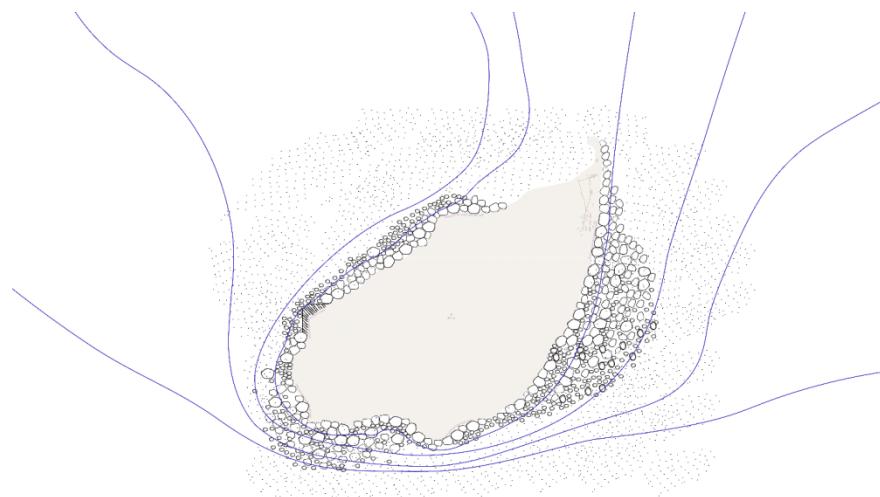


Рисунок 2 – Схема грунтов и рельефа прибрежных мелководий вокруг острова Недоразумения

Полученная схема позволяет не только описать распределение различных типов ландшафтных единиц, но и прогнозировать распределение промысловых донных беспозвоночных, таких как моллюски, ракообразные и иглокожие. Это открывает новые возможности для рационального использования ресурсов прибрежных мелководий и разработки мер по их охране. Кроме того, схема может быть использована для планирования дальнейших исследований и мониторинга изменений в экосистеме острова Недоразумения.

#### Список использованных источников

1. Клочко А.А., Романовская М.А. и др. Национальный атлас России Т.2. Природа и экология. Москва: ФГУП "ГОСГИСЦЕНТР", 2004. 495.
2. Пьянов А. А. Обзор современных методов эколого-ландшафтных исследований прибрежных акваторий // Географические и геоэкологические исследования на дальнем востоке. Владивосток: "Издательство Дальнаука", 2019. 107-115.
3. Зуев Ю.А., Русев С.М., Гусев Д.В. Пространственная организация нерестилища бурого терпуга *Hexagrammos octogrammus* (Hexagrammidae, Scorpaeniformes) в северной части Охотского моря// Вопросы ихтиологии. 2024. № 6.

## РЕЛЬЕФ ДНА КАК ФАКТОР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СИСТЕМЫ ОЗЁР ОЗЕРЯВКИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СЕБЕЖСКИЙ»

*<sup>1</sup>Е. А. Долженко, <sup>1</sup>А. Д. Чирков, <sup>1</sup>М. П. Кащекевич*

*1) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, evgeniy\_dolzhenko@list.ru*

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию взаимосвязи между глубиной водоёма и концентрациями тяжёлых металлов в донных отложениях озёрной системы Озерявки (Национальный парк «Себежский»). На основе георадиолокационной съёмки построена батиметрическая карта озёр. Проведён корреляционный анализ между глубиной и концентрациями тяжёлых металлов в донных осадках, а также суммарным индексом отклонения от медианных значений. Выявлены закономерности изменения значений в зависимости от морфометрических характеристик водоёма. Полученные результаты могут быть использованы для оценки экологического состояния озёр и мониторинга водных экосистем.

*Ключевые слова:* георадиолокация на воде, глубина водоёма, донные отложения, тяжёлые металлы, экологическое состояние

## BOTTOM RELIEF AS A FACTOR IN THE DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN THE SEDIMENTS OF THE OZERYAVKI LAKE SYSTEM OF THE SEBEZHSKY NATIONAL PARK

*<sup>1</sup>E.A. Dolzhenko, <sup>1</sup>A.D. Chirkov, <sup>1</sup>M.P. Kashkevich*

*1) Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, evgeniy\_dolzhenko@list.ru*

*Abstract.* The article is dedicated to studying the relationship between water body depth and heavy metal concentrations in the bottom sediments of the Ozeryavki lake system (Sebezhsky National Park). A bathymetric map of the lakes was created based on ground-penetrating radar surveying. A correlation analysis was conducted between depth and heavy metal concentrations in bottom sediments, and the cumulative index of deviation from median values. Patterns of value variation depending on the morphometric characteristics of the water body were identified. The obtained results can be used for assessing the environmental condition of lakes and monitoring aquatic ecosystems.

*Keywords:* waterborne ground-penetrating radar, water body depth, bottom sediments, heavy metals, environmental condition.

Донные осадки играют ключевую роль в процессах аккумуляции и трансформации химических веществ, влияя на состояние водоёмов. Особый интерес представляют тяжёлые металлы, способные накапливаться в отложениях и воздействовать на водную среду и биоту.

Для исследования морфометрии дна и построения батиметрической карты (рисунок 1) с целью дальнейшего анализа озёрной системы Озерявки Национального парка «Себежский» была проведена георадиолокационная съёмка с воды.

Анализ корреляционных связей между глубиной и концентрациями тяжёлых металлов в донных осадках показал, как глубина водоёма оказывает влияние на их распределение. Коэффициенты корреляции между глубиной и содержанием отдельных элементов составляют: Fe – 0,33; Zn – 0,40; Cu – 0,38; Ni – 0,21; Pb – 0,46; Cr – 0,22. Корреляция между глубиной и значением суммарного индекса отклонений от медианных значений  $Z_{ex}$  (рисунок 2) составляет 0,41. Общая положительная связь между глубиной и суммарным индексом подтверждает тенденцию накопления тяжёлых металлов в более глубоких участках озёрной системы, что связано с меньшей гидродинамической активностью в глубоких зонах, что

приводит к осаждению мелкодисперсных частиц, обладающих высокой сорбционной способностью, а также с размытием и ресуспензией осадка в мелководных зонах.

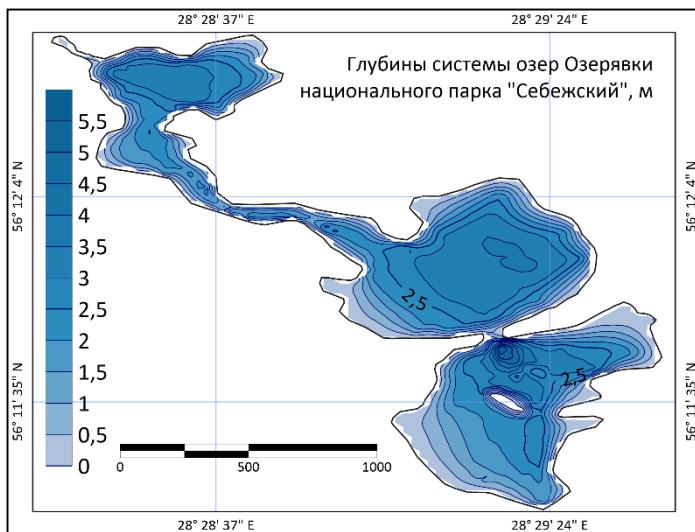


Рисунок 1 – Батиметрическая карта системы озёр Озерявки

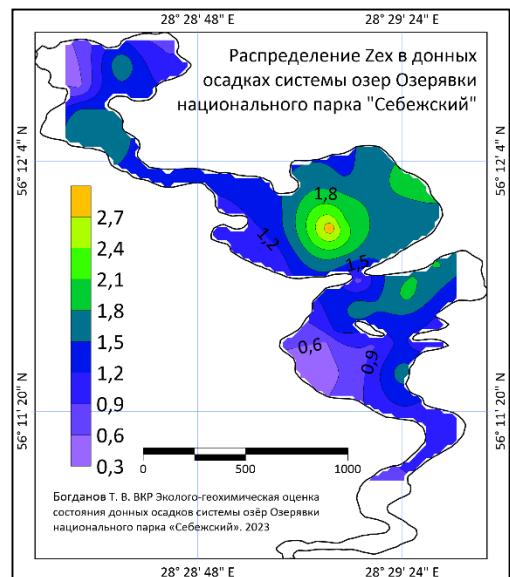


Рисунок 2 – Карта распределения индекса Zex в донных осадках системы озёр Озерявки

Наиболее выраженная связь наблюдается для Pb (рисунок 3) и Zn, что может быть связано с их основным источником – эколого-просветительским центром «Озерявки» [1]. Более высокие концентрации в глубоких зонах объясняются ослаблением течений, что способствует осаждению мелкодисперсных частиц, на которых активно сорбируются эти металлы.

Cu, Ni (рисунок 3) и Cr демонстрируют низкие коэффициенты корреляции, что связано с особенностями их поступления и накопления. Cu и Ni практически не поступают в Озерявки с водами из о. Белое [1]. Cr поступает из Белого, но его накопление в Озерявках носит локальный характер [1]. Эти особенности объясняют слабую связь между глубиной и концентрациями данных элементов.

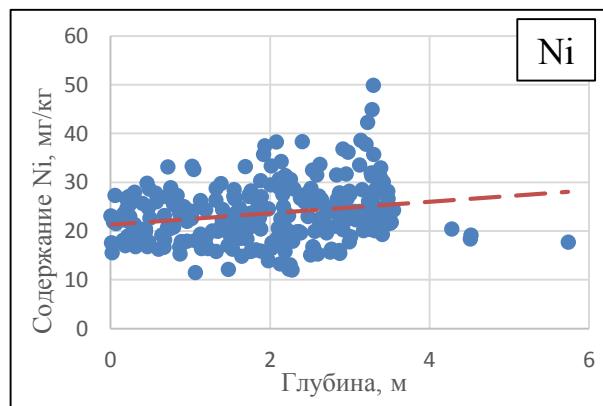
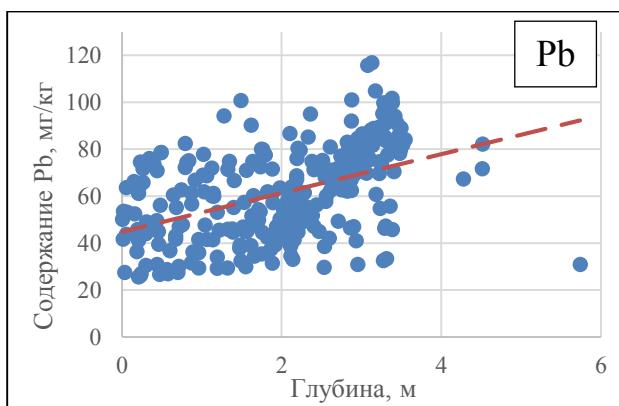


Рисунок 3 – Корреляционные диаграммы между глубиной и концентрацией тяжёлых металлов

Полученные результаты подтверждают существование взаимосвязи между глубиной водоёмов и концентрациями тяжёлых металлов в донных осадках, однако её степень варьируется в зависимости от свойств конкретного элемента и источников его поступления.

## Список использованных источников

1. Богданов Т.В., Зеленковский П.С. Геохимические особенности распределения некоторых тяжелых металлов в донных отложениях системы озер Озеряви Национального парка» «Себежский» // "Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии": Материалы XXXIV Молодежной научной школы-конференции, посвященной памяти член-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова. (02-06 октября 2023). Санкт-Петербург. 2023. 37-41.

УДК 574.6(210.7)(268.45)

## ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЯДА ОСТРОВОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

<sup>1</sup>*Е. Дрюкова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, ekaterinadrukova0@gmail.com*

*Аннотация.* В работе рассмотрен вопрос изученности гидробиологических характеристик водных объектов некоторых островов Баренцева моря с помощью натурных исследований. Проведена теоретическая оценка возможности разработки регионального алгоритма определения параметров озер по спутниковым изображениям высокого разрешения.

*Ключевые слова:* Арктика, водные объекты, мониторинг, дистанционное зондирование

## APPROACHES TO THE STUDY OF HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATER BODIES OF SOME ISLANDS IN THE BARENTS SEA

<sup>1</sup>*E. Dryukova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
ekaterinadrukova0@gmail.com*

*Abstract.* The paper considers the issue of studying the hydrobiological characteristics of water bodies of some islands of the Barents Sea using field studies. A theoretical assessment of the possibility of developing a regional algorithm for determining lake parameters from high-resolution satellite images has been carried out.

*Keywords:* Arctic, water bodies, monitoring, remote sensing

Регион высокоширотной Арктики является одним из наименее изученных в мире. Труднодоступность и климатические особенности территории не позволяют проводить регулярный мониторинг состояния водных объектов. Однако исследования показали существенные изменения гидробиологических параметров, в т. ч. первичной продуктивности вод арктических экосистем за последние десятилетия [1, 2]. Поэтому особенно важным становится мониторинг состояния водных объектов крайнего севера. Такой мониторинг может осуществляться с помощью традиционных полевых и дистанционных методов.

Работы Л.О. Ретовского [3] и П.П. Ширшова [4] являются первыми исследованиями, посвящённым неземным пресноводным экосистемам арх. Земля Франца-Иосифа и арх. Новая Земля. В своих работах, ученые подробно описали фито- и зоопланктон водных объектов, частично бентос. Особое внимание в работах П.П. Ширшова уделяется описанию диатомовых водорослей.

С 2017 г. проводятся ежегодные исследования экосистем в т. ч. пресноводных на островах Баренцева моря в рамках экспедиций «Арктический плавучий университет» [5]. Сбор данных о метеорологических параметрах, химическом и микробиологическом составе почв, донных отложений и воды, сбор образцов растений осуществляется в рейсах.

Макрофиты озер подзоны арктической тундры арх. Новая Земля на о. Северный исследовались Н.В. Веховым и А.Н. Кулиевым [6]. Более детальное описание современного состояния пресноводных объектов высокотропной Арктики представлено в работах по результатам экспедиции «Open Ocean: Arctic Archipelagos» в августе 2016 г. [7–9]. Подробное описание химического, элементного состава отложений, микробиоты, макрообентоса, флоры и растительности озер и ручьев на 9 островах арх. Земля Франца-Иосифа, на о. Северный арх. Новая Земля представлено в работе [7].

Фитопланктон – один из основных продуцентов в водных экосистемах Арктики. Поскольку определять характеристики биомассы фитопланктона является трудоемкой задачей, в качестве косвенного показателя и индикатора первичной продукции в водоемах часто используется содержание хлорофилла-а (*Chl-a*). Наиболее близкими к широтам островов Баренцева моря являются водные объекты Канадского архипелага. Исследование динамики содержания *Chl-a* архипелага ведутся с 1964 г. системой мониторинговых станций в более чем 300 озерах. Результаты указывают на статистически значимое увеличение продолжительности вегетационного периода для арктических озер за последние годы [10].

Подходы к изучению водных экосистем условно можно разделить на полевые и дистанционные. Труднодоступность островов Баренцева моря не позволяет проводить регулярный мониторинг состояния водных объектов с помощью натурных исследований. Одним из возможных вариантов является отслеживание изменений по данным спутниковых изображений высокого разрешения.

Восстановление значений таких параметров, как цветность, мутность и содержание *Chl-a* в озерах по данным космических изображений высокого разрешения спутников Landsat и Sentinel успешно производится российскими и зарубежными исследователями [11–15]. Для создания высокоточной модели необходимо определенное количество подспутниковых измерений в регионе исследования. Разработка и успешная валидация моделей по восстановлению концентрации *Chl-a* проведена для ряда водохранилищ водной системы р. Волги [11–13], а также для системы озер Канадского архипелага [14]. Для территории островов Баренцева моря подобные работы не проводились. Для удобства сравнения снимков с разных датчиков спутников Landsat и Sentinel разработан хлорофильный индекс NDCI, который основан на комбинации диапазонов длин волн красного и инфракрасного спектра [15]. Известно, что наиболее точным определение *Chl-a* будет в водоемах с низкой скоростью образования биологической продукции [15]. Поэтому применение инструментов дистанционного зондирования Земли может использоваться для отслеживания динамики содержания *Chl-a* в водных объектах высокотропной Арктики.

#### Список использованных источников

1. Jia G. J., Epstein H. E., Walker D. A. Vegetation greening in the Canadian Arctic related to decadal warming //Journal of Environmental Monitoring. 2009. Т. 11. №. 12. 2231–2238.
2. Kuhn C., Butman D. Declining greenness in Arctic-boreal lakes//Proceedings of the National Academy of Sciences. 2021. Т. 15. №. 118. e2021219118.
3. Ретовский Л.О. Фауна Арктических озер и рек // Советская Арктика. 1935. №3. 56-59.
4. Ширшов П.П. Эколого-географический очерк пресноводных диатомовых водорослей Новой Земли и Земли Франца-Иосифа//Труды Арктического научно-исследовательского института. 1935. Т. 2. №. 14. 73-162.
5. Сабуров А. А. и др. Международная научно-образовательная экспедиция «Арктический Плавучий университет-2019»: Развитие концепции «Обучение через исследования» // Итоги экспедиционных исследований в 2019 году в Мировом океане, внутренних водах и на архипелаге Шпицберген. 2020.112-122.
6. Вехов Н. В., Кулиев А. Н. Растения акваторий и береговой зоны озер в приморской полосе подзоны арктических тундр архипелага Новая Земля // Ботанический журнал. 1998. №83. 90-98.
7. Krasheninnikov A. B. et al. Features of fresh water ecosystems of the Franz Josef Land archipelago // PolarScience. 2022. Т. 33. 100849.

8. Ovchankova N. B., Krasheninnikov A. B. The first record of Gyraulus cf. acronicus (Gastropoda, Heterobranchia, Planorbidae) in waterbodies of the Novaya Zemlya Archipelago //Fauna Norvegica. 2023. T. 42. 1–5.
9. Крашенинникова А. В., ГаврилоМ. В. Зообентос некоторых водоемов и водотоков острова Южный архипелага Новая Земля //Чтения памяти В. Я. Леванидова. Владивосток: ИП Сердюк ОА. 2021. №9. 77–81.
10. Adams H. et al. Rates and timing of chlorophyll-a increases and related environmental variables in global temperate and cold-temperate lakes //Earth System Science Data. 2022. T. 14. №. 11. 5139–5156.
11. Бочаров А. В. и др. Мониторинг содержания хлорофилла в водоемах по данным спутника // Журнал прикладной спектроскопии. 2017. Т. 84. №. 2. 272–277.
- 12 Мольков А. А., Федоров С. В., Пелевин В. В. Особенности спутникового мониторинга хлорофилла а в эвтрофных водоемах на примере горьковского водохранилища // Проблемы экологии Волжского бассейна. 2020. 19–19.
13. Минина Л. М. и др. Пространственно-временное распределение хлорофилла а среднего речного отдела Чебоксарского водохранилища в летний период по данным спутника Landsat 8. // Вестник рыбохозяйственной науки. 2020. №4. 20–34.
14. OgbeboF. E. et al. Limnological features and models of chlorophyll-a in 30 lakes located in the lower Mackenzie River basin, Northwest Territories (Canada) //Journal of Limnology. 2009. T. 68. №. 2. 3–36.
15. Mishra S., Mishra D.R. Normalized difference chlorophyll index: A novel model for remote estimation of chlorophyll-a concentration in turbid productive waters // Remote Sensing of Environment. 2012. No. 117. 394–406.

УДК [551.583:556.535](28)(548.7)

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КЕЛАНИ. ШРИ-ЛАНКА

<sup>1</sup>Дуггана Ралалаге Кавиша Бандара, <sup>1</sup>А.В. Сикан

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет». г. Санкт-Петербург. Россия. kaveeshabandara48@gmail.com

**Аннотация.** В докладе рассматривается влияние изменения климата на гидрометеорологические условия в бассейне реки Келани (Шри-Ланка). Анализируются изменения температуры воздуха, осадков в бассейне реки Келани, а также их потенциальное воздействие на водные ресурсы региона. Исследование основано на анализе данных многолетних наблюдений. Отмечается влияние климатических и антропогенных факторов на окружающую среду и риски наводнений, связанные с изменением климатических условий. Полученные результаты могут быть полезны для разработки стратегий адаптации, управления водными ресурсами и минимизации экологических рисков в условиях меняющегося климата.

**Ключевые слова:** река Келани, температура воздуха, сумма осадков, расход воды, наводнения.

## THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS IN THE KELANI RIVER BASIN. SRI LANKA

<sup>1</sup>Duggana Ralalage Kaveesha Bandara, <sup>1</sup>A.V. Sikan

1) Russian State Hydrometeorological University. St. Petersburg. Russia,  
kaveeshabandara48@gmail.com

**Abstract.** The report examines the impact of climate change on hydrometeorological conditions in the Kelani River Basin (Sri Lanka). The changes in air temperature and precipitation in the Kelani River basin, as well as their potential impact on the region's water resources, are analysed. The study is based on the analysis of data from long-term observations. The influence of climatic and anthropogenic factors on the environment and flood risks associated with changing climatic conditions is noted. The results obtained can

be useful for developing adaptation strategies, managing water resources and minimizing environmental risks in a changing climate.

*Keywords:* Kelani River, air temperature, sum of precipitation, stream flow, floods.

Река Келани является важной водной артерией Шри-Ланки. Ее длина составляет 145 километров, что делает ее четвертой по протяженности рекой в стране. Она берет начало в национальном парке Хортон-Плейнс. Она протекает через несколько районов страны, минуя четыре административных округа (Нувара-Элия, Кегалле, Гампаха, Коломбо) и три провинции (Центральную, Сабарагамува, Западную) и достигает города Коломбо, где впадает в Индийский океан. Река Келани обеспечивает город Коломбо примерно на 80 % питьевой водой [1]. Площадь водосбора реки Келани составляет 2340 км<sup>2</sup>. 80% из которых приходится на расчлененную горную местность. Верховья рек бассейна р. Келани расположены на западных склонах Центрального горного массива.

В нижнем течении в реку Келани впадают реки Ве. Гуру года и Ситавака. Наиболее крупными притоками в верховьях реки Келани являются Кехалгаму-оя и Москали-оя. На этих реках расположены водохранилища Каслри и Нортон. А всего в бассейне реки Келани имеется 31 мини-гидроэлектростанция с общей генерирующей мощностью 56 МВт [2].

Водосборный бассейн Келани полностью расположен во влажной зоне страны. Среднегодовое количество осадков колеблется от 5700 мм в верхней части водосбора до 2300 мм в нижней части [6]. Климат в бассейне реки Келани экваториальный муссонный. В зимние месяцы преобладают северо-восточные ветры, в остальное время – юго-западные. В период юго-западных муссонов (май - сентябрь) ветры преимущественно дуют с юго-запада, принося влагу с Индийского океана. Эти ветры дуют над Центральным нагорьем, вызывая обильные осадки на наветренных склонах. Северо-восточный муссон (декабрь - март) приносит влагу из Бенгальского залива. В этот период на северо-восточных склонах острова выпадает значительное количество осадков, но на западном побережье, где расположен бассейн реки Келани наблюдается минимум осадков. Река Келани сильно загрязнена в результате природных явлений, таких как проникновение соленой воды, наводнение из-за сильных дождей и эрозия почвы, а также множества видов антропогенной деятельности происходящих вдоль реки [7].

Для анализа климата использовались данные по 5 метеостанциям: Честерфорд, Ханвелла групп, Лаксапана, Нувара-элия, Коломбо и данные о расходах воды на двух гидрологических постах: р. Келани – г. Ханвелла, р. Кехелгаму – п. Норвуд (рисунок1). Пост Ханвелла расположен в нижней части бассейна реки Келани, пост Норвуд – в верхней части. Исходные данные были получены от Департамента ирригации и метеорологического департамента Шри-Ланки за период с 1990 по 2023 год [3,4]. Данные о температуре на двух станциях в Нувара-Элии и Коломбо были взяты с сайта- погода и климат [5].

Было выполнено сравнение внутригодового хода температуры и осадков с внутригодовым ходом среднемесячных расходов воды (рисунок 3). Как видно на рисунке, ход расходов воды повторяет ход осадков и температуры. В периоды с высоким количеством осадков (апрель-май и октябрь-ноябрь) наблюдается значительное увеличение расходов воды. Это указывает на прямую зависимость стока от атмосферных осадков. Анализ хронологических графиков показал, что ряды среднегодовых температур воздуха содержат значимый тренд на повышение. Интенсивность тренда на равнинной метеостанции (Коломбо) составляет 0.17 °C за 10 лет, на горной 0.26 °C за 10 лет. Точка перелома на суммарной кривой осадков находится на середину 70-х годов XX века.

Изменение климата и антропогенное воздействие на речной водосбор привели к изменению речного стока в бассейне реки Келани. В частности, в последние годы

увеличилось число экстремальных явлений. Наиболее существенные изменения наблюдаются нижнем течении реки Келани, где за последние 30 лет увеличилось число наводнений. Наиболее значительное наводнение произошло в мае 2016 года [7]. Гидрограф за этот год представлен на рисунке 2.

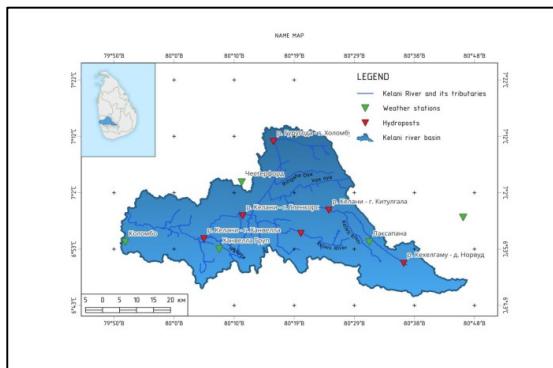


Рисунок 1 – Схема расположения метеостанций и гидрологических постов в бассейне реки Келани

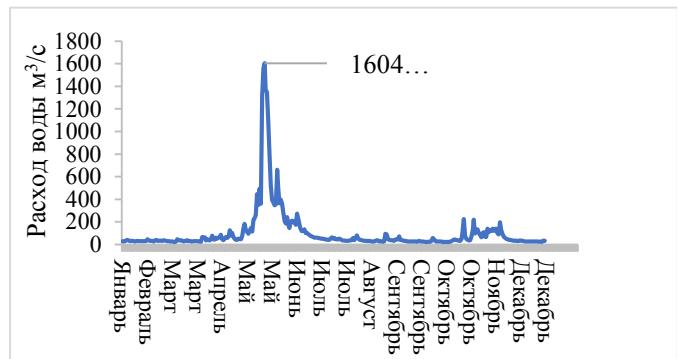


Рисунок 2 – Гидрограф реки Келани – г. Ханвелла за 2016 гг

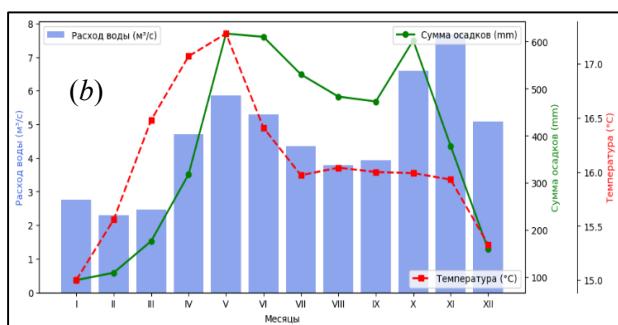
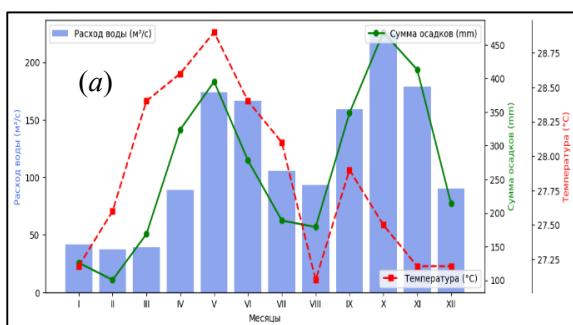


Рисунок 3 – Средние многолетние суммы месячных осадков, среднемесячных температур воздуха и среднемесячных расходов воды для нижней части (a) и верхней части (b) водосбора реки Келани

Результаты работы подтверждают, что изменения климата и антропогенные факторы, оказывают прямое воздействие на водообеспечение реки и её экосистему. Это подчеркивает важность мониторинга и управления водными ресурсами для обеспечения устойчивого развития региона.

#### Список использованных источников

1. Challenges in the Biodiversity conservation in a highly modified tropical river basin in Sri Lanka Water 2020, 12(1), 26; <https://doi.org/10.3390/w12010026>
2. Effects of Construction and Operation of Mini Hydropower Plants on Fish Fauna Endemic to Sri Lanka - A Case Study on Kelani River Basin DOI:10.13140/RG.2.1.3097.1601
3. Дугганина Ралалаге Кавиша Бандара, Сикан А.В., Бродская Н.А. Гидрометеорологические условия республики Шри-Ланка, Сборник материалов конференции студенческого научного общества Института гидрологии и океанологии РГГМУ 19 апреля 2024 г (39-51) УДК 556.132.6(985).
4. Департамент метеорологии Шри-Ланки: офиц. сайт. URL: <https://nsdi.gov.lk/department-meteorology> (дата обращения 24.02.2025)
5. Департамент ирригации Шри-Ланки: офиц. сайт. URL: [https://www.irrigation.gov.lk/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=27&Itemid=128&lang=en3](https://www.irrigation.gov.lk/web/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=128&lang=en3) (дата обращения 21.01.2025)
6. Погода и климат: сайт. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения 01.03.2025)
7. Hydrological Report on the Kelani River Flood in May 2016, July 2020 Prema Hettiarachchi. <https://www.researchgate.net/publication/342865359>

8. Assessing the impacts of sea level rise on salinity intrusion in the Kelani River, Sri Lanka  
<https://doi.org/10.2166/wcc.2025.607>

**УДК 547.979.7(282.247.212)**

## **ДИНАМИКА ХЛОРОФИЛЛА «А» В МАЛЫХ ОЗЁРАХ О. ВАЛААМ**

***<sup>1</sup>С.А. Козинцева, <sup>1,2</sup>Е.Ю. Воякина***

- 1) *ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет» (РГГМУ), г. Санкт-Петербург, Россия, kozintseva02@mail.ru*  
2) *Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ), г. Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** В работе приводятся данные по содержанию хлорофилла «а» в малых озерах Валаамского архипелага в летний период 2024 г. Выявлено, что большинство из исследованных озер относятся к мезотрофным водоемам (ИТС 45-52).

**Ключевые слова:** Валаамский архипелаг, малые озера, трофический статус, хлорофилл «а»

## **DYNAMICS OF CHLOROPHYLL “A” IN SMALL LAKES OF VALAAM ISLAND**

***<sup>1</sup>S.A. Kozintseva, <sup>1,2</sup>E.Yu. Voyakina***

- 1) *Russian State Hydrometeorological University (RSHU), St. Petersburg, Russia,  
kozintseva02@mail.ru*  
2) *Saint Petersburg State university (SPbGU), St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The paper presents data on the content of chlorophyll “a” in the small lakes Valaam archipelago during in summer period 2024. It was revealed that most of the studied lakes belong to mesotrophic water bodies (ITS 45-52).

**Keywords:** Valaam archipelago, small lakes, trophic status, chlorophyll “a”

Валаамский архипелаг расположен в северо-западной части Ладожского озера на территории Республики Карелия. В состав архипелага входит более 50 островов, общая площадь которых составляет 36 км<sup>2</sup>. Крупнейшим островом является Валаам, его площадь – 27,8 км<sup>2</sup> [1]. На о. Валаам расположено 10 малых лесных озер, каждое из которых уникально.

Определение содержания хлорофилла «а» широко распространено как экспресс-метод оценки степени эвтрофирования и качества вод в водоемах, так как количество хлорофилла достаточно хорошо отражает нагрузку водоемов биогенными веществами, прежде всего азотом и фосфором. Кроме того, по концентрации хлорофилла можно судить о величине первичной продукции. Целью работы является экологическая оценка динамики хлорофилла «а» в малых озерах Валаамского архипелага и определение их трофического статуса по данным полевых работ в июне 2024 г. В работе использованы данные, полученные в ходе прохождения производственной практики на базе Учебно-научной станции «Валаам». Отбор проб для определения содержания хлорофилла «а» производился на мониторинговых станциях в поверхностном горизонте и в интегральной пробе. Для определения концентрации хлорофилла «а» использована стандартная спектрофотометрическая методика (ГОСТ 17.1.4.02-90 «Вода. Методика...»). В рамках производственной практики было исследовано 6 малых лесных озер, которые сохраняют свой естественный режим функционирования, что делает данное исследование актуальным.

Исследования проводились с 12 по 20 июня 2024 г. на 6 малых озерах о. Валаам: Лещевое, Игуменское, Черное, Германовское, Крестовое, Никоновское. В данный период поверхность озер была прогрета примерно одинаково – диапазон температур составляет от 19,2 до 20,3°C. Содержание хлорофилла «а» варьировало от озера к озеру. Для большинства

озер имеются значительные различия в данных, полученных для поверхностных и интегральных проб. Наибольший диапазон различий наблюдается в интегральной пробе (от 2,31 до 18,01 мкг/л). Максимальное значение концентрации хлорофилла «а» в интегральной пробе отмечено в оз. Никоновское, минимальное – в оз. Лещевое. Среднее значение составило 12,77 мкг/л. В поверхностном горизонте максимальная концентрация хлорофилла «а» наблюдалась в оз. Лещевое (9,46 мкг/л), минимальная – в оз. Игуменское (1,89 мкг/л).

Также для исследованных озер о. Валаам были определены индексы трофического состояния по значениям концентрации хлорофилла «а». Большинство озер относится к мезотрофным водоемам (ИТС от 45 до 52). Исключением является оз. Игуменское, которое относится к олиготрофным водоемам (ИТС 37).

В результате по данным июня 2024 г. максимальная концентрация хлорофилла «а» в столбе воды отмечена в оз. Никоновское, минимальная – в оз. Лещевое. Пять исследованных озер о. Валаам были отнесены к мезотрофным водоемам и одно – к олиготрофным. В сравнении с данными за предыдущие годы, которые представлены в статье Воякиной Е.Ю. [2], исследованные озера находятся в типичном для них состоянии.

#### Список использованных источников

1. Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние: Атлас / под ред. А.Б. Степановой. СПб.: РГГМУ, 2016. 44.
2. Воякина, Е. Ю. Особенности продукционных процессов в озерах Валаамского архипелага // Труды Зоологического института РАН. 2017. Т. 321, № 1. 10-18.

**УДК 556.55 (282.247.212)**

### ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЗЕРА СИСЬЯРВИ (ВАЛААМСКИЙ АРХИПЕЛАГ)

*<sup>1</sup>В.Е. Колосова, <sup>1,2</sup>Е.Ю. Воякина*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,*

*2) Санкт-Петербургский государственный университет*

*vk5550101@gmail.com, г. Санкт-Петербург, Россия*

*Аннотация.* В работе обобщены результаты исследования основных лимнологических параметров озера Сисьярви в летне-осенний период 2024 года. Дан анализ пространственно-временной неоднородности их распределения. Отбор проб проводился на трех станциях различного гидрологического режима. Летом на станциях наблюдения формируется прямая термическая стратификация.

*Ключевые слова.* Валаамский архипелаг, озеро Сисьярви, лимнологические параметры.

### SPATIAL-TEMPORAL DYNAMICS OF VARIOUS LIMNOLOGICAL PARAMETERS OF LAKE SISJARVI (VALAAM ARCHIPELAGO)

*<sup>1</sup>V.E. Kolosova, <sup>1,2</sup>E.Yu. Voyakina*

*1) Russian State Hydrometeorological University*

*2) Saint Petersburg State University, vk5550101@gmail.com, Saint Petersburg, Russia*

*Abstract.* The paper summarizes the results of the study of the main limnological parameters of Lake Sisjarvi in the summer-autumn period of 2024. The spatial and temporal dynamics of various limnological parameters were analyzed. Samples were collected at three sites of different hydrological regime. In summer, direct temperature stratification is formed at the observation sites.

*Keywords.* Valaam archipelago, Lake Sisjarvi, limnological parameters.

Валаамский архипелаг, общая площадь которого составляет 36 км<sup>2</sup>, расположен в северо-восточной ультрапрофундальной зоне Ладожского озера, характеризующейся максимальными отметками глубин (в среднем – 113 м) и минимальным влиянием вод притоков [1]. Водную систему Валаамского архипелага образуют три зоны, различные по гидрологическим и гидрохимическим параметрам: прибрежье архипелага, десять разнотипных малых лесных озер и Сисъярви – наиболее крупный внутренний слабопроточный водоем, ставший объектом данного исследования.

Озеро Сисъярви, состоящее из шести заливов, расположено в северо-западной части Валаамского архипелага и имеет площадь 80,5 га. Характерны резкие перепады глубин, значение максимальной составляет 19 м, среднее – 7 м [2]. В работе использовались данные основных лимнологических параметров, полученные для трех станций, находящихся в северных заливах (Московский и Скитский) и в центральной части озера Сисъярви. Отбор проб проводился раз в месяц в летне-осенний период 2024 года. Целью исследования является анализ пространственно-временной неоднородности распределения лимнологических параметров двух глубоководных заливов и центральной части озера Сисъярви.

Одна из причин неоднородности заключается в сложной морфометрии котловины озера. Особое влияние также оказывает неравномерный прогрев водной массы. Для озер Валаамского архипелага характерно формирование прямой термической стратификации в летний период [1]. Разность температур поверхности и придонного горизонта в летние месяцы в среднем превышала 15°C, однако уже в начале октября происходит понижение температуры поверхности воды практически вдвое и, соответственно, разница между температурами поверхности и дна составила не более 7°C. За период исследования температуры на поверхности воды в Московском заливе колебались в пределах от 12,39 до 22,21°C, на дне – от 5,18 до 5,36°C. В Скитском заливе диапазон значений температуры на поверхности составил от 12,10 до 22,04°C, на дне – от 4,69 до 4,85°C. В центральной части озера колебания температуры на поверхности воды составили от 12,35 до 22,72°C, в придонном горизонте – от 6,24 до 6,5°C. На разброс значений также повлияли различия в глубинах точек наблюдения и в погодных условиях при проведении измерений.

Уровень прозрачности воды изменялся в течение срока наблюдения от 1,5 до 2,8 м. Минимальные значения прозрачности зафиксированы в июне, что могло быть обусловлено благоприятными условиями для вегетации фитопланктона. По значениям прозрачности воды Сисъярви стоит классифицировать как озеро средней прозрачности [3].

Кислородный режим озера неблагоприятный, наблюдается острый дефицит кислорода в придонном горизонте, часто приводящий к заморным явлениям. Минимальный процент насыщения воды кислородом на поверхности за наблюдаемый период составил 48 %, максимальный – 69 %, следовательно, Сисъярви относится к группе озер с очень низким содержанием кислорода [3]. Концентрация углекислого газа в поверхностных слоях воды варьирует от 0,18 до 0,40 мг/л. Минимальные значения наблюдались в июне в следствие активной деятельности фитопланктона. По среднему содержанию двуокиси углерода на поверхности можно сделать вывод, что Сисъярви имеет очень низкое содержание CO<sub>2</sub> [3].

В классификации озер по величине активной реакции воды Сисъярви относится к нейтрально-олигошелочным, имея диапазон значений pH в поверхностном слое воды от 6,7 до 7,2 [3]. Минимальное значение электропроводности составило 86,6 мкСм/см на поверхности. С августа наблюдается повышение электропроводности до пика в октябре – 122,1 мкСм/см на дне, связанное с увеличением содержания минеральных солей в придонном горизонте. Содержание общего органического вещества, определяемого методом перманганатной окисляемости, в поверхностном слое воды находится в диапазоне от 6,0 до 8,7 мгO<sub>2</sub>/л, что определяет Сисъярви как озеро со средним содержанием общего органического вещества [3, 4].

Таким образом, при анализе данных за период наблюдения прослеживается пространственно-временная неоднородность распределения основных лимнологических параметров, обусловленная комплексом факторов, включающих особенности рельефа, антропогенную нагрузку и другие.

#### Список использованной литературы

1. Воякина Е.Ю. Фитопланктон внутренних водоемов Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: дисс. к.б.н.: 03.00.18. СПб, 2007. 245.
2. Панова Н.В., Воякина Е.Ю. Исследование лимнологических параметров озера Сисьярви (Валаамский архипелаг, ладожское озеро) // Водные ресурсы: изучение и управление (школа-практика). Материалы VI Международной конференции молодых ученых. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2020. 33–35.
3. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395.
4. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2020. 116.

УДК 556.16(282.247.11)

## МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИОННОГО И ТЕПЛОВОГО СТОКА РЕКИ ПЕЧОРА

*<sup>1</sup>Ю. Кузнецова, <sup>1</sup>Д. Алексеев*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, yulya.cu@yandex.ru*

*Аннотация.* В работе выполнена оценка межгодовой изменчивости ионного и теплового стока реки Печора, которая была произведена по архивным данным за период с 1990 по 2020 год на гидрологическом посту с. Оксино.

*Ключевые слова:* Оксино, твердый сток, общая минерализация, расход воды, температура воды

## INTERANNUAL VARIABILITY OF THE IONIC AND THERMAL RUNOFF OF THE PECHORA RIVER

*<sup>1</sup>Y. Kuznetsova, <sup>1</sup>D. Alexeev*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
yulya.cu@yandex.ru*

*Abstract.* The problem of changing the ionic and thermal runoff of rivers in the Arctic region is considered. Using the example of the Pechora River, an analysis of the interannual dynamics of runoff was carried out. The work is based on archival data for the period from 2000 to 2020 at the hydrological post in the village of Oksino.

*Keywords:* Oksino, suspended matters, mineralization, water discharge rate, water temperature

Ионный и тепловой сток в моря арктического бассейна с территории России оказывают значимое влияние на формирование природных условий низовья рек, эстуариев и прибрежных частей морских акваторий. Основная масса загрязняющих веществ поступает в Российскую Арктику путем их переноса по рекам Севера. Река Печора является самой большой и полноводной в пределах бассейна Северного Ледовитого океана в европейской части России. Юго-восточная часть Баренцева моря, ограниченная островами Колгуев и Вайгач, обладает уникальным набором океанографических, гидробиологических и прочих параметров. Именно поэтому она выделяется как отдельный географический регион –

Печорское море, где большую часть года формируется прибрежная водная масса, в которой основную роль играет речной сток.

Тепловой сток – важный фактор экологического состояния водных объектов, который изменяется под влиянием климатических условий и антропогенных нагрузок [1]. Ионный сток представляет собой количество растворенных химических соединений, выносимых рекой с водосбора за заданный интервал времени, а твердый сток – количество взвешенных частиц, переносимых рекой за заданный интервал времени. Ионный и твердый сток имеют особую значимость с точки зрения исследования состава морских вод прибрежных территорий, так как помогают выявить возможные качественные изменения водных ресурсов в Арктическом регионе [2].

Основными параметрами при оценке качества вод являются средние годовые значения концентраций растворенных и взвешенных веществ за различный период осреднения и объем стока. Ранее авторами была выполнена количественная оценка [3]. В настоящей работе представлена оценка межгодового ионного и теплового стока реки Печора. Материалы для расчета и анализа теплового стока были предоставлены архивом Государственного гидрологического института за период с 1990 по 2016 год, а ионного и твердого – Северным УГМС за 2000-2020 гг. Исходные данные относятся к гидрологическому посту с. Оксино, расположенному на северо-востоке Европейской части России в 141 км от Баренцева моря. Площадь водосбора реки – 322 тыс. км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды в устье – 4100 м<sup>3</sup>/с. Объем выборки температуры воды составляет 131 запись, расхода воды – 324, содержания взвешенных веществ – 416, общей минерализации – 234.

Для оценки значений среднегодового содержания взвешенных веществ и общей минерализации в речном стоке использовались два метода (с учетом и без учета водности). Водность реки является непостоянной величиной, следовательно, способность реки переносить растворенные и твердые частицы своими водами в течение года сильно изменяется. Из этого можно предположить, что расчетные величины, получаемые без учета водности, не являются действительными [4]. Среднегодовой объем ионного и твердого стока определялся по стандартной методике как произведение среднегодового расхода на концентрацию.

В период с 1990 по 2016 год максимальное значение теплового стока наблюдается в 2007 году и составляет  $5635*10^{12}$  кДж/год, минимальное – в 1992 году и составляет  $2413*10^{12}$  кДж/год. Среднее значение составляет  $4117*10^{12}$  кДж/год. Без учета водности среднегодовой объем ионного стока в период с 2000 по 2020 год варьирует от 10096 тыс. тонн (2010 год) до 21260 тыс. тонн (2015 год), твердого стока – от 399 тыс. тонн (2011 год) до 2157 тыс. тонн (2009 год). С учетом водности среднегодовые значения ионного стока изменяются в пределах от 6582 тыс. тонн (2010 год) до 10199 тыс. тонн (2003 год), а твердого стока – от 479 тыс. тонн (2015 год) до 3305 тыс. тонн (2009 год). По классификации О.А. Алекина воды реки Печора относятся к водам с очень малой минерализацией [5].

#### Список использованных источников

1. Магрицкий Д.В. Тепловой сток рек в моря Российской Арктики и его изменения // Вестник Московского университета. 2009. №5. 69-76.
2. Решетняк О.С. Многолетняя изменчивость ионного стока крупных рек арктической зоны России //Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2021. №3. 80-86.
3. Кузнецова Ю.С., Алексеев Д.К. Оценка стока растворенного фосфора с учетом особенностей гидрохимических данных (на примере реки Печора) // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2024. № 1 (49). 83-86.
4. Шелутко В.А., Колесникова Е. В. Анализ влияния учета водности рек на точность расчета средних годовых концентраций загрязняющих веществ // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2008. Вып. 3. 81-88.
5. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2020.116.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

<sup>1</sup>*П.И. Кузьмин, <sup>1</sup>Д.М. Пункевич, <sup>1</sup>М.И. Служева, <sup>1</sup>А.Д. Берников, <sup>1</sup>К.В. Паймеров,  
<sup>1</sup>Е.Д. Вязников, <sup>1</sup>И.А. Потапова*

*1) Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия, msluzheva@mail.ru*

*Аннотация.* Статья посвящена приборно-методическому обеспечению экологического мониторинга атмосферных и гидрологических процессов с акцентом на сенсоры и датчики для сбора и анализа данных. Рассмотрены типы сенсоров для измерения температуры, давления, влажности и состояния водных объектов. Обсуждаются методы обработки данных, включая фильтрацию и машинное обучение для прогнозирования природных явлений. Изучаются перспективы мониторинговых систем с использованием беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА), геоинформационных и спутниковых технологий. Цель — продемонстрировать, как современные технологии улучшают прогнозирование экологических процессов и помогают в охране окружающей среды.

*Ключевые слова:* автоматизированные системы мониторинга, климат, экологические процессы.

## MODERN TECHNOLOGIES IN ENVIRONMENTAL MONITORING

<sup>1</sup>*P.I Kuzmin., <sup>1</sup>D.M<sup>1</sup>Punkovich, <sup>1</sup>M.I Sluzheva., <sup>1</sup>A.D.Bernikov, <sup>1</sup>K.V.Paymerov,  
<sup>1</sup>Y.D.Viaznikov, <sup>1</sup>I. A. Potapova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St.Petersburg, Russia,  
msluzheva@mail.ru*

*Annotation.* The article is devoted to instrumental and methodological support for environmental monitoring of atmospheric and hydrological processes with an emphasis on sensors and detectors for data collection and analysis. The types of sensors for measuring temperature, pressure, humidity and the state of water bodies are considered. Data processing methods are discussed, including filtering and machine learning for predicting natural phenomena. The prospects of monitoring systems using unmanned aerial vehicles (UAVs), geoinformation and satellite technologies are studied. The goal is to demonstrate how modern technologies improve forecasting of environmental processes and help in environmental protection.

*Keywords:* automated monitoring systems, climate, environmental processes

Глобальные изменения климата делают методы мониторинга атмосферы и гидрологии важными. Ученые используют технологии метеорологии для сбора и анализа данных об окружающей среде, что помогает реагировать на природные явления. В статье обсуждаются сенсоры, обработка данных и их применение. В России мониторинг проводится через национальные программы и частные инициативы. Внедрение автоматизированных систем улучшает детализацию климатических процессов и прогнозы.

Для измерения температуры воздуха применяются жидкостные, электронные и инфракрасные термометры. В российских метеорологических станциях широко применяются термометры ТСП-100, а также высокоточные инфракрасные датчики типа IR-800, способные фиксировать температурные аномалии. Для измерения атмосферного давления используют барометры, которые помогают прогнозировать погодные условия: анероидные и электронные. Для измерения влажности воздуха применяются гигрометры: волосные гигрометры и емкостные и резистивные датчики. В России популярны гигрометры ИВА-6 и цифровые датчики Sensirion SHT31. Анемометры используют для измерения

скорости и направления ветра: чашечные и ультразвуковые. Российские метеостанции используют анемометры 1Д-35. Датчики осадков измеряют интенсивность и количество осадков: механические осадкомеры и оптические и лазерные датчики. В России работают осадкомеры М-69 и OTT Pluvio. Гидрологические датчики контролируют состояние водоемов, включая: гидростатические датчики (К-120) для измерения давления, ультразвуковые датчики (VEGAPULS 64) для определения уровня, температурные датчики и датчики качества воды (рН-метры, мутности). Существуют автоматизированные гидрометеорологические комплексы, предоставляющие данные в реальном времени, как сети Davis Vantage Pro2 и станции «Метео-М2». В 2021 году такие системы помогли обнаружить цунами на Камчатке.

Снятые данные с датчиков обрабатывают и для повышения точности применяют фильтрацию и сглаживание, которые помогают выявлять аномалии и восстанавливать пропущенные значения. Рассмотрим два метода фильтрации данных [1]. Фильтрация скользящего среднего значение - сглаживает данные, заменяя каждую точку данных на среднее значение соседних точек данных, заданных в промежутке [2]. Высчитывается по формуле 1

$$f_k = \frac{1}{h} \sum_{i=l}^k f_i, \quad (1)$$

где  $f_i$  – исходные значения рассматриваемой функции,  $h = k - 1$  – сглаживающий интервал – количество значений исходной функции для расчета скользящего среднего [3]. Второй метод фильтрации - Метод Савицкого-Голея. Суть заключается в построении по  $2k + 1$  последовательным равноотстоящим точкам аппроксимирующего полинома  $n$ -й степени и использовании в качестве сглаженного значения величины полинома в  $k + 1$ -й точке. Для более упрощенного анализа данных, можно использовать преобразование Фурье. Оно позволяет исследовать временные ряды данных. Это преобразование помогает выявить скрытые периодичности и тренды. Преобразование Фурье часто используется в машинном обучении для прогнозирования временных рядов [4].

Атмосферные и гидрологические датчики широко используются в авиации для обеспечения безопасности и эффективности. Например, датчики температуры и давления на коммерческих самолётах помогают избежать ошибок в навигации. Современные аэропорты используют анемометры для передачи данных о ветре, что критично для взлета и посадки, а гидрологические датчики контролируют уровень осадков для предотвращения затопления [5]. Все данные интегрируются в системы ИИ и изучаются с помощью БПЛА, что было обсуждено на конференции в Ижевске [6]. Геоинформационные системы и спутниковые технологии, такие как Landsat и Sentinel, помогают в мониторинге атмосферных и гидрологических объектов, а мобильные роботы, например, T5 «Экобот», обеспечивают круглосуточный экологический контроль. Кроме того, сети взаимосвязанных датчиков с IoT поддерживают системы раннего предупреждения, что способствует более эффективному мониторингу процессов и принятию взвешенных решений как учеными, так и пилотами.

#### Список использованных источников

1. Каламбет Ю.А., Козьмин Ю.П., Самохин А.С. Фильтрация шумов. Сравнительный анализ методов//Аналитика.2017. № 5. 88-101. DOI: 10.22184/2227-572X.2017.36.5.88.101
2. Фильтрация и сглаживание данных. URL: <https://docs.exponenta.ru/curvefit/smoothing-data.html> (дата обращения: 22.02.2025)
3. Арифметическое скользящее среднее. URL: <https://prog-cpp.ru/moving-average/> (дата обращения: 22.02.2025)
4. Прогнозирование временных рядов методом рядов Фурье. URL: <https://habr.com/ru/companies/glowbyte/articles/542940/> (дата обращения: 22.02.2025)
5. Виноградов А.Н., Егоров В.В., Родионова И.П., Родионов А.И., Родионов И.Д., Калинин А.П. Возможности использования бортовых УФ-С сенсоров в задачах навигационного обеспечения экипажа летательного аппарата// Третья Всероссийская научно-техническая конференция «Навигация, наведение и управление летательными аппаратами» Москва-Раменское (16.11.2017 г.)

6. Беляев В.Р., Иванов М.М., Иванова Н.Н., Михайлова Н.М., Турыкин Л.А., Луговой Н.Н., Сёмочкина А.Е., Харченко С.В., Школьный Д.И. Опыт использования беспилотных летательных аппаратов в геоморфологических и гидрологических исследованиях// Тридцать шестое Пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (13.10.2021 г.)

УДК 556.55:629.783(282.247.212)

## НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗМЕНЕНИЯМИ ПЛОЩАДИ ВОДНОГО ЗЕРКАЛА оз. ЛЕЩЕВОЕ (о. ВАЛААМ) ПРИ ПОМОЩИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

*<sup>1</sup>Д. Малышева, <sup>1</sup>А. Тихонова, <sup>1</sup>А. Иванов, <sup>1</sup>А. Аристова, <sup>1</sup>В. Коровин*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, malushevadasha@yandex.ru*

*Аннотация.* Посчитана площадь водного зеркала озера Лещевое на острове Валаам за восемь лет (2017–2024). Проведен анализ изменения площади водной поверхности. Показана зависимость этого изменения от уровня Ладожского озера.

*Ключевые слова:* длина береговой линии, площадь водного зеркала, спутниковые снимки.

## OBSERVATION OF CHANGES IN THE WATER SURFACE AREA OF LAKE LESHCHEVOE (Valaam Island) USING SATELLITE DATA

*<sup>1</sup>D. Malysheva, <sup>1</sup>A. Tikhonova, <sup>1</sup>A. Ivanov, <sup>1</sup>A. Aristova, <sup>1</sup>V. Korovin*

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
malushevadasha@yandex.ru*

*Abstract.* The area of the water surface of Lake Leshchevoye on Valaam Island for eight years (2017–2024) was calculated. The analysis of changes in the water surface area was carried out. The dependence of this change on the level of Lake Ladoga is shown.

*Keywords:* coastline length, water surface area, satellite images.

Морфометрические характеристики определяют гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режимы водоемов. Площадь водного зеркала – важный морфометрический показатель, необходимый для количественного выражения особенностей строения котловины, расчета водного баланса. Площадь водного зеркала необходима для построения батиграфической кривой. Обычно основой для определения морфометрических характеристик служит план водоема в изобатах и план бассейна [1].

Наиболее простым и доступным способом определения морфометрических характеристик водоема является обработка спутниковых снимков. Copernicus – это компонент космической программы Европейского Союза по наблюдению за Землей, изучающий нашу планету. Для расчета площади водной поверхности были использованы спутниковые снимки Sentinel. Спутники Sentinel получают изображения суши и прибрежных зон с высоким пространственным разрешением в оптическом диапазоне.

Объект исследования – озеро Лещевое, одно из крупнейших на Валаамском архипелаге [3, 4]. В маловодные периоды озеро теряет связь с Ладогой, из-за пересыхания водотоков. В 2018 году наблюдался повышенный уровень Ладожского озера, что привело к выходу вод озера Лещевое на пойму и затоплению близлежащих земель [4].

Для расчета площади водной поверхности озера Лещевое были выбраны весенние и летние месяцы, использовались спутниковые снимки Sentinel-2 в EO Browser (рисунок 1). Площадь водного зеркала определялась при помощи инструментов программы GoogleEarthPro, после переноса спутниковых снимков за рассматриваемый промежуток

времени на современные космоснимки. Уровни на Ладожском озере были получены из базы АИС ГМВО. Измеренные площади водного зеркала, длина береговой линии Лещевого оз. и уровни воды на Ладожском озере занесены в таблицу 1.

В анализируемый период, с 2017 по 2024 год значения площади озера Лещевое колебались в диапазоне от 0.264 до 0.593 км<sup>2</sup>, то есть изменения площади зеркала достигали 0.329 км<sup>2</sup>. Длина береговой линии претерпевала связанные изменения и варьировала в пределах от 5.08 до 8.73 км. Наибольшая площадь водного зеркала наблюдалась в 2018 г., это связано с повышением уровня воды в Ладожском озере. Коэффициенты корреляции площади водного зеркала оз. Лещевое: со средним уровнем воды на Ладоге – 0.78, а с наивысшим – 0.90. Таким образом теснота связи довольно высока.

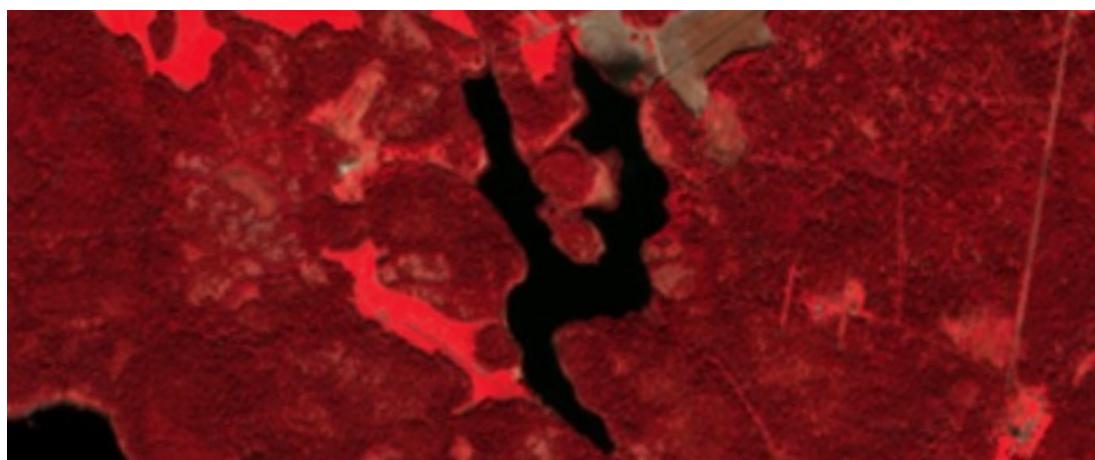


Рисунок 1 – Спутниковый снимок оз. Лещевое 08.06.2017 г.

Таблица 1 – Изменение площади водного зеркала оз. Лещевое и уровни воды на Ладожском озере с 2017 по 2024 год

Год	Площадь водного зеркала, оз. Лещевое, км <sup>2</sup>	Длина береговой линии, оз. Лещевое, км	Средний уровень воды оз. Ладожское, см	Наивысший уровень воды оз. Ладожское, см
2017	0.275	5.36	491	521
2018	0.593	8.73	522	576
2019	0.267	5.10	445	479
2020	0.265	5.11	484	515
2021	0.264	5.08	446	506
2022	0.264	5.16	458	495
2023	0.271	5.2	-	-
2024	0.276	5.54	-	-

Нужно отметить, что значительное и быстрое увеличение объемов воды озера может приводить к различным последствиям. С одной стороны, может происходить снижение концентрации загрязняющих и биогенных веществ. С другой – затопление прибрежных территорий может привести к эрозии берегов и смыву органических веществ, способствуя эвтрофикации и т.п. Однако умеренная изменчивость уровней воды озера позволяет обеспечивать необходимое разнообразие биотипов. Таким образом, значительные изменения объема оз. Лещевое в 2018 г. могли бы стать толчком к изменению компонентов его экосистемы.

#### Список использованных источников

1. Догановский, А. М. Гидрология суши (общий курс). СПб: РГГМУ, 2012. URL: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_4b83fac15bf54a3b84b59ca6912c9af4.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_4b83fac15bf54a3b84b59ca6912c9af4.pdf)
2. Степанова А.Б., Бабин А.В., Зуева Н.В., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Семадени И.В. Анализ антропогенного воздействия на водную систему Валаамского архипелага // Экосистемы Валаамского

архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние. Атлас. СПб, 2016. 32-41.

3. Степанова А.Б., Воякина Е.Ю., Зуева Н.В., Куличенко А.Ю., Бабин А.В. Малые лесные озера // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата. Москва, 2021. 477-484.

4. Чернышев А.Н., Сергеева В.О., Котова А.К., Никитина С.Н., Бабин А.В., Воякина Е.Ю., Степанова А.Б. Особенности лимнологических параметров системы «Лещевое озеро — Лещевый залив» в период максимального прогрева воды (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) // Гидрометеорология и экология. 2020. № 61. 460–479.

УДК 556.558:543.31

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗЕРА ТУЗКАН В ЗОНЕ ВПАДЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ГОЛОДНОСТЕПСКОГО КОЛЛЕКТОРА

*<sup>1</sup>А. Мухаметзянова, <sup>1</sup>Н. Верещагина, <sup>1</sup>Т. Кудышкин*

*1) НИГМИ «Научно-исследовательский гидрометеорологический институт»*

**Аннотация.** Полученные результаты оценки качества воды озера Тузкан в зоне впадения крупнейшего коллектора ЦГК показали неоднородность практических всех параметров как по площади, так и по глубине водоема. Получены количественные характеристики основных гидрохимических показателей. Отмечено их превышения ПДК для рыбохозяйственных водоемов, кроме гидрокарбонатов и ионов азотной группы. Проведена оценка содержания в воде тяжелых металлов. Отмечены превышения ПДК для ионов меди, ванадия, хрома.

**Ключевые слова:** Айдар-Арнасайская система озер, показатели качества воды

## ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF TUZKAN LAKE IN THE AREA OF THE CONFLUENCE OF THE CENTRAL GOLODNOSTEP COLLECTOR

*<sup>1</sup>А. Mukhametzyanova, <sup>1</sup>N. Vereshagina, <sup>1</sup>T. Kudishkin*

*1) HSRI «Hydrometeorological Scientific Research Institute»*

**Abstract.** The obtained results of the assessment of the water quality of Tuzkan Lake in the area of the confluence of the largest reservoir of the CGK showed the heterogeneity of almost all parameters, both in area and depth of the reservoir. Quantitative characteristics of the main hydrochemical parameters have been obtained. Their exceedances of the maximum permissible concentration for fishery reservoirs, except for bicarbonates and nitrogen group ions, were noted. An assessment of the content of heavy metals in the water has been carried out. The maximum permissible concentrations for copper, vanadium, and chromium ions were exceeded.

**Keywords:** Aidar-Arnasay lake system, water quality indicators

Узбекистан является страной с максимальным использованием орошаемых земель, и как следствие, образованием и стоком большого количества коллекторно-дренажных вод, часто направляемых в ирригационно-сбросовые озера, как правило бессточные. Ярким примером такого водоема является Айдар-Арнасайская система озер (AACO), объединяющая озера Айдаркуль и Тузкан.

В результате экспедиционных работ в акватории озера Тузкан в зоне впадения самого крупного Центрального Голодностепского коллектора (ЦГК) были отобраны пробы воды в выбранных ранее створах в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1. Было отобрано 46 проб воды с поверхности и у дна. Анализ первого дня осуществлялся зондом «Hydrolab». Определение всех остальных показателей качества воды проводили с использованием известных стандартных методов [1].

Анализ полученных результатов выявил неоднородность практически всех параметров, как по площади, так и глубине водоема. Имея меньшую температуру и минерализацию, коллекторные воды образуют верхний, довольно однородный двухметровый слой. Озерные водные массы, расположенные ниже двухметрового горизонта, имеют более высокую минерализацию. Значения водородного показателя pH в поверхностном слое воды изменяются по акватории залива от 7,7 до 7,89 в устьевой зоне впадения коллектора ЦГК, увеличиваясь по мере продвижения к открытой части озера до 8,0-8,11. В вертикальном разрезе наблюдалось уменьшение pH с глубиной. Измеренные значения pH в придонных слоях колебались по водоему от 6,28 до 7,79.

Оценку содержания органических веществ проводили по показателю ХПК (химическому потреблению кислорода). Значения ХПК находятся в интервале от 20 до 38 мгО/дм<sup>3</sup>. Максимальные значения отмечены в поверхностной воде в точке впадения ЦГК.

Полученные данные о содержании кальция в воде показывают превышение его ПДК у поверхности почти в два раза. Значения находятся в интервале концентраций от 270 до 320 мг/дм<sup>3</sup>. У дна концентрации кальция выше – от 460 до 570 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдается превышение ПДК от 2,5 до 3 раз.



Рисунок 1 – Расположения пунктов гидролого-гидрохимических наблюдений по акватории залива озера Тузкан

Содержание магния в воде достаточно высокое, незначительно отличается от содержания кальция. У поверхности концентрация находится в пределах от 212 до 270 мг/дм<sup>3</sup>, что превышает ПДК от 5 до 6,7 раз. У дна концентрации магния находятся в пределах от 456 до 520 мг/дм<sup>3</sup>. Превышение ПДК от 11 до 13 раз для рыбохозяйственных водоемов. Проведенный анализ вод показал значительное превышение ПДК для сульфатных ионов как у поверхности, так и у дна. У поверхности их содержание варьирует от 2500 до 3440 мг/дм<sup>3</sup>, что превышает ПДК от 25 до 34 раз. У дна концентрация этих ионов выше – от 5020 до 5700 мг/дм<sup>3</sup>, превышение ПДК рыболовственных водоемов от 50 до 57 раз.

В водах отмечено высокое содержание хлоридов. У поверхности концентрации ионов хлора находятся в пределах от 894 до 1022 мг/дм<sup>3</sup>. У дна концентрации хлоридов выше – от 1504 до 1560 мг/дм<sup>3</sup>. Наблюдается превышение ПДК хлоридов в воде зоны впадения ЦГК от 3 до 5 раз. Для ионов натрия также отмечено значительное превышение ПДК как для вод у поверхности, так и у дна. Полученные значения концентраций находятся в интервале от 500 до 1067 мг/дм<sup>3</sup>, что превышает ПДК от 4 до 9 раз.

Для оценки общей минерализации воды мы определяли сухой остаток. Из полученных данных видно, что наблюдается значительная разница в значении минерализации у поверхности и у дна. У поверхности она находится в пределах от 4,48 до 5,10 г/дм<sup>3</sup>, а у дна ее значения находятся в интервале от 9,0 до 9,7 г/дм<sup>3</sup>. В содержании карбонатных ионов не отмечено больших отличий между поверхностью и дном. Их концентрации находятся в интервале от 180 до 244 мг/дм<sup>3</sup>. Для ионов азотной группы не отмечено превышения их содержания в пробах воды.

Особого внимания заслуживают тяжелые металлы, обладающие биологической активностью и токсичностью: Pb, Hg, Cd, Zn, Bi, Co, Ni, Cu, V, Sn, Mn, Cr, Mo и As. Порезультатам анализа не выявлено превышение ПДК для Pb, Co, Mn, As. Наибольшее превышение ПДК отмечено для Cu – от 15 до 40 раз, V – от 16 до 23 раз, Cr – от 42 до 64 раз.

#### Список использованных источников

1. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. / Письмо Гидрометеоиздата № 10-53/628 от 28.10.90. - М., 1990.
2. Унифицированные методы исследования качества вод/ Методы химического анализа вод. Основные методы, т 1,2. Издательский отдел Управления делами секретариата СЭВ. - М.-1987, 1250с.

**УДК 556.558:556.114(282.247.212)**

### ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ЗАЛИВА ЛЕЩЕВОГО ОЗЕРА О. ВАЛААМ

*<sup>1</sup>V. A. Новикова, <sup>1</sup>S. A. Козинцева, <sup>1</sup>E. V. Аниферова, <sup>1</sup>E. Ю. Воякина*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г.  
Санкт-Петербург, Россия, springvn@yandex.ru*

*Аннотация.* В работе обобщены результаты исследования гидрохимических характеристик северо-западного залива оз. Лещевое. Выявлено значительное содержание органических, минеральных и взвешенных веществ в озере, что является характерным для данного природного объекта, а также связано с проведением на полях вблизи озера сельскохозяйственной деятельности.

*Ключевые слова:* Валаамский архипелаг, малые лесные озера, гидрофизические параметры, содержание растворенного кислорода и органического вещества

### HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE NORTHWESTERN BAY OF LESHCHEVOYE LAKE OF THE ISLAND VALAAM

*<sup>1</sup>V. A. Novikova, <sup>1</sup>S. A. Kozintseva, <sup>1</sup>E. V. Aniferova, <sup>1</sup>E. Ju. Voyakina*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, springvn@yandex.ru*

*Abstract.* The paper summarizes the results of the study of the hydrochemical characteristics of the north-western bay of Lake Leshchevoye. A significant content of organic, mineral and suspended substances in the lake was revealed, which is characteristic of this natural object, and is also associated with agricultural activities in the fields near the lake.

*Keywords:* Valaam archipelago, small forest lakes, hydrophysical parameters, dissolved oxygen and organic matter content

Валаамский архипелаг, расположенный в северо-западной части Ладожского озера, это особо охраняемая природная территория, она в значительной степени сохраняет фоновый режим функционирования [1]. Однако антропогенное воздействие оказывает влияние на акваторию. На архипелаге расположено 11 внутренних озер [2]. Залив одного из них – озера Лещевого, объект исследования данной работы (Рисунок 1). Целью стал анализ

гидрохимических характеристик северо-западного залива оз. Лещевое Валаамского архипелага по данным полевых работ в июне 2024 г.

Гидрохимические данные получены при прохождении практики студентами-экологами РГГМУ на учебно-научной станции «Валаам». Отбор проб выполнен 12 июня на пяти станциях. Одна из станций является мониторинговой, на ней наблюдения проводятся ежегодно. Гидрохимические показатели определялись по стандартным методикам. Прозрачность определялась при помощи белого диска, температура – погружного термодатчика и опрокидывающегося термометра. Сбор проб был осуществлен при помощи батометра Паталаса. Классификация вод выполнялась согласно С. П. Китаеву [3].

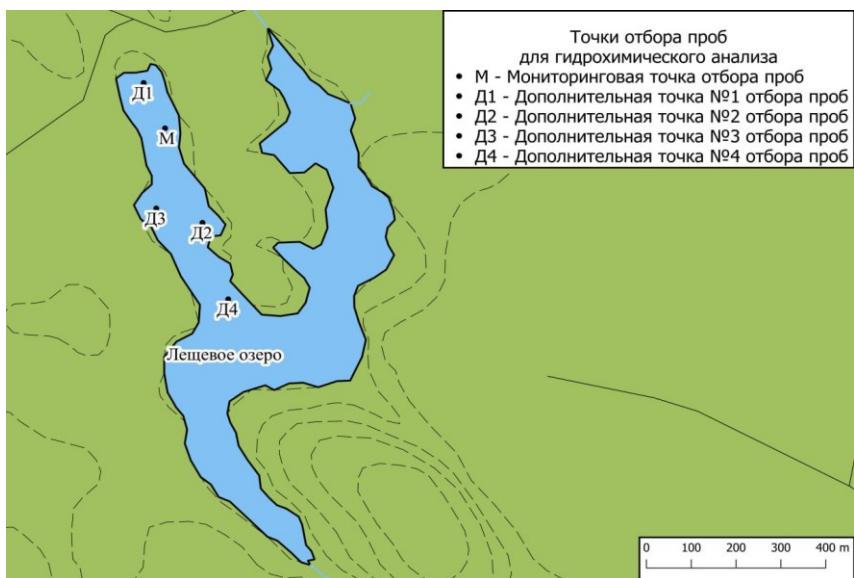


Рисунок 1 – Схема отбора проб на северо-западном заливе Лещевого озера.

Наибольшее различие температур между поверхностным ( $20,3^{\circ}\text{C}$ ) и придонным ( $13,6^{\circ}\text{C}$ ) горизонтом наблюдается в мониторинговой точке глубиной 2,8 м. Дополнительные точки под номером 1, 2 и 3 имеют одинаковую глубину 2,5 м, и имеют примерно одинаковый диапазон температур. Точка 4 имеет наименьшую глубину – 1,9 м, что объясняет небольшую разницу в поверхностном горизонте ( $20,1^{\circ}\text{C}$ ) и на дне ( $18,0^{\circ}\text{C}$ ).

Значения прозрачности находятся в диапазоне от 0,9 м до 1,1 м, что свидетельствует о том, что озеро Лещевое относится к группе озер с малой прозрачностью [3].

Наибольший процент насыщения воды кислородом в поверхности на мониторинговой точке составляет 78% (7 мг/л), наименьший – на точке №3, он составляет 72% (6,57 мг/л). Следовательно, озеро Лещевое относится к группе озер с низким содержанием растворенного кислорода. Стоит отметить, что на мониторинговой точке значение растворенного кислорода на дне минимальное – 42% (4,29 мг/л).

Водородный показатель – pH воды варьирует незначительно (6,45-6,77) и находится в слабокислом–нейтральном диапазоне. Значение электропроводности (и минерализации) на дополнительных точках слабо понижается с глубиной. На мониторинговой точке, наоборот, повышается. Наименьшие значения содержания общего органического вещества в поверхностном и придонном слоях получены для точки №2 (16,1 мгО/л). Наибольшие – для точки №3 (23,4 мгО/л). Данные значения попадают в интервал от 15 до 30 мгО/л, характерный для озер с высокой перманганатной окисляемостью.

Таким образом, северо-западный залив оз. Лещевое относится к группе олигоацидно-нейтральных озёр [3] с пониженным содержанием растворённого кислорода. Температурные условия на поверхностном горизонте характеризовались равномерным прогревом. Закономерно, что максимальный перепад был зафиксирован в точке максимальной глубины ( $\Delta t = 6,7^{\circ}\text{C}$ ). По значениям минерализации [3] озеро относится к

группе очень пресных (олигогалинные). Высокие значения перманганатной окисляемости, помимо особенностей самого озера [4], могут объясняться состоянием водосборной территории: наличием регулярно распахиваемых полей, с которых в водоем поступают илистые частицы и коллоидная фракция, богатые органическим веществом [5].

#### Список использованных источников

1. Степанова А.Б., Бабин А.В., Зуева Н.В., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Семадени И.В. Анализ антропогенного воздействия на водную систему Валаамского архипелага // Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние. Атлас. Санкт-Петербург, 2016.32-41.
2. Степанова А. Б., Шарафутдинова Г. Ф., Воякина Е. Ю. Гидрохимические особенности малых озер о. Валаам // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета.2010. № 12. 97-109.
3. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007. 394.
4. Степанова А.Б., Воякина Е.Ю., Зуева Н.В., Куличенко А.Ю., Бабин А.В. Малые лесные озера // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата. Москва, 2021. 477-484.
5. Чернышев А. Н., Сергеева В. О., Котова А. К. [и др.] Особенности лимнологических параметров системы "Лещевое озеро - Лещевый залив" в период максимального прогрева воды (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) // Гидрометеорология и экология. 2020. № 61. 460-479.DOI 10.33933/2074-2762-2020-61-460-479.

УДК 556.535.8:556.114(282.247.222)

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ЛУГА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

*<sup>1</sup>А. Покресная*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, a.pokhresnaya@gmail.com*

*Аннотация.* В работе рассматривается оценка загрязненности реки Луга по 19 гидрохимическим показателям за период наблюдения 1990-2022 года. Приведена оценки пространственной и временной динамики, динамики объемов стока исследуемых показателей и показателей загрязненности реки Луга.

*Ключевые слова:* река Луга, оценка загрязненности, гидрохимические показатели.

## ASSESSMENT OF POLLUTION IN THE LUGA RIVER BASED ON HYDROCHEMICAL INDICATORS

*<sup>1</sup>A. Pokhresnaya*

*1) Russian State Hydrometeorological University St. Petersburg, Russia,  
a.pokhresnaya@gmail.com*

*Abstract.* This study examines the assessment of pollution in the Luga River based on 19 hydrochemical indicators over the observation period from 1990 to 2022. The spatial and temporal dynamics, the dynamics of the discharge volumes of the studied indicators, and the pollution indicators of the Luga River are presented.

*Keywords:* Luga River, pollution assessment, hydrochemical indicators.

Река Луга и ее притоки испытывают на себе существенную антропогенную нагрузку, поскольку на территории бассейна реки Луга проживает значительное количество человек,

река протекает через большое количество населенных пунктов, также на водосборной территории располагаются промышленные предприятия. Река Луга впадает в Финский залив, а, следовательно, все загрязняющие вещества, которые попадают в реку с ее бассейна, загрязняют воды Финского залива [1].

Целью работы является оценка загрязненности воды реки Луга по 19 гидрохимическим показателям. Для достижения поставленной цели в работе были поставлены следующие задачи: оценка пространственно-временной динамики загрязненности реки Луга; оценка показателей загрязненности реки Луга; оценка динамики объемов стока загрязняющих веществ по длине реки Луга. Река Луга берет свое начало в Тесовских болотах и протекает по территориям Новгородской и Ленинградской областей. Протяженность реки составляет 353 км, ширина 15–25 м. Площадь бассейна 13 200 км<sup>2</sup>. Впадает в Лужскую губу Финского залива [2]. Исходными данными являются среднегодовые значения 19 гидрохимических показателей в 2 пунктах наблюдения на реке Луга: г. Луга и г. Кингисепп. Пункт г. Луга содержит 4 створа, г. Кингисепп – 2 створа. Период наблюдения с 1990 по 2022 года.

Воды реки Луга по литературным данным можно охарактеризовать как загрязненные, поскольку на протяжении рассматриваемого временного периода в большинстве случаев имели качество воды - 3 класс «загрязненные» [3]. Главными источниками, которые непосредственно оказывают влияние на качество воды в реке Луга, являются предприятия ЖКХ, промышленные предприятия, сельскохозяйственная деятельность [4].

Для оценки временной динамики загрязненности реки Луга на основе имеющихся данных была произведена оценка тренда по коэффициенту корреляции и по критерию Спирмена. На основе рассчитанных данных сделаны выводы о значимости тренда изменения значений веществ в рассматриваемый период. За период наблюдения 1990-2022 года отмечалась тенденция в некоторых створах увеличения содержания следующих веществ: бихроматной окисляемости, иона аммония, железа, СПАВ, взвешенных веществ, БПК<sub>5</sub>. Также отмечалась тенденция уменьшения содержания следующих веществ: растворенного кислорода, сульфат-анионов, свинца, кадмия, марганца, нефтепродуктов, АСПАВ, хлорид-анионов, железа, взвешенные вещества, БПК<sub>5</sub>.

Для оценки показателей загрязненности реки Луга были построены графики зависимости усредненного количественного содержания химических веществ в створах за временной период 1990-2022 года. В качестве значений ПДК были взяты нормативы ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Основными загрязняющими веществами для реки Луга являются: марганец, медь, свинец. Также загрязняют воду исследуемой реки: железо, фосфаты, нитрит-ионы, бихроматная окисляемость, нефтепродукты, растворенный кислорода, взвешенным веществам, БПК<sub>5</sub> и СПАВ. На протяжении всего исследуемого периода не отмечалось превышений по ПДК такими веществами как: сульфат-анионы, ионы аммония, нитрат-ионы, хлоридам, кадмия и АСПАВ.

Для оценки динамики объемов стока загрязняющих веществ по длине реки Луга были рассчитаны значения объема стока, и разности между створами по течению реки. По полученным данным построены графики среднемноголетних объемов стока исследуемых веществ по длине реки Луга. Наибольшее влияние на объем стока большинства загрязняющих веществ оказывают территории между населенными пунктами. Проведенный анализ показал, что река Луга является умеренно-загрязненной на всем её протяжении. Можно предположить, что основными источниками поступления загрязняющих веществ в воды реки являются коммунально-бытовые сточные воды прибрежных населенных пунктов и стоки с территории сельскохозяйственных угодий.

## Список использованных источников

1. Урусова, Е.С., Жигало А.Ю. Применение комплексной методики учета особенностей гидрохимической информации для оценки загрязненности реки Луга // ГЕОПОИСК-2016. Материалы I Всероссийского конгресса молодых ученых-географов. 2016. 741–749.
2. Ресурсы поверхностных вод суши. Т. 2. Ч. 1. Карелия и Северо-Запад. Л.: Гидрометиздат, 1972.
3. Ежегодники о загрязнении окружающей среды (по компонентам) // Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям [Электронный ресурс]: URL: <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/ezhegodniki/>
4. Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна реки Луга и рек бассейна Финского залива от северной границы бассейна реки Луга до южной границы реки Нева [Электронный ресурс]: Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Луга и рек бассейна Финского залива от северной границы бассейна реки Луга до южной границы бассейна реки Нарва // Утверждена Приказом Невско-Ладожского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов от 07.10.2015 №132. – URL: [https://nord-west-water.ru/upload/skiovo/luga\\_132/skiovo\\_luga\\_132\\_book\\_2.pdf](https://nord-west-water.ru/upload/skiovo/luga_132/skiovo_luga_132_book_2.pdf).

УДК [502.51:504.5](261.243)«2024»

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МИКРОПЛАСТИКА В ВЫБОРГСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 2024 ГОДУ

*<sup>1</sup>В.А. Прощакова, <sup>1</sup>А.А. Ершова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, salunskay@ya.ru*

*Аннотация.* В последние годы проблема морского мусора в Балтийском море становится все более актуальной. В 2024 году в рамках школы «Плавучего университета» была проведена первая оценка загрязненности микропластиком в акватории Выборгского залива. Исследование включало отбор проб морской воды и лабораторный анализ, в ходе которого было выявлено 15 полимерных микрочастиц, преобладавших в виде волокон. Основные источники загрязнения – сточные воды судов. Уязвимость региона к загрязнению усугубляется интенсивным судоходством и рекреационной деятельностью, что требует дальнейших исследований и мер по охране окружающей среды.

*Ключевые слова:* микропластик, Балтийское море, Выборгский залив

## ASSESSMENT OF MICROPLASTIC CONTENT IN VYBORG BAY OF THE BALTIC SEA IN 2024

*<sup>1</sup>В.А. Прошчакова, <sup>1</sup>А.А. Ершова*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, salunskay@ya.ru*

*Abstract.* In recent years, the problem of marine litter in the Baltic Sea has become increasingly important. In 2024, the first assessment of microplastic pollution in the Vyborg Bay area was conducted as part of the Floating University school. The study included seawater sampling and laboratory analysis, which identified 15 polymer microparticles, predominantly in the form of fibers. The main sources of pollution are wastewater from ships. The region's vulnerability to pollution is exacerbated by intensive shipping and recreational activities, which requires further research and environmental protection measures.

*Keywords:* microplastics, Baltic Sea, Vyborg Bay

Морской мусор в Балтийском море в последние годы привлекает все больше внимания, поскольку увеличивается количество пляжного мусора в регионе. До 40 тонн микропластика выбрасывается в водосборный бассейн Балтийского моря при использовании таких продуктов, как средства для мытья тела, гели для душа и скрабы [1]. Территория

Выборгского залива является зоной интенсивного судоходства, но данный район пока малоизучен по отношению загрязненности микропластиковыми частицами. В рамках школы «Плавучего университета» в 2024 году в летний период была проведена первая оценка загрязнения микропластиком окружающей среды Выборгского залива.

Исследование в Выборгском заливе проводилось в его восточной и северо-восточной части в июне 2024 года. Было отобрано 7 проб морской воды пробоотборником-фильтром HydroPuMP [2]. Объем профильтрованной воды через установку составлял от 34 до 260 л. Фильтр с осажденным веществом переносился в стеклянную колбу, а проба затем доставлялась в лабораторию ПластиКЛаб для последующей обработки. Лабораторный анализ состоял из нескольких этапов: удаление (растворение) органического вещества (термохимическая обработка образцов с помощью реактива Фентона), осаждение полученной очищенной взвеси на стекловолоконные фильтры. Была выполнена визуальная идентификация, морфологический анализ и подсчет микропластиковых частиц с помощью светового стереомикроскопа и тестирование частиц методом «горячей иглы» с целью подтверждения синтетического происхождения.

Всего для получения 7 проб было профильтровано  $0,621 \text{ м}^3$  воды. В них было найдено всего 15 полимерных микрочастиц различных размеров, форм и цветов: 9 волокон (60%), 1 пленка (7%) и 5 фрагментов (33%). Таким образом, доминирующий вид микропластика в водах Выборгского залива – микроволокна. Преимущественный цвет – белый (5 частиц – 36%). Среднее содержание микропластиковых частиц  $46,84 \text{ шт/м}^3$ , при этом концентрация варьировалась от 0 до  $176,47 \text{ шт/м}^3$ . Размер частиц варьировался от 178 до 3361 мкм. Максимальная концентрация:  $176,47 \text{ шт/м}^3$  – отмечается в водах угольного, зернового и нефтяного терминала (Рис. 1.)

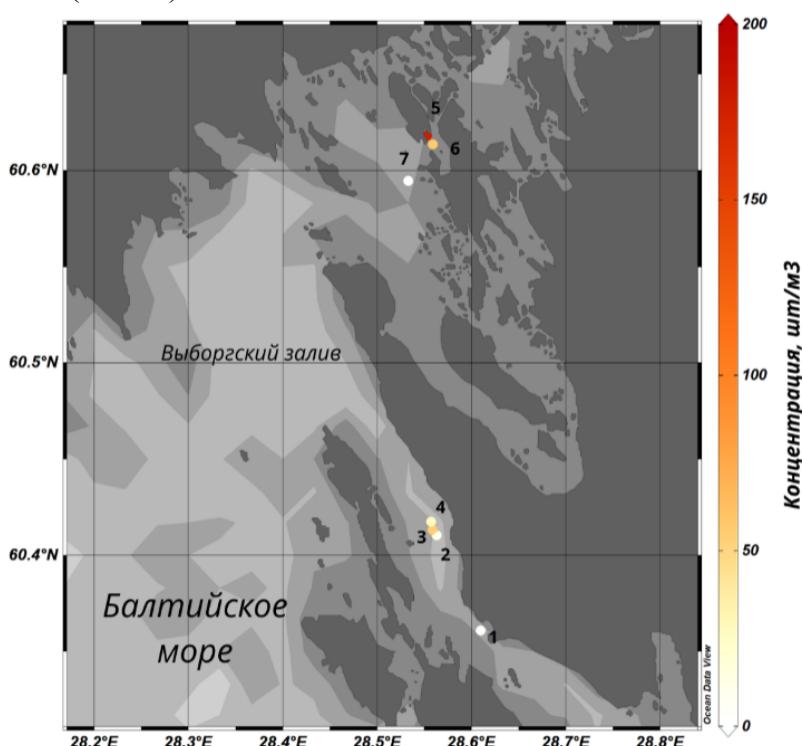


Рисунок 1 – Распределение концентрации микропластика в Выборгском заливе в июне 2024 г.

Частицы, имеющие форму «волокон», чаще всего представляют собой элементы синтетических и полусинтетических материалов, что подтверждает их антропогенное происхождение. Основным источником этих частиц в морских водах, как правило, являются сточные воды с судов. В Выборгском заливе активное судоходство и развивающаяся рекреационная деятельность, что делает этот район Балтийского моря особенно уязвимым к загрязнению как акватории, так и на пляжах.

### Список использованных источников

1. Электронный ресурс: Marine Litter Action Plan for the Baltic Sea. URL: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/10/Marine-Litter-Action-Plan-for-the-Baltic-Sea.pdf>. Дата обращения 28.02.2025.
2. Ершова А.А., Татаренко Ю.А. Пробоотборник для определения содержания микропластика в морской воде (HydroPuMP). Патент на полезную модель RU 206110 U1, 24.08.2021. Заявка № 2020144043 от 28.12.2020.

УДК 556.535.8(282.247.215)

## ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕКИ ВОЛХОВ СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА

<sup>1</sup>Д. Степанов, Е. Урусова

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, [danillstep200@gmail.com](mailto:danillstep200@gmail.com)

*Аннотация.* В данной работе проведен анализ загрязненности реки Волхов на основе данных мониторинга по четырем пунктам наблюдения: Великий Новгород, Кириши, Волхов, Новая Ладога. Оценивались концентрации биохимического потребления кислорода (БПК-5), азота аммонийного, азота нитратного и азота нитритного. Анализ временных и пространственных изменений показал, что за последние десятилетия наблюдается общее снижение концентраций загрязняющих веществ, что может быть связано с модернизацией очистных сооружений, изменением структуры промышленных сбросов и естественными процессами самоочищения реки. Однако в отдельных районах сохраняется повышенный уровень загрязненности, требующий дальнейшего мониторинга. Рассматриваются природные и антропогенные факторы, влияющие на качество воды, а также перспективы улучшения экологического состояния реки Волхов.

*Ключевые слова:* река Волхов, загрязнение воды, БПК-5, азот аммонийный, азот нитратный, азот нитритный, гидрологический режим, антропогенное воздействие, очистные сооружения, самоочищение.

## POLLUTION OF THE VOLKHOV RIVER BY NITROGEN COMPOUNDS

<sup>1</sup>Д. Степанов, Е. Урусова

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
[danillstep200@gmail.com](mailto:danillstep200@gmail.com)

*Abstract.* In this paper, the pollution of the Volkhov River is analyzed based on monitoring data from four observation points: Veliky Novgorod, Kirishi, Volkhov, and Novaya Ladoga. The concentrations of biochemical oxygen demand (BOD-5), ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, and nitrite nitrogen were estimated. The analysis of temporal and spatial changes showed that over the past decades there has been a general decrease in pollutant concentrations, which may be due to the modernization of treatment facilities, changes in the structure of industrial discharges, and natural self-purification processes in the river. However, in some areas, elevated pollution levels persist, requiring further monitoring. Natural and anthropogenic factors affecting water quality, as well as prospects for improving the ecological state of the Volkhov River, are considered.

*Keywords:* Volkhov River, water pollution, BOD-5, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, hydrological regime, anthropogenic impact, treatment facilities, self-purification.

Качество вод водотоков под антропогенным воздействием – это сложный разнонаправленный процесс поступления загрязняющих веществ, самоочищения и разбавления [1]. Природные факторы, такие как скорость течения, температура воды и сезонные колебания могут влиять на динамику загрязняющих веществ. Например, паводки

зачастую приводят к временному увеличению загрязнения за счёт размыва донных отложений и поверхностного стока.

Река Волхов – одна из крупнейших рек северо-западной России, длиной 224 км. Она берет начало из озера Ильмень и впадает в Ладожское озеро. В бассейне реки расположены крупные промышленные центры, включая Великий Новгород, Кириши и Волхов, оказывающие значительное влияние на её экологическое состояние [2]. Волховская ГЭС регулирует сток реки, влияя на распределение загрязняющих веществ. Климат бассейна умеренно-континентальный с холодной зимой и теплым летом, среднегодовое количество осадков 600-700 мм [2]. Концентрации загрязняющих веществ различаются по длине реки в зависимости от антропогенной нагрузки и гидродинамических процессов. В верхнем течении (Великий Новгород) концентрации ниже, тогда как в районе Волхова и Новой Ладоги отмечается их снижение из-за разбавления по течению [3]. В начале периода (2002–2010 гг.) значения БПК-5 были высокими, особенно в районе Волхова, что свидетельствует о значительной антропогенной нагрузке. Начиная с 2014 года, отмечается снижение значений БПК-5, что может свидетельствовать об улучшении очистных сооружений и изменении структуры сбросов. В районе Новой Ладоги концентрации БПК-5 в последние годы стабилизировались на уровне, близком к предельно допустимой концентрации (ПДК), что говорит о некотором улучшении качества воды.

Азот аммонийный ( $\text{NH}_4$ ) демонстрирует значительное снижение концентраций в среднем и нижнем течении реки, что может быть связано с улучшением системы очистки сточных вод. Однако в верхнем течении реки (Великий Новгород) концентрации остаются относительно стабильными, что может указывать на наличие постоянного источника загрязнения, связанного с хозяйственно-бытовыми стоками.

Азот нитратный ( $\text{NO}_3$ ) не превышает ПДК на протяжении всего исследуемого периода, однако отмечаются значительные колебания концентраций. В районе Волхова наблюдаются всплески содержания нитратов, что может быть связано с сезонными изменениями в водном балансе реки, а также с поступлением сельскохозяйственных стоков.

Азот нитритный ( $\text{NO}_2$ ), являясь промежуточной формой азота в процессах нитрификации и денитрификации, демонстрирует снижение концентраций с 2007–2010 годов, особенно в районе Волхова и Новой Ладоги. Это может свидетельствовать о стабилизации биогеохимических процессов в реке и уменьшении поступления неочищенных сточных вод.

Анализ данных по загрязненности реки Волхов позволяет сделать вывод, что в течение последних двух десятилетий качество воды улучшилось по большинству показателей на фоне модернизации очистных сооружений. На отдельных участках сохраняется повышенная концентрация некоторых загрязняющих веществ, что требует дальнейшего мониторинга и принятия мер по снижению антропогенного воздействия. Для более детальной оценки состояния реки и разработки эффективных мер по её охране необходимы дальнейшие исследования, включающие анализ сезонных изменений, изучение состава донных отложений и оценку биоразнообразия водных экосистем [4].

#### Список использованных источников

1. Гальцова В.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю. Экологический мониторинг состояния водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Материалы V Международной конференции. 2009. 55-56.
2. Сидоров Н.К. Влияние антропогенной нагрузки на водные экосистемы Волхова // Экология и природопользование. 2021. № 2. 37-45.
3. Росгидромет. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Москва, 2023.
4. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2020.116.

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ДОН ПО КОМПЛЕКСУ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗА ПЕРИОД С 2021 ПО 2023 ГГ.

*<sup>1</sup>Н. Харченко, <sup>1</sup>Е. Колесникова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, kharchenko.n2703@mail.ru*

*Аннотация.* В работе были проанализированы данные по 16 основным гидрохимическим показателям в р. Дон: концентрации кислорода, БПК5, ХПК, сульфатов, хлоридов, фосфора фосфатов, концентрации фенолов, нефтепродуктов, АСПАВ, аммонийного, нитратного и нитритного азота, соединений железа, меди, цинка и никеля. Представлены результаты анализа уровня превышений ПДК и загрязненности вод реки. Выделены приоритетные загрязняющие вещества за период с 2021 по 2023 гг. Выявлены возможные источники загрязнения вод.

*Ключевые слова:* превышение ПДК, концентрация, загрязнение

## ANALYSIS OF THE WATER QUALITY OF THE DON RIVER BY A COMPLEX OF HYDROCHEMICAL INDICATORS FOR THE PERIOD FROM 2021 TO 2023.

*<sup>1</sup>N. Kharchenko, <sup>1</sup>E. Kolesnikova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, kharchenko.n2703@mail.ru*

*Abstract.* The work analyzed data on 16 main hydrochemical parameters in the Don River: concentrations of oxygen, biological oxygen demand, chemical oxygen demand, sulfates, chlorides, phosphorous phosphates, concentrations of phenols, petroleum products, anionic surfactants, ammonium, nitrate and nitrite nitrogen, iron, copper, zinc and nickel compounds. The results of the analysis of the level of MPC exceedances and river water pollution are presented. The priority pollutants exceedances for the period from 2021 to 2023 have been identified. Possible sources of water pollution have been identified.

*Keywords:* MPC excess, concentration, pollution

Качество поверхностных вод реки Дон является предметом постоянного мониторинга и анализа. В ходе данного анализа степень загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям оценивалась на основе данных, полученных с помощью автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов, разработанной Северо-Кавказским филиалом ФГУП «Российского научно-исследовательского института комплексного использования и охраны водных ресурсов». Отбор проб на гидрохимию осуществлялся в следующих пунктах: г. Волгодонск, г. Константиновск, г. Семикаракорск, станица Раздорская, рабочий посёлок Багаевский, г. Ростов-на-Дону, х. Колузово и рук. Старый Дон - г. Азов [1].

Исходные данные содержат ряд концентраций основных гидрохимических показателей, усреднённых по перечисленным выше постам, в р. Дон за период с 2021 по 2023 годы. Оценка качества вод проводилась по 16 гидрохимическим показателям, перед непосредственным анализом концентрации переведены в доли ПДК, в соответствии с установленными нормативами для каждого загрязняющего вещества [2].

За период с 2021 по 2023 гг. характерными загрязняющими веществами в р. Дон являлись: соединения меди, соединения железа, сульфаты, нитритный азот и нефтепродукты. Концентрации соединений меди на протяжении рассмотренного периода не менялись и были наибольшими – 2 ПДК, концентрации соединений железа постепенно возрастили, их значения изменились следующим образом – 1,3 ПДК в 2021 году, 1,4 ПДК в 2022 году и 1,7 ПДК в 2023 году, соответственно. Содержание сульфатов в воде не изменилось и составляло

1,4 ПДК в 2021 г. и 2022 г., но затем снизилось до 1,3 ПДК в 2023 году. Концентрация нитритного азота резко выросла в 2022 году по сравнению с прошлым годом с 1,2 ПДК до 1,5 ПДК и не изменилась в 2023 году (также 1,5 ПДК). Содержание нефтепродуктов, наоборот, снизилось к концу изученного периода, в 2021 году она составила 1,4 ПДК, в 2022 г. – 1,2 ПДК и осталась такой же в 2023 году.

Концентрации аммонийного азота не превышали ПДК, значение за 2021 год составило 0,6 ПДК, в 2022 году началось незначительное повышение до 0,65 ПДК, тенденция на повышение сохранилась и в 2023 году (0,9 ПДК). Концентрации хлоридов, нитратного азота и фосфора фосфатов незначительно снизились с 0,3 ПДК (2021 г.) до 0,25 ПДК (2022-2023 гг.) для хлоридов, с 0,06 ПДК (2021 г.) до 0,05 ПДК (2022-2023 гг.) для нитратного азота и с 0,05 ПДК (2021 г.) до 0,04 ПДК (2022-2023 гг.) для фосфора фосфатов. Для АСПАВ концентрации составили 0,3-0,4 ПДК с максимумом 0,4 ПДК в 2022 году. Концентрации соединений цинка снизились с 0,6 ПДК в 2021 г. до 0,5 ПДК в 2022 г., далее без изменений в 2023 году.

Концентрации кислорода за период с 2021 г. до 2023 г. менялись в пределах 8,88-9,03 мг/л, легкоокисляемых органических веществ (по БПК5) 2,94-3,34 мг/л и органических веществ по ХПК 25,1 мг/л в 2021 г., 26,9 мг/л в 2022 г. и 24,3 мг/л в 2023 г., соответственно. Содержание фенолов в р. Дон не было обнаружено в 2021 и 2023 годах, в 2022 г. оно составило 1 ПДК. Неизменными за период с 2021 по 2023 годы остались концентрации соединений никеля (0,1 ПДК).

Наличие повышенных концентраций соединений меди, железа, сульфатов, нитритного азота и нефтепродуктов в воде обусловлено сосредоточением в бассейне реки промышленных предприятий, включая металлургические, химические, машиностроительные и нефтеперерабатывающие заводы, сточные воды которых содержат высокие концентрации загрязняющих веществ. Крупные города также сбрасывают значительные объемы неочищенных сточных вод. Кроме того, интенсивное использование удобрений и пестицидов в сельскохозяйственных регионах, приводящее к вымыванию загрязняющих веществ в реку. Также активное использование реки для транспортировки грузов (особенно в её нижнем течении) приводит к загрязнению вод нефтепродуктами. К другим факторам загрязнения реки можно отнести природные, например, вымывание веществ из почв и горных пород [3].

Таким образом, в результате проведённого анализа концентраций 16 гидрохимических показателей за период с 2021 по 2023 гг. определены основные загрязняющие вещества – соединения меди, железа, сульфаты, нитритный азот и нефтепродукты. Превышения их ПДК на протяжении 3 лет оставались стабильно высокими. Также в 2022 году произошло увеличение концентрации фенолов (1 ПДК), а в 2023 году был превышен норматив ХПК (1,3 ПДК). Концентрации остальных показателей не превышали установленные нормативы за изученный период. Таким образом, можно сделать вывод об увеличении количества загрязняющих веществ от 5 в 2021 году до 6 в 2022 г. и 2023 г. из 16, учтенных в комплексной оценке, это свидетельствует о существенном загрязнении водного объекта, а также о необходимости принятия мер по снижению загрязнения и его предотвращению в будущем.

#### Список использованных источников

1. Программный комплекс «Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов» (АИС ГМВО). [Электронный ресурс] Сетевой (ограниченный) доступ Федеральное агентство водных ресурсов: URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=505> (дата обращения 31.01.2025).
2. Перечень рыбохозяйственных нормативов предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: ВНИРО, 1999. 304.
3. Качество поверхностных вод Российской Федерации: ежегодник / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Федеральное государственное бюджетное учреждение "Гидрохимический институт"; гл. ред. М.М. Трофимчук. Ростов-на-Дону, 2023. 2022 г.

## ДИНАМИКА ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАЛОЙ НИКОНОВСКОЙ БУХТЫ В 2022-2024 ГОДАХ

*<sup>1</sup>А. Яковлев, <sup>1</sup>Н. Аниканов, <sup>1,2</sup>Е. Воякина*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,*

*г. Санкт-Петербург, Россия, yakovlevalexey2013@gmail.com*

*2) Санкт-Петербургский государственный университет*

*Аннотация.* В работе приводятся результаты исследования ряда лимнологических параметров Малой Никоновской бухты, полученные во время полевых работ на Учебно-научной станции «Валаам» в августе 2022-2024 годов. В настоящем время значения параметров изменяются незначительно. Для аммонийного азота отмечено превышение ПДК, установленных для водных объектов рыбохозяйственного значения. По индексу трофического состояния бухта имеет статус «олиготрофный».

*Ключевые слова:* Ладожское озеро, Валаамский архипелаг, прибрежная зона, мониторинг.

## LIMNOLOGICAL PARAMETERS DYNAMICS OF MALAYA NIKONOVSKAYA BAY IN 2022-2024

*<sup>1</sup>А. Яковлев, <sup>1</sup>Н. Аниканов, <sup>1,2</sup>Е. Воякина*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,*

*yakovlevalexey2013@gmail.com*

*2) Saint Petersburg State University*

*Abstract.* The paper presents the research results of the limnological parameters of Malaya Nikonovskaya Bay, which was obtained during fieldworks at the Educational and scientific station «Valaam» in August 2022-2024. In this time the values of the parameters change slightly. It was noted that the ammonium nitrogen exceeded MAC established for objects of fishery purposes. According to the trophic state index, the bay has the status of "oligotrophic".

*Keywords:* Ladoga Lake, Valaam Archipelago, coastal zone, monitoring.

Малая Никоновская бухта Валаамского архипелага относится к водным объектам, наиболее подверженным антропогенному воздействию. С 2001 г. в ней функционирует форелевое хозяйство, входящее в десятку крупнейших садковых хозяйств Карелии. При многолетнем мониторинге для неё было отмечено изменение ряда лимнологических параметров [1]. Для дальнейшего предотвращения деградации уникальной экосистемы прибрежной зоны архипелага необходимо проведение регулярных наблюдений и анализа основных лимнологических параметров.

Цель работы: описать динамику лимнологических параметров Малой Никоновской бухты по данным мониторинговой съёмки августа 2022-2024 годов.

Объектом данного исследования является Малая Никоновская бухта, находящаяся вблизи Большой Никоновской. Бухта по лимнологическому районированию относится к деклинальной зоне Ладоги. Примерная площадь Малой Никоновской составляет 48 га. Отбор проб проводился ежегодно в середине августа в 2022-2024 гг. на мониторинговой станции (25 м) и трех дополнительных точках отбора проб, находящихся в разных частях бухты (4,0; 7,5; 14,5 м). Определение лимнологических параметров проводилось по стандартным методикам [2].

Температура воды поверхности горизонта исследуемой акватории находится в границах 19,00-20,92 °С, наибольшие значения отмечены в 2023 и 2024 гг. На всех точках

наблюдается прямая температурная стратификация, наиболее ярко выраженная на глубоководной мониторинговой станции – 4,30 °С в 2023 г.,  $\Delta t$  составило 16,62 °С.

Прозрачности воды варьируют в пределах от 2,9 до 3,1 м. По классификации Китаева для всех точек характерны средние значения прозрачности [3]. Значения мутности на поверхности находятся в пределах от 3,0 до 3,6 мг/л. Цветность варьирует в диапазоне 30,7-36,2 °Pt-Co. Для поверхностного горизонта исследуемых точек характерно среднее содержание общего органического вещества (ООВ), определяемого методом перманганатной окисляемости: 10,0-14,5 мгО/л [3]. С глубиной содержание ООВ меняется несущественно.

Удельная электропроводность (УЭП) изменяется незначительно и в поверхностном слое находится в пределах 92,2-96,5 мкСм/см. Так же, как и УЭП, значения pH меняются слабо. На поверхности они варьируют в диапазоне от 7,3 до 7,7. По классификации Китаева активную реакцию среды можно оценить как нейтрально-щелочную [3].

Концентрация хлорофилла-а установлена в границах 1,8-5,0 мкг/л с минимумом в 2022 г. и максимумом в 2023 г. Содержание растворенного кислорода в поверхностном слое находится на пороговой отметке классификации между средним и высоким – процент насыщения 94-104 [3]. С глубиной содержание  $O_2$  снижается, минимальные значения установлены на мониторинговой станции – 54 % в 2023 г. Значение растворенного углекислого газа в поверхностном горизонте варьирует от очень низкого и низкого в 2024 г. (0,9-2,9 мг/л) до среднего в 2023 г. (4,7 мг/л). Максимальные концентрации  $CO_2$  зафиксированы на дне мониторинговой станции – 12,3 мг/л в 2022 г.

Среди биогенных элементов превышение ПДК, установленных для водных объектов рыбохозяйственного значения, зафиксировано только для аммонийного азота. Оно отмечается в 2023 г. на поверхности и дне мониторинговой станции (0,416 и 0,634 мг/л), а также в 2024 г. на дне двух дополнительных точек отбора проб (0,421 и 0,542 мг/л). ПДК<sub>рыб. хоз.</sub>  $N(NH_4)$  – 0,4 мг/л [4]. Вероятно, повышенные концентрации аммонийного азота связаны с жизнедеятельностью радужной форели, выращиваемой в этой бухте [5].

Концентрации нитрит-иона и фосфат-иона на поверхности и дне находятся в пределах допустимого. Общий фосфор на поверхности варьирует в диапазоне 0,003-0,013 мг/л, и на дне – 0,008-0,035 мг/л. Наибольшие значения установлены в 2022 г.

Индекс трофического состояния на основе концентраций общего фосфора (ИТС<sub>ТР</sub>), хлорофилла-а (ИТС<sub>Chl-a</sub>) и прозрачности воды (ИТС<sub>SD</sub>) уменьшается с 40 в 2022 г. до 38 в 2024, бухта имеет трофический статус «олиготрофный», для которого характерны следующие атрибуты – чистая вода и наличие кислорода в течение всего года в гиполимнионе [6].

Таким образом, для исследуемой акватории характерны средние значения прозрачности, значения процента насыщения кислородом находятся на пороговой отметке между средним и высоким, низкое или среднее содержание растворенного углекислого газа, нейтрально-щелочная активная реакция среды, среднее содержание общего органического вещества. В 2022-2024 гг. значения исследуемых параметров изменяются незначительно.

#### Список использованных источников

1. Степанова А.Б. Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние. Атлас. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2016. 44.
2. Алекин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Учебное пособие. Ленинград: Гидрометеоиздат. 1953. 270.
3. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 2007. 395.
4. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 № 552 (с изменениями на 13.06.2024). КонсультантПлюс: официальный сайт. – URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения 06.03.2025);

5. Есавкин Ю.И. Морфофизиологические показатели и рост молоди радужной форели при различных световых режимах. Специальность 03.00.13 – физиология человека и животных. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Москва: С.-х. академия им. К.А. Тимирязева. 1980. 18.
6. Шурганова Г.В. Отбор и обработка зоопланктона при гидроэкологических исследованиях. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: ННГУ. 2021. 33.

## СЕКЦИЯ 2. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК [502:330.15:351.853](1-751)(985)

### ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В АРКТИКЕ

*<sup>1</sup>П. Авдеенко, <sup>1</sup>О. Мандрыка*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
2. Санкт-Петербург, Россия, polina.avdeenko.01@gmail.com*

**Аннотация.** Проанализировано текущее состояние арктических ООПТ, методом SWAT-анализа выявлены положительные и отрицательные стороны их работы, отмечены наилучшие практики организации охраняемых территорий в Арктике. В интересах природы и общества показаны важность и перспективы сведения воедино законодательных актов различного уровня для принятия единого Арктического закона. Выданы практические рекомендации по организации новых ООПТ и расширению уже существующих охраняемых территорий Российского Севера.

**Ключевые слова:** Арктика, ООПТ, законодательство, управленческие структуры, развитие

### ARCTIC PAs: CURRENT STATE & PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

*<sup>1</sup>П. Авдеенко, <sup>1</sup>О. Мандрыка*

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
polina.avdeenko.01@gmail.com*

**Abstract.** For the Arctic protected areas their current state has been analyzed, strengths and weaknesses in the work using statistics like SWAT analysis identified, some best practices for the arrangement noted. As for legislative acts of different levels they are recommended to harmonize with nature and society to result in the united Arctic Law. Practical recommendations on the new PAs' creation along with the existing ones' expansion have been elaborated for the Russian North.

**Keywords:** Arctic, PAs, legislation, management, development

В процессе работы были проанализированы актуальные проблемы и намечены пути развития сети ООПТ арктической зоны РФ. Исследование охватило 32 объекта охраны, из которых 14 заповедников федерального значения, 10 национальных парков и 8 государственных природных заказников. Анализ законодательной базы, регулирующей деятельность ООПТ, показал, что современное экологическое законодательство не лишено недостатков. Были выявлены отдельные несоответствия и противоречия между нормативными актами федерального и регионального уровня. Для эффективного управления арктическими ООПТ необходимо учитывать целый ряд социальных, этнических и экономических вопросов. Обоснована целесообразность создания единого арктического законодательства [1]. Текущая деятельность ООПТ в АЗРФ сопряжена с рядом трудностей, в частности: обострение конфликтов между стейкхолдерами, geopolитическая напряжённость в регионе, недостаточные объёмы финансирования деятельности ООПТ, регулярные нарушения природоохранного режима и непрекращающееся антропогенное воздействие.

В качестве модельного объекта был выбран Кандалакшский государственный природный заповедник, один из старейших в России. Выполнив главную миссию по сохранению гаги, сегодня заповедник расширил свою деятельность и стал не только территорией охраны уникальных северных экосистем, но и площадкой для развития научных исследований, экологического просвещения и туризма [2]. Положительные примеры характерны для работы и других ООПТ, которые смогли эффективно реализовать туристический потенциал на своих территориях, а также участвовать в совместных проектах

с бизнесом [3]. Однако дальнейшее развитие многих охраняемых территорий сопряжено с рядом ограничений, которые в первую очередь связаны с недостаточным объёмом финансирования системы ООПТ в целом.

Создание новых ООПТ в АЗРФ в настоящее время замедлилось. Последняя новая охраняемая территория Арктики была образована в 2018 году – это государственный природный заказник «Новосибирские острова». Для дальнейшего эффективного развития системы ООПТ в АЗРФ требуется разработка научно-обоснованной стратегии и проведение юридических процедур. Систематизация информации о текущем состоянии ООПТ АЗРФ с использованием SWOT-анализа позволила чётко разделить сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы, с которыми сталкиваются заповедные территории в АЗРФ [4].

На основе проведённого анализа были разработаны практические рекомендации, направленные на совершенствование деятельности ООПТ в АЗРФ. Они направлены на создание устойчивых и эффективных механизмов управления, способствующих охране уникальных экосистем и повышению качества жизни местного населения. Для этого потребуется:

1) Рациональная организация экотуристической деятельности на ООПТ, которая позволила бы не только сохранить природное наследие, но и стать важной основой для экономического развития регионов, обеспечивая новые рабочие места и доходы для местного населения.

2) Вовлечение научного сообщества в обсуждении вопросов, касающихся ООПТ, для принятия обоснованных решений и выработки экологически ориентированной политики развития охраняемых территорий.

3) Взаимовыгодное сотрудничество между ООПТ и бизнесом будет стимулировать реализацию экологически ответственных проектов.

4) Выстраивание конструктивного диалога с КМНС является критически важным для нахождения баланса между интересами развития региона и сохранением традиционного образа жизни. Участие местных сообществ в процессах принятия решений поможет упорядочить использование природных ресурсов и избежать конфликтов.

5) Формирование отдельной отрасли арктического законодательства позволило бы учесть уникальные условия, в которых функционируют ООПТ в Российской Арктике, а также устранить противоречия между постановлениями и нормативными актами федерального и регионального уровней.

6) Эффективное и научно обоснованное расширение сети ООПТ в АЗРФ должно основываться на научных данных и экспертизах, что позволит создать действительно ценные природоохранные территории [5].

Результаты проведённой работы подчёркивают необходимость целенаправленных действий по совершенствованию управления сетью ООПТ в АЗРФ, что позволит не только сохранить уникальные природные комплексы, но и способствовать устойчивому развитию местных сообществ и экономик. Факторами успеха являются интеграция научных данных в практические решения, активное взаимодействие с местным населением и внимание к экологическим последствиям антропогенной деятельности.

#### Список использованных источников

1. Яковлева Т.А. Правовой режим особо охраняемых природных территорий Арктической зоны России // Электронное приложение к Российскому юридическому журналу. 2021. №4.
2. ФГБУ «Кандалакшский государственный природный заповедник»: офиц. сайт. – URL:<https://kandalaksha-reserve.ru/>
3. Примак Е.А., Алексеев Д.К., Косатова А.А. Интегральная оценка устойчивости ландшафта в условиях антропогенного воздействия // Успехи современного естествознания. 2025. № 3. 24-29. DOI: <https://doi.org/10.17513/use.38378>
4. Фертикова, Е. П., Макеев В.М. Применение SWOT-анализа для оценки потенциала устойчивого развития Арктических регионов // Трансграничные регионы в условиях глобальных изменений:

современные вызовы и перспективы развития: сборник материалов Междунар. науч.-практ. конф. (26-28 ноября 2029 г.). Горно-Алтайск. 2019. 200-203.  
5. Руководство по функциональной организации ООПТ. АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов». 2019. 1- 211.

**УДК 502.175**

## **ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*<sup>1</sup>А. Аксенов, <sup>1</sup>Т.Ю. Яковлева*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, Aksaksaled0609013@yandex.ru*

*Аннотация.* В данной работе представлены сведения об поэтапном составлении плана по мониторингу окружающей среды с предоставлением методов по вычислению закономерностей в экосистеме. Описана необходимость данной операции исследований в пользу рационального природопользования.

*Ключевые слова:* мониторинг, экосистема, закономерность, природопользование, окружающая среда.

## **ORGANIZATION OF ENVIRONMENTAL MONITORING**

*<sup>1</sup>А. Аксенов, <sup>1</sup>Т.Ю. Яковлева*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
Aksaksaled0609013@yandex.ru*

*Annotation.* This paper provides information on the step-by-step preparation of an environmental monitoring plan with the provision of methods for calculating patterns in the ecosystem. The necessity of this research operation in favor of rational use of natural resources is described.

*Keywords:* monitoring, ecosystem, environment, regularity, environmental management.

Данные мониторинга окружающей среды характеризуют постоянные изменения в исследуемых экосистемах и служат основой для принятия управленческих решений, от которых зависит рациональное природопользование [1]. При выборе объекта и параметров мониторинга необходимо учитывать уровень антропогенного фактора, способность экосистемы к самовосстановлению. Обычно система мониторинга включает в себя несколько этапов. Первый этап включает сбор сведений об окружающей среде, гидрологическом состоянии вод, метеорологических данных, учитывается состояние почв и сельского хозяйства. Далее происходит оценка ландшафта территории на карте для распределения и систематизации сведений. На последнем этапе учитываются полученные данные, анализируются причинно-следственные связи факторов, действующих на экосистему. Широкое распространение в мониторинге окружающей среды получили различные математические модели. Например, часто используемое описание этой системы – дифференциальные уравнения, применяемые для вычисления биогеохимических циклов [2]:  $x_i = f_i \cdot (x, v)$ ; где  $x = (x_1 \dots x_n)$  – множество переменных состояния окружающей среды;  $v = (v_1 \dots v_k)$  – множество факторов экосистемы;  $f = (f_1 \dots f_n)$  – множество скоростей перемещения вещества в среде обитания;  $n$  – число компонентов экосистемы. Благодаря современным технологиям, удалось воссоздать круговорот углерода в соотношении между лесным массивом и травяной подстилкой. В ходе моделирования было доказано, что лес мог поглотить до 70-74% всего углерода за 10-15 лет, травяная часть – 50-57% за 60-90 лет [2].

Оба типа математических моделей активно используются учёными, и какой из способов лучший или худший рассуждать некорректно, так как каждый определяется для определенных исследований, даже с учётом, что полученный результат по вопросу изучения будет тождественным. После составления выбора территории изучения и её закономерностей, наступает этап прямого контроля. Люди переходят к активным действиям, в зависимости от целей: добыча ресурсов или поддержание приемлемого состояния экосистемы. И даже при постоянной интеграции деятельности человека в среду обитания, важным условием для успешной работы является непрерывный мониторинг. Грамотное природопользование сильно зависит от качества и постоянства наблюдений.

Каждое состояние системы в заданный момент времени представляет собой внедрение всех изменений, происходивших в ходе её исторического развития. Благодаря взаимозаменяемости отдельных элементов, каждый из которых способен дополнить потерю другого, способствует повышению устойчивости экосистем к воздействию внешних факторов среды, что и определило постоянную систему мониторинга, с одной из основных задач: определение и поддержание среды обитания в стабильном виде для комфортного существования [3]. Экосистемы обладают высокой адаптационной способностью в отношении изменяющихся условий окружающей среды, за исключением случаев катастрофических изменений. При условии адаптации экосистемы к среде, сама среда становится её неотъемлемой частью, обеспечивая жизнедеятельность системы. Способность противостоять различным уровням изменений среды определяет устойчивость экосистем, что является ключевым параметром при моделировании любых систем [4]. Постоянный экологический мониторинг стал неотъемлемой частью изучения окружающей среды обитания, потому что разработка стратегии по использованию ресурсов и оценки рисков стали необходимостью в рациональном природопользовании для комфортного существования человека и природы.

#### Список использованных источников

1. Примак Е.А., Алексеев Д.К., Зуева Н.В. Основы государственного и муниципального управления в природопользовании. Санкт-Петербург: Лема, 2024. 124.
2. Белюченко И.С. Введение в экологический мониторинг // Кубанский государственный аграрный университет. 2011.294 с.
3. Орлов В.Ю., Швыркова Н.С., Котов. А.Д. Экологический мониторинг // Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова. 2004. 38.
4. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2020.116.

УДК 378

## РОЛЬ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

<sup>1</sup>А. Алексеев

1) ГБОУ школа № 690 Невского района Санкт-Петербурга, г. Санкт-Петербург, Россия,  
ais444@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе рассмотренные основные вопросы и подходы патриотического воспитания при обучении в университете. Описана необходимость патриотического воспитания для подготовки будущих специалистов.

**Ключевые слова:** патриотизм, проектная деятельность, образование, внеучебная деятельность.

# THE ROLE OF PATRIOTIC EDUCATION OF STUDENTS IN THE TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS

<sup>1</sup>*A. Alekseev*

1) School №690 of Nevsky district of St. Petersburg, St. Petersburg, Russia, [ais444@mail.ru](mailto:ais444@mail.ru)

*Abstract.* This paper examines the main issues and approaches of patriotic education in university education. The necessity of patriotic education for the training of future specialists is described.

*Keywords:* patriotism, project activities, education, extracurricular activities

Формирование у молодежи высоких нравственных качеств и патриотических идеалов – одна из основных задач современного образования [1]. Патриотизм – основа безопасности государства. Студенты, специалисты с высшим образованием, это будущие научные и профессиональные кадры любого государства. Одной из формы проявления патриотизма может служить стремление посвятить себя технологическому развитию страны. Задачи, которые решаются в процессе патриотического воспитания, следующие: повышение гордости за свою страну, повышение самооценки и чувства ответственности за свои знания и умения, которые нужны стране, формирование чувства уверенности в своих силах и в технической мощи государства, стремление приумножить эту мощь. Поэтому патриотическое воспитание студентов вуза должно быть предметом пристального внимания педагогов.

Общение педагога и студента определяет становление личности будущего инженера, ученого, ее самоопределение, выстраивание жизненного пространства. Личный пример, взаимное уважение, изучение жизненного пути великих ученых российской и советской науки в области инженерной мысли, могут заложить основу формирования духовного нравственного мира студентов и повышения уровня их патриотизма. Знакомство студентов с жизнью и деятельностью российских ученых, на работах которых сегодня основано большинство научных достижений, помогает развивать интеллектуальный потенциал и чувство гражданской гордости за научные достижения в нашей стране. Анализ жизненного пути и научных открытий, выдающихся ученых также имеет воспитательное значение. Неплохо было бы просить студентов в рамках семинарских занятий представлять свои проекты по жизненному пути и специфике научных открытий тех ученых, инженеров и изобретателей, разработки которых рассматриваются на данном предмете. Это не только повысит градус образованности и кругозора, но и поможет вникнуть в динамику того процесса, открытием которого ознаменовался путь данного ученого.

Программа патриотического воспитания в рамках инженерного образования не нуждается в отдельно выделяемом времени, это добрая воля самого преподавателя. Она должна включать следующие шаги: первый – мотивационный, который определяет мотивацию преподавателя в отношении патриотического воспитания студентов; второй шаг – проектный, связанный с разработкой отдельных патриотических включений в общую структуру преподавания дисциплины; третий шаг – аналитический, включающий опрос студентов и рефлексию интеграции патриотических элементов в духовную сферу студенчества. Проектная деятельность в рамках изучаемого предмета «может явиться отличным инструментом развития у обучающихся ценностей как основы воспитания гражданина и патриота нашей страны» [2].

Помимо образовательного процесса, перечислены ранее задачи могут решаться в процессе реализации комплекса мероприятий, которые давно стали обязательными и привычными в рамках функционирования высшей школы [3]: 1) военно-патриотическое воспитание; 2) волонтерское движение; 3) спортивные мероприятия; 4) художественная самодеятельность; 5) деятельность студенческих научных обществ; 6) музейные технологии. Таким образом, социокультурная деятельность – также является одним из важных методов патриотического воспитания. Эта деятельность осуществляется в период досуга и носит

условно обязательный, или даже совсем не обязательный, добровольный характер, что является одним из факторов эффективности.

Реализация перечисленных мероприятий в рамках воспитания и образования в университете будет способствовать формированию у студентов профессиональной ответственности за получаемые знания и умения, развитию гражданского чувства патриотизма, чувства гордости за российскую науку.

#### Список использованных источников

1. Скобликова А.Л., Алексеев Д.К., Степанова Е.В., Сысторова Г.Ю. Система студенческого самоуправления как новая форма воспитательной деятельности на факультете //Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Сборник трудов конференции. СПб.: РГГМУ. 2013. 89-91.
2. Григорьева А.В. Метод проектов в патриотическом воспитании обучающихся в организациях профессионального образования / А.В. Григорьева, Е.Ф. Черняк, В.Ф. Белов // Мир науки, культуры, образования. 2022. №1 (92). С. 18–20.
3. Чухров А.С. Задачи патриотического воспитания студентов в техническом университете / А.С. Чухров // Наука и социум: материалы 18 Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Новосибирск, 25 ноября 2021 г.). Новосибирск: Изд-во АНО ДПО «СИППИРС». 65–67.

УДК [504.7+ 551.510.42](575.1)

### ПРОБЛЕМЫ И ПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН В СЕКТОРЕ «ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

*<sup>1,2</sup>О.А. Белоруссова, <sup>2</sup>Ю.И. Ковалевская, <sup>1</sup>Е.Я. Рижия*

- 1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, *olga.belorussova@gmail.com*
- 2) Агентство гидрометеорологической службы при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан, *ghgi-3@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены общие вопросы оценки выбросов парниковых газов в Узбекистане. В стране создана устойчивая институциональная структура для инвентаризации парниковых газов на основе существующих кадастров, но выявлены пробелы в методологиях оценки эмиссий и поглощений изучаемых газов в секторе «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство». Описаны применяемые методологические подходы, в частности, использование инструментов дистанционного зондирования для восполнения пробелов в данных о площадях неохваченных категорий земель и выведения национальных коэффициентов, характеризующих различные практики землепользования.

**Ключевые слова:** парниковые газы, эмиссии, инвентаризация, методология, землепользование

### PROBLEMS AND NEEDS FOR IMPROVING THE NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN IN THE LAND USE, LAND USE CHANGE AND FORESTRYSECTOR

*<sup>1,2</sup>О.А. Белоруссова, <sup>2</sup>Ю.И. Ковалевская, <sup>1</sup>Е.Я. Рижия*

- 1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, *olga.belorussova@gmail.com*
- 2) Agency of Hydrometeorological Service under the Ministry of Ecology, Environmental Protection and Climate Change of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan, *ghgi-3@mail.ru*

*Abstract.* General issues of the greenhouse gas emissions estimate in Uzbekistan are considered based on existing inventories. The country has created a sustainable institutional structure for greenhouse gas inventory based on existing cadastres, but gaps in the methodologies for assessing emissions and removals of the studied gases in the sector “Land use, landuse change and forestry” are identified. The applied methodological approaches are described, in particular, the use of remote sensing tools to fill gaps in data on the areas of uncovered land categories and the derivation of national coefficients characterizing various land use practices.

*Keywords:* greenhouse gases, emissions, inventory, methodology, land use

Подготовка инвентаризации (кадастра) антропогенных выбросов и поглощений парниковых газов является одним из обязательств стран-Сторон Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), которая служит основой для принятия решений в области борьбы с изменением климата. Узбекистан является Стороной РКИК ООН с 1993 года. На сегодняшний день подготовлены четыре кадастра выбросов парниковых газов в рамках Национальных сообщений об изменении климата, а также Доклад об инвентаризации парниковых газов в рамках Первого Двухгодичного отчёта о прозрачности(BTR-1)[1].

В Узбекистане подготовку инвентаризации парниковых газов обеспечивает Агентство гидрометеорологической службы (Узгидромет) при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан [2, 3]. Методологическую основу оценки эмиссий парниковых газов составляют Руководства Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), дополнения и уточнения к ним, обобщающие и специальные научные доклады об изменении климата.

Последний национальный кадастр Республики Узбекистан представлен в 2024 году в соответствии с новыми требованиями Расширенных рамок прозрачности Парижского соглашения к структуре отчёта и охвату информации [4]. В документе приводятся оценки антропогенных эмиссий и поглощений парниковых газов за период 1990-2022 гг., рассчитанные в соответствии с [5]. Оценены выбросы диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), закиси азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ) и гидрофтоглеродов (HFCs) в секторах инвентаризации «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продуктов», «Сельское хозяйство», «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство (ЗИЗЛХ)», «Отходы». В качестве данных о деятельности для расчетов использованы официальные статистические данные [6], информация из международных статистических баз данных [7], экспертные оценки. Для перевода выбросов каждого из парниковых газов в эквивалент  $\text{CO}_2$  применены потенциалы глобального потепления из Пятого оценочного Доклада МГЭИК [8]. Расчёты проводились в Программном обеспечении МГЭИК [9].

Наиболее сложным для оценок является сектор «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» по причине высокой неопределённости исходных данных. В связи с этим в большинстве категорий сектора «ЗИЗЛХ» применены методологии Уровня 1, коэффициенты выбросов и другие параметры, рекомендованные МГЭИК по умолчанию. Существуют пробелы в статистических данных о площадях основных категорий землепользования, особенно за исторический период 1970-1990 гг., и в охвате категорий. Также требуется повышение экспертного потенциала.

Решение упомянутых проблем возможно путём проведения исследований для выведения национальных коэффициентов, характеризующих различные практики землепользования. Для восполнения пробелов в данных о площадях неохваченных категорий земель и составления матрицы землепользования планируется использование инструментов дистанционного зондирования. Это позволит повысить качество оценок эмиссий и поглощений парниковых газов и перейти к использованию методологий более высокого уровня в секторе «ЗИЗЛХ», а также снизить неопределённость кадастра.

#### Список использованных источников

1. Инвентаризация источников антропогенных эмиссий и абсорбции поглотителями парниковых газов в Республике Узбекистан (1990-2022 гг.). Национальный доклад для РКИК ООН. Электронный ресурс: <https://unfccc.int/first-biennial-transparency-reports>
2. Указ Президента Республики Узбекистан №УП-81 от 31.05.2023 «О мерах по трансформации сферы экологии и охраны окружающей среды и организации деятельности уполномоченного органа». Электронный ресурс: <https://lex.uz/ru/docs/6479185>
3. Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-213 от 05.06.2024 «О мерах по внедрению национальной системы прозрачности при переходе на «зеленую» экономику в Республике Узбекистан». Электронный ресурс: <https://lex.uz/docs/6956104>
4. Руководство по введению в действие условий, процедур и руководящих принципов для расширенных рамок для обеспечения транспарентности, упомянутых в статье 13 Парижского соглашения// Решение 5/CMA.3: Решения, принятые Конференцией Сторон, действующей в качестве совещания Сторон Парижского соглашения (31 октября-12 ноября 2021 г.). Электронный ресурс: <https://unfccc.int/event/cma-3?item=5>
5. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 г. - под ред. Игглестон Х.С., Бузэндия Л., Мива К., Нгара Т. и Танабе К.: ИГЕС, Япония. 2006.
6. Агентство статистики при Президенте Республики Узбекистан// <https://stat.uz/ru/>
7. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Статистический отдел. Электронный ресурс: <https://www.fao.org/faostat/ru/>
8. Stocker, T.F., et al. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Электронный ресурс: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>]
9. IPCC Inventory Software// <https://www.ipcc-nngip.iges.or.jp/software/index.html>

502.5:504.5:631.4

## **ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ АЛМАЛЫКСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА)**

***<sup>1</sup>А. Вишнякова, <sup>1</sup>Н. Атабаева***

*1) «Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека», город Ташкент,  
Узбекистан, annalindeman888@gmail.com*

***Аннотация.*** Антропогенные факторы значительно влияют на почвы, приводя к их деградации. Промышленность, сельское хозяйство, урбанизация и добыча полезных ископаемых вызывают эрозию, загрязнение тяжелыми металлами, засоление и снижение плодородия. Загрязнение почв химическими отходами и пестицидами угрожает экосистемам и здоровью человека. Деградация почв снижает урожайность, ухудшает качество воды и способствует утрате биоразнообразия. Алмалыкский горно-металлургический комбинат (АГМК) также оказывает значительное антропогенное воздействие на почвы региона. Загрязнение тяжелыми металлами, разрушение почвенного покрова и химическое изменение грунтов ведут к деградации земель, снижению урожайности и рискам для здоровья населения. Основными источниками загрязнения являются выбросы в атмосферу, отходы металлургического производства и нарушение гидрологических условий. Для минимизации ущерба необходимы экологический мониторинг, рекультивация загрязненных территорий и внедрение чистых технологий. Комплексный подход к охране окружающей среды поможет снизить негативное воздействие промышленности и сохранить почвенные ресурсы региона.

***Ключевые слова:*** деградация, эрозия, ущерб, мониторинг, ресурсы.

## **THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON SOILS (USING THE EXAMPLE OF THE ALMALYK MINING AND METALLURGICAL COMPLEX)**

***<sup>1</sup>A. Vishnyakova, <sup>1</sup>N. Atabayeva***

*Abstract.* Anthropogenic factors significantly impact soils, leading to their degradation. Industry, agriculture, urbanization, and mining cause erosion, heavy metal pollution, salinization, and reduced fertility. Soil contamination by chemical waste and pesticides threatens ecosystems and human health. Soil degradation decreases crop yields, worsens water quality, and contributes to biodiversity loss. The Almalyk Mining and Metallurgical Complex (AGMK) has a significant anthropogenic impact on the region's soils. Heavy metal pollution, soil cover destruction, and chemical changes lead to land degradation, reduced crop yields, and health risks for the population. The main sources of contamination include atmospheric emissions, metallurgical waste, and hydrological disruptions. To minimize damage, environmental monitoring, soil reclamation, and the implementation of clean technologies are necessary. A comprehensive approach to environmental protection will help mitigate industrial impact and preserve the region's soil resources.

*Keywords:* degradation, erosion, damage, monitoring, resources.

Почва – один из важнейших компонентов биосфера, обеспечивающий плодородие земель и устойчивость экосистем. Однако антропогенная деятельность оказывает значительное влияние на ее состояние, приводя к деградации, загрязнению и снижению плодородия.

Основные антропогенные факторы воздействия на почвы включают:

1. Промышленное загрязнение – выбросы тяжелых металлов (свинец, кадмий, медь, ртуть), химических соединений и нефтепродуктов. Металлургия, химическая и горнодобывающая промышленность способствуют накоплению токсичных веществ, ухудшающих структуру почвы.

2. Сельскохозяйственная деятельность – чрезмерное применение минеральных удобрений и пестицидов ведет к химическому загрязнению, истощению почвы и снижению биоразнообразия. Механизированная обработка вызывает эрозию.

3. Урбанизация – строительство дорог, городов и промышленных объектов приводит к уничтожению почвенного слоя и образованию непригодных для сельского хозяйства земель.

4. Добыча полезных ископаемых – карьеры и шахты разрушают почвенный покров, изменяют ландшафт и гидрологический режим, способствуя засолению и эрозии.

Последствия деградации почв включают снижение урожайности, ухудшение качества воды, потерю биоразнообразия и рост экологических рисков. Для минимизации ущерба необходимо внедрение экологически чистых технологий, рекультивация земель, мониторинг состояния почв и восстановление растительности.

Алмалыкский горно-металлургический комбинат (АГМК) – одно из крупнейших промышленных предприятий Узбекистана, специализирующееся на добыче и переработке цветных металлов. Его деятельность оказывает значительное воздействие на окружающую среду, особенно на почвы, что приводит к изменению их физических, химических и биологических свойств.

Основные виды добываемых и перерабатываемых руд:

Медные руды - производство медного концентратата, катодной меди;

Цинковые руды - выпуск цинкового концентратата и металлического цинка;

Свинцовые руды – производство свинцового концентратата;

Золото и серебро - аффинаж и выпуск драгоценных металлов;

Молибденовые руды - производство молибденового концентратата.

Основные антропогенные факторы воздействия на территории АГМК подразделяются на:

1. Выбросы и отходы промышленного производства, которые вызывают загрязнение почв тяжелыми металлами (медь, цинк, свинец, кадмий) вследствие работы данного металлургического комбината, осаждение вредных веществ из атмосферных выбросов на

поверхность почвы, а также нарушение почвенного покрова в результате складирования отходов производства (шламов, хвостов обогащения руд).

2. Деградация почв из-за добычи полезных ископаемых и это влечет за собой разрушение почвенного покрова при открытой добыче руды, изменение гидрологических условий, что приводит к засолению и эрозии почв, помимо этого - образование техногенных пустошей, непригодных для сельскохозяйственного использования.

3. Химическое загрязнение, которое влечет за собой неконтролируемое накопление токсичных соединений в почвах, изменение кислотно-щелочного баланса почвы под влиянием промышленных выбросов.

Последствия загрязнения почв могут повлечь за собой ряд серьезных факторов, таких как уменьшение урожайности сельскохозяйственных культур, ухудшение качества воды в результате инфильтрации загрязняющих веществ в грунтовые воды. Все это повышает риск для здоровья населения, которые проживают близко к местности, где находится АГМК, все металлы и загрязнения передаются по пищевой цепи через воду и продукты питания.

Пути снижения негативного влияния могут производиться через экологический мониторинг, регулярный анализ состава почв на наличие токсичных элементов и тщательный контроль за выбросами и отходами промышленных предприятий. Кроме этого ведутся работы и предпринимаются меры по рекультивации земель, то есть засаживание загрязненных территорий устойчивыми растениями (фиторемедиация) или же восстановление почв с помощью внесения сорбентов и органических удобрений.

Совершенствование технологий производства внутри АГМК может снизить негативный антропогенный ущерб, для этого надо внедрить системы очистки газов и сточных вод, оптимизировать процессы переработки руд с минимизацией отходов.

Деятельность Алмалыкского горно-металлургического комбината оказывает значительное воздействие на почвы, вызывая их загрязнение и деградацию. Для минимизации ущерба необходимо применять современные технологии очистки и рекультивации, а также ужесточать экологический контроль. Только комплексный подход поможет сохранить природные ресурсы и обеспечить устойчивое развитие региона.

#### Список использованных источников

1. Ахмедов Б.Ш., Каримов А.К. Влияние промышленного загрязнения на почвы и водные ресурсы Узбекистана // Экологический вестник Узбекистана, 2021.
2. Рахимов У.М., Нурматов Ж.С. Оценка степени загрязнения почв тяжелыми металлами в зоне влияния АГМК // Геоэкология и природопользование, 2020.
3. Шарипов Х.Ю. Антропогенное воздействие на почвы и пути их восстановления в промышленных районах // Журнал почвоведения и агрохимии, 2019.
4. Национальный доклад о состоянии окружающей среды в Республике Узбекистан. Ташкент, 2022.
5. Официальный сайт Алмалыкского горно-металлургического комбината – [www.agmk.uz](http://www.agmk.uz/) (<http://www.agmk.uz/>) (дата обращения: февраль 2025).
6. Доклады Государственного комитета по экологии и охране окружающей среды Республики Узбекистан – [www.uznature.uz](http://www.uznature.uz) (<http://www.uznature.uz/>) (дата обращения: февраль 2025).

## ENVIRONMENTAL IMPACT OF LITHIUM EXTRACTION IN ARGENTINA SALT FLATS: THE URGENCY OF NEW SUSTAINABLE STRATEGIES

*<sup>1</sup>C. Gattabria, <sup>1</sup>M.A. Moshkova, <sup>1</sup>I.V. Doroshenko,*

*1) ITMO University, St. Petersburg, Russia, gattabria@scamt-itmo.ru*

*Abstract.* Lithium extraction from Argentina salt flats is crucial for the global energy transition but raises environmental concerns. Traditional solar evaporation methods deplete water resources and disrupt local ecosystems. This study examines the environmental impact of conventional extraction and explores Metal-Organic Frameworks (MOFs) as a sustainable alternative. MOFs offer high lithium selectivity, lower water consumption, and recyclability. Different MOFs are proposed for lithium recovery in the Lithium Triangle,

considering their structural advantages. Finally, the challenges and opportunities of integrating these materials into Argentina's lithium industry are discussed, aiming to reduce ecological impact and promote sustainable resource management.

**Keywords:** lithium extraction, salt flats, Metal-Organic Frameworks, sustainability, Argentina

**УДК [504.5:553.493.34](82)**

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ДОБЫЧИ ЛИТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В АРГЕНТИНЕ: АКТУАЛЬНОСТЬ НОВЫХ СТРАТЕГИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

***<sup>1</sup>К. Гаттабриа, <sup>1</sup>М.А. Мошкова, <sup>1</sup>И.В. Дорошенко***

*1)Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, gattabria@scamt-itmo.ru*

**Аннотация.** Добыча лития из солончаков Аргентины играет значительную роль в процессе глобального энергетического развития, однако вызывает экологические опасения. Традиционные методы солнечного выпаривания истощают водные ресурсы и нарушают местные экосистемы. В данном исследовании рассматриваются экологические воздействия традиционных методов добычи и исследуются металл-органические каркасы в качестве устойчивой альтернативы. Указанные структуры обладают высокой селективностью к литию, характеризуются пониженным потреблением воды и возможностью последующей регенерации. Для извлечения лития в Литиевом треугольнике предлагаются различные металл-органические каркасы с учетом их структурных преимуществ. Помимо этого, в исследовании обсуждаются вызовы и перспективы интеграции этих материалов в литиевую промышленность Аргентины с целью сокращения экологического ущерба и обеспечения устойчивого управления ресурсами.

**Ключевые слова.** Литиевая добыча, солончаки, металл-органические каркасы (MOFs), устойчивость, Аргентина.

Argentina, as part of the "Lithium Triangle," plays a key role in the production of this essential resource for the energy transition. The booming development of Li-ion batteries in smartphones, laptops, portable electronic devices, and electric vehicles has spawned a strong demand for lithium [1].

There are two main sources of lithium: lithium-rich rock or clay and brine from high-altitude salt flats (such as the "Lithium Triangle" in Uyuni, Bolivia; Atacama, Chile; the Argentine Puna; Clayton Valley in Nevada, United States; and northern China), as well as geothermal fluids, seawater, and others. Continental salt flats are concentrated in the Lithium Triangle (Argentina, Bolivia, and Chile), which holds 65% of global lithium resources [2]. Argentina is one of the world's leading lithium producers and has some of the largest proven reserves [3].

The salt flats in the Lithium Triangle are located in areas with arid regions, where water is the key factor in maintaining the ecosystem balance [4]. Therefore, finding alternative extraction methods is crucial. Although many consider solar evaporation with fractional crystallization and subsequent lithium carbonation to be the most reliable and cost-effective process, its environmental impact—particularly the lowering of the water table and the resulting impact on adjacent water resources—is a cause for concern [5].

Given these environmental concerns, it is essential to explore innovative approaches that enable a more efficient and sustainable lithium extraction process. In this context, Metal-Organic Frameworks (MOFs) have emerged as a promising alternative with great potential. These nanoscale materials offer a unique combination of porosity, exceptional tunability, and diverse functionalities [6]. Characterized by their distinctive structures, MOFs consist of metal ions or clusters coordinated to organic ligands, forming multi-dimensional networks [7].

This study analyzes the environmental effects of conventional lithium extraction methods in Argentina and highlights the need to adopt more sustainable technologies. Metal-organic frameworks (MOFs) are presented as a promising alternative due to their high selectivity for

lithium, lower water consumption, and potential for recyclability. Additionally, different types of MOFs are proposed based on their characteristics for use in lithium extraction within the Lithium Triangle. Finally, this study discusses the challenges and opportunities of implementing these materials in the Argentine lithium industry, aiming to reduce its ecological footprint and promote a more sustainable approach to resource management.

*The work was supported by state assignment No. FSER-2025-0016 within the framework of the national project «Science and Universities».*

#### References

1. J. Hou, H. Zhang, A. W. Thornton, A. J. Hill, H. Wang, and K. Konstas, "Extracción de litio mediante membranas emergentes basadas en estructuras metal orgánicas," *Advanced Functional Materials*, vol. 31, no. 46, p. 2105991, 2021.
2. E. J. Calvo, "Nuevos métodos de extracción directa de litio: Impacto en la explotación sustentable de los salares de la puna," 2022.
3. V. Mignaqui, "Impactos ambientales por extracción del litio en salmuera en la Puna argentina: un llamado a la investigación," *Ambiens*, vol. 2, no. 4, 2020.
4. V. Mignaqui and M. Lacabana, "Economía y ambiente: la extracción del litio en salmuera en la Puna argentina," *SaberEs*, vol. 14, no. 2, pp. 150-168, 2022.
5. O. Eppers, "Comparación de la Evaporación Solar y la Extracción Directa de Litio para la Producción de Sales de Litio en Salares," 2024.
6. S. Abrishami, M. Gonbadi, and A. Razmjou, "¿Es el MOF un material de partida adecuado para la extracción industrial de litio?," *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol. 64, no. 1, pp. 731-739, 2024.
7. Z. Han, J. Rushlow, Y. Yang, J. Huo, W. Shi, and H. C. Zhou, "Extracción de litio mediante estructuras metalorgánicas," *Inorganic Chemistry Frontiers*, 2024.

УДК 504.5(675.97)

## СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БУРУНДИ

*<sup>1</sup>Н. Гахимбаре*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, ngahimbare@mail.ru*

**Аннотация.** Расположенная в Восточной Африке Республика Бурунди сталкивается с рядом серьезных экологических проблем. В данном исследовании рассматриваются основные проблемы, как нехватка и загрязнение воды, обезлесение, ухудшение плодородия почв, загрязнение воздуха, утрата биоразнообразия, управление отходами последствия изменения климата. Игнорирование указанных проблем приводит не только к ухудшению качества окружающей среды, но и может приводить к отсутствию продовольственной безопасности, к повышению рисков для здоровья населения и к экономической нестабильности. Решение этих проблем требует многостороннего подхода, включающего в себя устойчивые практики, политические реформы и международное сотрудничество.

**Ключевые слова:** Республика Бурунди, экологические проблемы, изменение климата, устойчивое развитие, биоразнообразие.

## THE CURRENT ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE REPUBLIC OF BURUNDI

*<sup>1</sup>N. Gahimbare*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, ngahimbare@mail.ru*

**Abstract.** Located in East Africa, the Republic of Burundi faces a number of serious environmental challenges. This study examines the main problems such as water scarcity and pollution, deforestation,

deteriorating soil fertility, air pollution, loss of biodiversity, waste management and the effects of climate change. Ignoring these problems not only leads to environmental degradation, but can also lead to food insecurity, increased public health risks and economic instability. Addressing these challenges requires a multifaceted approach that includes sustainable practices, policy reforms and international cooperation.

*Keywords:* Republic of Burundi, environmental challenges, climate change, sustainable development, biodiversity.

Бурунди является небольшой и не имеющей выхода к морю страной, расположенной между 2,3 ° ю.ш. до 4,5 ° ю. ш. и от 28,8 ° в.д. до 31 ° в. д. Бурунди граничит на востоке и юге с Танзией, на севере – с Руандой, на западе – с Демократической Республикой Конго (ДРК). Общая площадь страны составляет 27,834 кв.км. при населении около четырнадцати миллионов. Страна не имеет выхода к морю, но её юго-западная часть омывается водами озера Танганьика. По климату Бурунди - тропическая страна, умеренная по высоте, где среднегодовая температура составляет 23°C в низинах и 16°C в районе хребта Конго-Нила[1].

Бурунди сталкивается с несколькими экологическими проблемами, требующими внимания. Эти проблемы влияют на экологический баланс, здоровье и общее благополучие страны. В таблице 1 перечислены основные экологические проблемы Республики Бурунди, их причины и последствия. Все они были разбиты на пять групп и проанализированы.

Крупные площади лесов в Бурунди вырубаются для создания земель под сельское хозяйство, корма для скота, а также для получения топлива и древесины. Обезлесение приводит к утрате биоразнообразия, снижению качества почвы и увеличению эрозии [2]. В Бурунди доступ к услугам водоснабжения и санитарии все еще не соответствует амбициям по достижению Цели 6 в области устойчивого развития, которая гласит: «Обеспечить наличие и устойчивое управление водными ресурсами и санитарией для всех». Для Бурунди свойственна нехватка пресной воды, что связано с изменением климатических условий, включая изменение режима осадков и повышение температуры [3].

Решение этих экологических проблем имеет решающее значение для устойчивого развития Бурунди. Совместные усилия государственных учреждений, неправительственных организаций и местных сообществ жизненно важны для создания благоприятной окружающей среды для будущих поколений [2].

Таблица 1 – Основные экологические проблемы Республики Бурунди

Проблема	Основные причины	Основные последствия
Обезлесение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рост численности населения</li> <li>• Обезлесение и расчистка земель под сельское хозяйство и жилье</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сокращение производства лесной продукции</li> <li>• Потеря биоразнообразия и экосистемных услуг</li> <li>• Эрозия почв, значительный ущерб от стихийных бедствий</li> </ul>
Деградация земель	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интенсивное земледелие без надлежащих методов управления земельными ресурсами</li> <li>• Выращивание на круtyх холмах без защиты от эрозии</li> <li>• Неопределенные права на землю</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потеря продуктивности сельского хозяйства</li> <li>• Потеря биоразнообразия и других экосистемных услуг</li> <li>• Эрозия почв, значительный ущерб от стихийных бедствий</li> </ul>
Загрязнение воды	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточная санитария</li> <li>• Недостаточное выполнение нормативных актов в сельском хозяйстве</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ухудшение здоровья населения</li> <li>• Ухудшение состояния водной фауны</li> <li>• Нехватка питьевой воды</li> </ul>
Стихийные бедствия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Засуха и наводнения</li> <li>• Оползни</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физический ущерб окружающей среде</li> <li>• Физический ущерб инфраструктуры</li> <li>• Смертельные случаи и потеря средств к существованию</li> </ul>
Утрата	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обезлесение, деградация</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нарушение здоровья экосистем</li> </ul>

биоразнообразия	земель, загрязнение воздуха и воды и стихийные бедствия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потеря жизненно важного генетического разнообразия</li> <li>• Потеря экосистемных услуг</li> </ul>
-----------------	---	---

#### Список использованных источников

1. Barakiza R. and Nshimirimana G., National climate Atlas of Burundi// Institut Geographique du Burundi (IGEBU), 2011. 99.
2. Polisi A.; Ntahorwaymiye A. C.; Agostini P.; Migraine J. B.; Kobayashi M.; Vaislic M. D. H.; Silverstein S. J.; Jumaine H.; Burundi – Country environmental analysis: understanding the environment within the dynamics of a complex world: linkages to fragility, conflict, and climate change (English). Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/244311510936931800>
3. UNICEF for every child, Burundi, World Water Day 2024, under the theme “Water for Peace”: <https://www.unicef.org/burundi/press-releases/world-water-day-2024-under-theme-water-peace>

УДК 639.51

## ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЕЧНЫХ РАКОВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ: ВАРИАНТ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ

<sup>1</sup>*Н. Гнездова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, n.gnezdova@eco.rshu.ru*

*Аннотация.* В настоящее время отмечается сокращение численности популяций местных для Северо-Западного региона видов речных раков. В работе предложен вариант организации мероприятий по искусственному воспроизведению, заключающийся в перераспределении нагрузки между двумя предприятиями по экономическим и эпидемиологическим причинам. В задачи научно-исследовательских станций входит работа с естественными популяциями, повышение выхода молоди, часть которой передаётся хозяйствам для её дальнейшего подращивания и выпуска в выбранные для реинтродукции водоёмы. В исследовании представлена схема научно-исследовательской станции, разработанная автором, с решениями по контролю качества воды и эпидемиологической обстановки.

*Ключевые слова:* восстановление численности, культивирование, реинтродукция

## REINTRODUCTION OF CRAYFISH IN NORTHWEST RUSSIA: SUGGESTIONS ON IMPLEMENTING MEASURES

<sup>1</sup>*N. Gnezdova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, n.gnezdova@eco.rshu.ru*

*Abstract.* At present time decrease of native crayfish species' populations in Northwest Russia is recorded. This study contains suggestions on reproduction's measures those suppose distribution of duties on two enterprises caused by economical and epidemiological reasons. Tasks of the Research Stations include operating with natural populations, increasing number of juveniles in total; part of them gives to Farms for ongrowing and reintroduction into selected water objects. Plan of the Research Station developed by author is presented in study with proposals on equipment for monitoring of water quality and epidemiological situation.

*Keywords:* astaciculture, restocking

Мероприятия по искусственному воспроизведению речных раков заключаются в восстановлении численности популяций путём реинтродукции подращенных особей в водоёмы и дальнейшем контроле состояния популяций. В качестве подготовительного этапа необходимо провести оценку водных объектов региона в том числе для определения целесообразности мероприятий, расчёта предельно допустимого объёма выпуска.

На этапе реализации работ по реинтродукции раков в данном исследовании предлагается их перераспределение на два предприятия. Это позволит снизить нагрузку и уменьшить требуемую при разведении раков площадь. Научно-исследовательская станция (по аналогии с астакологическим центром, предложенным Е.Н. Александровой [1]) представляет собой хозяйство закрытого типа, состоящее из трёх цехов: водоподготовки, инкубационного и выростного/нерестового. Оно располагается на берегу водоёма с естественной популяцией, являющейся источником производителей. Работа подобных предприятий заключается в повышении выхода молоди, при этом часть её будет выпущена в исходный водоём в качестве пополнения, другая – передана в ведение *прудовых хозяйств*. В задачи последних входит подращивание особей и дальнейшая акклиматизация выпускной молоди в водоёмах, выбранных для реинтродукции. Возможно рассмотреть вариант реализации хозяйствами части подрошенной ими молоди в качестве товарной продукции.

Научно-исследовательские станции работают только с прилежащей к ним популяцией и отвечают за её сохранение и восполнение, что соответствует экологическим и эпидемиологическим соображениям. На зимовку в инкубационный цех станции могут быть помещены икряные самки, что защитит их и потомство от попадания в раколовки любителей и браконьеров весной. Раздельное содержание подрашиваемой молоди различных популяций в условиях хозяйства сохранит свободу выбора материала для акклиматизации и селекции [2].

Для оптимизации работы научно-исследовательской станции предлагаются решения, представленные на рисунке 1, в их числе: наличие лаборатории химического анализа; внедрение в работу цехов средств дезинфекции и профилактики занесения возбудителей заболеваний извне. Исходя из требовательности раков к качеству среды и их способностью достаточно быстро реагировать на изменения в ней сотрудниками НИЦЭБ РАН был разработан метод оценки физиологического состояния раков по их кардиоактивности – от прикреплённого на панцирь рака датчика ЧСС передаётся сигнал через оптическое волокно в регистрирующую систему [3]. В настоящем исследовании предложено содержать в цехе водоподготовки в проточных аквариумах раков с целью отслеживания качества забираемой из озера воды и предусмотреть автоматическое перекрытие узлов водоподачи при аномалии ЧСС раков.

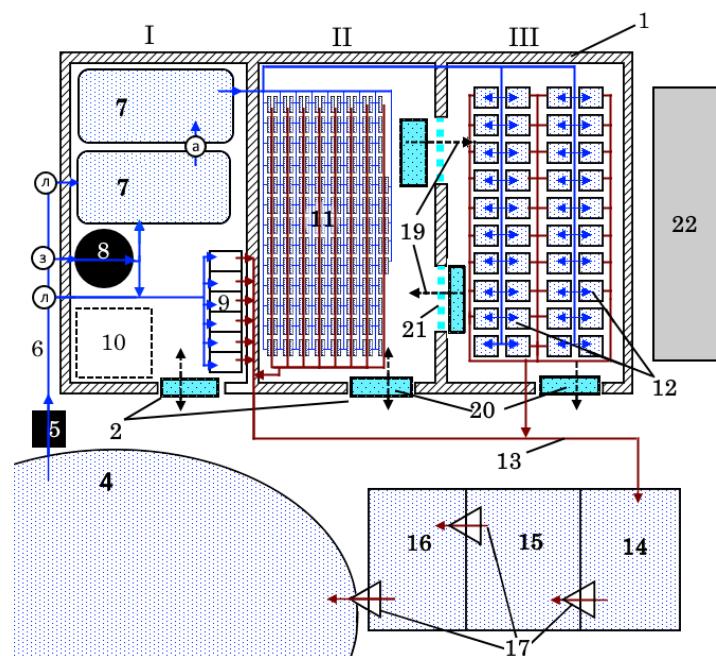


Рисунок 1 – Схема научно-исследовательской станции (вид сверху): Л – весенне-осенний узел; 3 – зимний узел; а – автоматическое перекрытие водоподачи при регистрации аномалии ЧСС раков; I – цех водоподготовки; II – инкубационный цех (инкубация икры на самках, зимовка самок-производителей); III – выростной цех (подращивание сеголеток); 1 – стены из теплоизолирующего

материала; 2 – выходы для персонала; 4 – водный объект (водозабор, маточник раков); 5 – насосно-очистная станция с механической очисткой (решётки), ультрафиолетовым стерилизатором; 6 – система водоподачи; 7 – баки-накопители; 8 – газовый котёл; 9 – проточные аквариумы с раками-биотесторами; 10 – лаборатория (аппаратура мониторинга ЧСС раков-биотестеров, оперативный гидрохимический анализ); 11 – инкубационные аппараты ИРИК; 12 – бассейны для подрачивания сеголеток; 13 – система водоотведения; 14 – пруд-седиментатор; 15 – пруд-фитофильтр; 16 – пруд-биореактор; 17 – эрлифты; 18 – водосброс в водный объект; 19 – пути перемещения персонала; 20 – дезинфицирующие коврики; 21 – полосовые завесы из ПВХ; 22 – парковка (разработка автора).

#### Список использованных источников

1. Александрова Е.Н. Состояние запасов речных раков родов *Astacus* и *Pontastacus* и работ по их воспроизведству в России// Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития / ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. Москва, 2010. 131-143.
2. Александрова Е.Н. Исследования ФГБНУ ВНИИР по развитию раководства нативных речных раков подсемейства *Astacinae* за период 2008-2015 гг.// Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВДНХ, 21-22 января 2016 г.). Т. 2. М. Издательство «Перо», 2016. 31-44.
3. Кинебас А.К. Совершенствование системы контроля и мониторинга качества воды в условиях современного мегаполиса: автореф. дис. канд. техн. наук. СПб. 2007. 28.

УДК 556.535.8

## ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕКИ ЛУБЬЯ БИОГЕННЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

*<sup>1</sup> В. Дорохов, <sup>1</sup> Н. Зуева, <sup>1</sup> А. Лукьянчук*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, v.dorokhov@eco.rshu.ru*

**Аннотация.** Проведена оценка динамики содержания биогенных соединений в воде р. Лубья. Исследованы 7 станций мониторинга, расположенные как в Санкт-Петербурге, так и за его чертой. В летний концентрации биогенных соединений были ниже, чем осенью. При помощи интегральных показателей определено, что наиболее загрязнённым в летний период было верхнее течение и устьевая зона реки, в осенний – точка в районе Окраинного моста и устьевая зона.

**Ключевые слова:** азот, биогены, Всеволожск, малые реки, Санкт-Петербург.

## NUTRIENT POLLUTION OF THE LUBYA RIVER

*<sup>1</sup> V. Dorokhov, <sup>1</sup> N. Zueva, <sup>1</sup> A. Lukyanchuk*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, v.dorokhov@eco.rshu.ru*

**Abstract.** The dynamics of the content of biogenic compounds in the Lubya River water has been assessed. 7 monitoring stations located both in St. Petersburg and outside its borders were investigated. In summer, concentrations of biogenic compounds were lower than in autumn. Using integral indicators, it was determined that the upper reaches and the estuary zone of the river were the most polluted in the summer period, and the point in the area of the Okrainny Bridge and the estuary zone in the autumn period.

**Keywords:** biogens, nitrogen, small rivers, St. Petersburg, Vsevolozhsk.

На территории водного бассейна р. Лубья проживает около 300000 человек, территория динамично развивается. Повышенное содержание биогенных веществ в водных объектах таких территорий, как правило, связано со сбросом коммунально-бытовых вод. В Лубью сбрасывается 1390 т/год от предприятий Санкт-Петербурга и Всеволожска, что может оказывать существенное влияние на экосистему. Таким образом установление степени загрязненности этого водотока биогенными соединениями весьма актуальна.

Исследования р. Лубья проводились на 7 точках – станциях полевых исследований (рисунок 1), причем на 3 из них ведутся мониторинговые исследования РГГМУ [1, 2].



Рисунок 1 – Станции гидрохимического мониторинга.

Полевые исследования выполнены в июне (25.06.2024) и сентябре (18.09.2024). Температура воды осенью еще оставалась достаточно высокой (13,4–14,7 °C), но водные растения уже отмирали. Таким образом работы проводились в конце вегетационного периода. В сравнении с летом температура воды отличалась в среднем на 2 градуса: летом – 16,4 °C, осенью – 14,2 °C. Значения pH варьировали от 7,0 до 7,5 и вода характеризовалась как нейтральная. Содержание растворенного кислорода осенью было ниже на участке реки до Санкт-Петербурга, и выше в городской черте. Летом концентрация кислорода ниже нормы была на точках Л-8, Л-3 и Л-1. Содержание нитритного и нитратного азота было выше осенью. Концентрации N/NH4 на станциях в г. Всеволожск летом значительно превышали ПДК. От точки Л-6 к точке Л-1 концентрации аммонийного азота росли. Концентрации фосфатного фосфора летом были выше. Таким образом, получена классическая закономерность возрастания содержания в воде биогенов с окончанием вегетации растений, которые с одной стороны, перестают их потреблять, а с другой – отмирают, обогащая ими среду [3].

Таблица 1 – Самоочищение реки по индексу нитрификации, превышения ПДК и агрегационный индекс для исследованных станций р. Лубья

Характеристика		Станция						
		Л-9	Л-8	Л-7	Л-6	Л-5	Л-3	Л-1
Индекс нитрификации, способность к самоочищению	Лето	41 очень низкая	10 очень низкая	20 очень низкая	71 низкая	30 очень низкая	31 очень низкая	49 низкая
	Осень	90 средняя	89 средняя	90 средняя	90 средняя	87 средняя	72 ниже средней	56 очень низкая
Сi/ПДК N/NH4	Лето	0,78	<b>3,71</b>	<b>2,54</b>	0,14	0,76	<b>1,09</b>	<b>1,05</b>
	Осень	0,49	0,31	0,53	0,18	0,88	<b>1,76</b>	<b>2,03</b>
Сi/ПДК N/NO2	Лето	<b>1,05</b>	<b>3,20</b>	<b>4,05</b>	<b>4,15</b>	<b>3,30</b>	<b>3,95</b>	<b>5,00</b>
	Осень	<b>8,5</b>	<b>6,5</b>	<b>7,0</b>	<b>19,0</b>	<b>9,5</b>	<b>6,0</b>	<b>13,0</b>
Сi/ПДК N/NO3	Лето	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,06
	Осень	0,36	0,24	0,37	0,43	0,40	0,23	0,15
Агрегационный индекс	Лето	1,9	6,9	6,6	4,3	4,1	5,1	6,1
	Осень	0,49	0,31	0,53	0,18	0,88	1,76	2,03

Примечание: превышения ПДК выделены жирным шрифтом.

Для оценки самоочищения р. Лубья от ионов аммония использовался индекс нитрификации. Токсичность воды для гидробионтов была оценена по агрегационному индексу (таблица 1) [4]. Высокие значения агрегационного индекса соответствуют суммарному превышению ПДК форм азота.

Осенью индекс на всех точках был существенно выше, чем летом. Летом наиболее загрязнены оказались точки в г. Всеволожск, кроме истока реки и станция в устьевой зоне. Осенью – место впадения в Охту и точка под Окраинным мостом. Загрязненность в устьевой части может быть обусловлена как большим количеством сточных вод в городской черте Санкт-Петербурга, так и сгонно-нагонными явлениями в Неве и Охте. Наблюдается увеличение биогенной нагрузки осенью по сравнению с летним периодом.

Наблюдения летом и осенью 2024 г. подтверждают выводы других авторов об устойчивом загрязнении реки [1, 2, 5]. Также есть основания считать, что высокой антропогенной нагрузке река подвергается не только на территории Санкт-Петербурга, но и в её верхнем течении [5]. В осенний период в реке Лубья наблюдались большие концентрации биогенных элементов, чем в летний. Их динамика и баланс требует дальнейшего исследования источников поступления и процессов трансформации. Значения агрегационного индекса указывают на высокую биогенную нагрузку. Способность к самоочищению летом характеризовалась как низкая и очень низкая. Осенью – от низкой до высокой.

#### Список использованных источников

1. Алексеев Д.К., Шелутко В.А., Зуева Н.В., Колесникова Е.В., Урусова Е.С., Примак Е.А. Результаты исследований в области прикладной и системной экологии в РГГМУ // Гидрометеорология и экология. 2020. № 60. С. 306-324. DOI: 10.33933/2074-2762-2020-60-306-324
2. Зуева Н.В., Примак Е.А., Бабин А.В., Зуев Ю.А., Урусова Е.С. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга // География и природные ресурсы. 2021. Т. 42. № 2. С. 32-40. DOI: 10.15372/GIPR20210204
3. Рыбка К Ю., Щеголькова Н М. Механизмы очистки сточных вод от биогенных элементов (азота и фосфора) в фито-очистных системах // Экосистемы: экология и динамика. 2018. №4, 144-171. doi: 10.24411/2542-2006-2018-10025
4. Злывко А. С. Исследование загрязнения и самоочищающей способности малых водотоков урбанизированных территорий: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владимир, 2013. 23 с.
5. Урусова Е. С., Фураева Д. И. Высокие и экстремально высокие уровни загрязнённости реки Охта и её притоков в летний период // Сборник научных трудов конференции «Северная Пальмира» (22–23 ноября 2018 г.). Санкт-Петербург: НИЦЭБ РАН, 2018. С. 121-125.

УДК 628.212.2

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИВНЕВЫМИ СТОКАМИ: ДОЖДЕВЫЕ САДЫ

*<sup>1</sup>П. Жульева, <sup>1</sup>Е. Копцева*

*1) Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург, Россия, st133213@student.spbu.ru*

**Аннотация.** Современная городская среда все сильнее подвергается климатическим изменениям, вследствие чего происходит обновление подходов к проектированию городских территорий с точки зрения экологизации и поддержания всех уровней зеленого каркаса города. Низкое количество растительности и высокий процент непроницаемых покрытий в городской среде усугубляет проблему теплового острова и увеличивает количество осадков, вследствие чего происходит непропорциональная нагрузка на городскую канализацию, отчего современная урбанистика нуждается в экологическом решении организации ливневых стоков, возможным решением которой может стать включение в зеленых каркас города дождевых садов.

**Ключевые слова:** дождевой сад, урбанизация, поверхностный сток, очистка сточных вод.

# ECOLOGICAL STORMWATER MANAGEMENT: RAIN GARDENS

<sup>1</sup>P. Zhuleva, <sup>1</sup>E. Koptseva

1) Saint-Petersburg State University, st133213@student.spbu.ru

*Abstract.* The modern urban environment is increasingly submerged to climatic changes, leading to the renewal of approaches to the design of urban areas in terms of ecology and maintaining all levels of the green bond framework of the city. The low amount of vegetation and the high percentage of impenetrable coatings in the urban environment exacerbates the problem of urban heat island and increases precipitation, resulting in a disproportionate strain on the urban sewerage system, which is why modern urbanism needs an ecological solution to the organization of storm drains. As a possible solution may serve the inclusion of rain gardens in the green bond framework of the city.

*Keywords:* rain garden, urbanization, surface runoff, wastewater treatment.

Обилие и продолжительность осадков в черте крупных городов подвергается изменениям под воздействием глобальных климатических процессов, а также эффекта теплового острова. Организация урбанизированных территорий происходит с опорой на низкую стоимость и при этом высокую эстетическую составляющую материалов, только в третью очередь учитывая экологичность. Таким образом, большая часть городских территорий организована с использованием непроницаемых покрытий. Непроницаемые покрытия, не впитывающие влагу и обильно отражающие тепло и свет, и отсутствие необходимого для изменения микроклимата количества растительности в городской среде усиливает эффект теплового острова, что, в свою очередь, увеличивает количество осадков. В результате создается высокая нагрузка на городскую канализацию и подтопление городских территорий, что ведет к изменениям трафика, создает неудобства в пользовании городскими территориями, оказывает вредоносное воздействие на почвы и корневую систему растительности. Организация ливневых стоков на городских территориях является одной из проблем урбанизации, возможным решением которой могут стать дождевые сады.

В процессе проведения работы была поставлена задача изучить опыт проектирования дождевых садов на территории города с целью вывести специфику подбора растительности.

Реализацией проводимых ранее исследований стал проект дождевого сада (рис. 1).

Дождевой сад – это «пониженный участок территории, запроектированный для приема поверхностного стока с непроницаемых поверхностей» [Саянов А., Проектирование дождевого сада]. Учитывая большое количество непроницаемых поверхностей в городах, дождевые сады как элементы зеленой инфраструктуры позволяют снизить нагрузку на городскую канализацию, сохранив и приумножив эстетическую составляющую городской среды, а также усилить экологический каркас города на всех уровнях организации, выполняют функцию фиторемедиации среды.



Рисунок 1 – Первоначальный проект дождевого сада

Размещение дождевых садов на городских территориях представлено в концепции «города-губки», впервые использованном в Китае и отвечающем экологическим требованиям современной урбанистики. Анализируя зарубежный опыт создания дождевых садов, необходимо поговорить об одном из наиболее ярких примеров: Living Machine Центра Адама Джозефа Льюиса. Сад создан с использованием экологического проектирования на микроуровне, включая в проект не только насекомых, улиток и растительность, но и микроорганизмы. В саду не используются традиционные способы очистки сточных вод, но система водоотведения зациклена, таким образом, очищенная вода применяется повторно в хозяйственных целях.

Дождевой сад Эдинбурга использует террасирование и металлический канал, распределяющий дождевую воду по всем уровням. Вода поступает в канал с дорожек и проезжей части. На территории спроектирована отводная труба для крупного мусора.

Используя дождевые сады в России с опорой на европейский опыт, необходимо учитывать местные погодные условия, в частности, большие объемы снега, непосредственно влияющие на проектируемую емкость дождевых садов. Примером дождевого сада в России является набережная на озере Нижний Кабан в Казани. Трехуровневый сад фильтрует воду, поглощая мелкодисперсный осадок и избыток загрязняющих веществ, и возвращает в озеро.

Из проанализированного опыта создания дождевых садов было выведено, что при подборе растительности необходимо стремиться к созданию замкнутой экологической системы, снижая затраты на поддержание функциональности и декоративности. В проектах используются растения-гипераккумуляторы, например, зеленые мхи или папоротники. Растительность может выбираться исходя из расположения сада в регионах, где преобладает загрязнение одним или несколькими элементами. При создании дождевого сада обращается внимание на функцию фитостабилизации для удержания загрязняющих веществ с помощью корней. Такая растительность должна обладать сильно ветвящейся корневой системой для быстрого всасывания влаги и при этом сохранения почвенного покрова. Удерживаемые вещества не распространяются дальше в почву, а очищенная вода поступает в канализацию, реки или резервуары для повторного использования. Способность к фитоэкстракции, помимо накопления веществ в корнях, дает возможность транспортировки их в зеленую биомассу с последующей передачей в атмосферу. Несмотря на это, удерживаемые токсичные вещества могут быть разложены и преобразованы в нетоксичные, если сад спроектирован единой системой с учетом почвенных микроорганизмов, способствующих фитодеградации.

Таким образом, для создания функциональной замкнутой системы дождевой сад необходимо засаживать местными мезофитными или гидатофитными видами травянистой растительности, обеспечивающими среду обитания для насекомых и при этом не обладающими резким запахом. Следовательно, при проектировании дождевого сада необходимо учитывать период инкубации яиц насекомых, обитающих в конкретном регионе: влага должна впитываться в почву ровно столько времени, чтобы численность насекомых не становилась чрезмерной. Стандартно для Санкт-Петербурга время впитывания влаги в воду не должно превышать семи дней не только по причине появления чрезмерного количества насекомых, но и отвечая одной из опасностей при создании дождевого сада – затоплению загрязненными стоячими водами. С учетом особенности местных почв, водопотока и фильтрационной способности применяемой растительности, рассчитывается необходимый уклон дождевого сада. Также с целью снизить риск заболачивания, корни отобранной растительности не должны иметь длину больше глубины сада – это предотвращает накопление влаги в корнях, ведущее к снижению всасывания.

Проектирование дождевых садов отвечает одной из важнейших задач современной архитектуры – достижению функциональности и эстетичности путем экологизации, создания новой природной среды, направленной на самостоятельное функционирование совместно с человеком.

### Список использованных источников

1. Кузьмина С.В. Дождевые сады как элемент сохранения биоразнообразия города Новосибирска// Вестник науки №2 (83). 2025. № 1. 811 - 816.
2. Михайловна С.А., Бородач М.М. Дождевые сады как элемент системы устойчивого развития города// Здания высоких технологий. 2017. № 1. 18-24.
3. Саянов А.А., Кондратенко Ю.А., Щукин И.С. Проектирование дождевого сада// Методическое пособие. 2020. Москва: Гильдия ландшафтных инженеров.
4. Чибиряева С.В. Устойчивое управление дождевыми садами// Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет: Междунар. студ. науч. конф. Нижний Новгород. 2016.
5. Щукин И. С. Эффективность водоочистки дождевыми садами// Экоурбанист. 2022.

УДК 551.577 (575.1)

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ УЗБЕКИСТАНА

*<sup>1</sup>С.Р. Исабеков, <sup>1</sup>Б.Э. Нишонов*

*1) Научно-исследовательский гидрометеорологический институт,  
Ташкент, Узбекистан, s.isabekov58@gmaill.com, bnishonov@mail.ru*

*Аннотация.* В статье исследовано загрязнение атмосферных осадков промышленных городов Узбекистана. Рассмотрены pH, минерализация ионный состав атмосферных осадков на шести метеостанциях за период 2000–2022 гг. Выявлены значительные пространственные различия – в Алмалыке (pH=5,5) и Ангрене (pH=5,7) наблюдается высокая кислотность атмосферных осадков, а максимальная минерализация зафиксирована в Алмалыке (186 мг/л). В ионном составе атмосферных осадков также наблюдается существенные различия вследствие выбросов предприятий различных отраслей промышленности, а также автотранспорта.

*Ключевые слова:* атмосферные осадки, минерализация, pH, кислотные дожди, промышленные города, Узбекистан.

## CHEMICAL COMPOSITION OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION OF INDUSTRIAL CITIES OF UZBEKISTAN

*<sup>1</sup>S.R. Isabekov, <sup>1</sup>B.E. Nishonov*

*1) Hydrometeorological Research Institute, Tashkent, Uzbekistan,  
s.isabekov58@gmaill.com, bnishonov@mail.ru*

*Abstract.* The article studies the pollution of atmospheric precipitation in industrial cities of Uzbekistan. The pH, mineralization and ionic composition of atmospheric precipitation at six meteorological stations for the period 2000–2022 are considered. Significant spatial differences are revealed: high acidity of atmospheric precipitation is observed in Almalyk (pH=5.5) and Angren (pH=5.7), and the maximum mineralization is recorded in Almalyk (186 mg/l). Significant differences are also observed in the ionic composition of atmospheric precipitation due to emissions from enterprises of various industries, as well as motor transport.

*Keywords:* atmospheric precipitation, mineralization, pH, acid rain, industrial cities, Uzbekistan.

Увеличение выбросов промышленных предприятий ведет к необратимым нарушениям окружающей среды и ухудшению экологической обстановки. Кислотные дожди, вызванные загрязнением атмосферного воздуха, являются глобальной экологической проблемой. В качестве индикаторов качества атмосферного воздуха используются осадки, позволяющие определить содержание химических веществ в воздухе и оценить уровень загрязнения. Влажное и сухое осаждение из атмосферного воздуха кислотных, щелочных, солевых компонентов снижает урожайность сельхозкультур, в отдельных случаях приводит к

массовой гибели растений и вызывает разрушение зданий, конструкций, снижает устойчивость и эффективность работы технологических комплексов [1]. Кислотность осадков определяется по низким показателям рН. При рН=1-4 воды происходит гибель живых микроорганизмов. Одним из самых частых последствий загрязнения среды являются кислотные осадки. Кислотными являются не только дожди, но и прочие виды осадков, такие как снег, град и туман [1].

В данной работе изучено рН, минерализация и ионный состав атмосферных осадков промышленных городов Республики Узбекистан – Ташкент, Алмалык, Ангрен, Бекабад, Чирчик и Фергана за последние 2000–2022 гг. [2]. Минерализация атмосферных осадков зависит от общей концентрации в них растворенных анионов и катионов, и на этот процесс в основном влияют природные и антропогенные факторы. В промышленных городах уровень минерализации может быть высоким, поскольку выбросы промышленных предприятий и производства энергии, выхлопные газы транспортных средств влияют на химический состав дождевой воды.

Наибольшие концентрации ионов наблюдаются в атмосферных осадках городов Алмалык, Бекабад и Ангрен, в которых расположены предприятия цветной и черной металлургии, химической, цементной промышленности (табл.1). Наибольшую долю в составе осадков составляют сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) и гидрокарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ ), которые представляют собой основную часть воздействия промышленных выбросов. Высокий уровень кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ) может быть связано с воздействием предприятий производства цемента и строительной индустрии (рис.1).

Таблица 1 – Среднемноголетние концентрации ионов в атмосферных осадках (2000-2022 гг.)

Станции	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$
Ташкент	24,12	10,80	3,56	6,06	0,78	1,81	1,15	10,11	1,83
Алмалык	27,40	93,81	6,10	11,73	1,41	2,46	1,92	29,06	12,83
Ангрен	38,28	65,61	6,94	14,31	0,67	3,98	2,45	25,86	6,82
Бекабад	57,09	30,64	7,41	11,51	0,18	4,79	3,15	24,21	4,86
Чирчик	17,98	11,76	3,85	5,51	0,84	1,83	13,69	7,05	2,50
Фергана	41,27	40,49	6,40	9,91	1,00	3,32	2,79	20,07	6,16

Известно, что даже в атмосферных осадках с низким уровнем загрязнения рН обычно не превышает рН=7 из-за присутствия углекислого газа и других природных соединений (сероводорода, диоксида серы, оксидов азота, органических кислот).

Среднемноголетний показатель рН атмосферных осадков на территории промышленных городов Узбекистана изменялся в диапазоне 6,2÷7,2 (рис.1). Наибольшие кислотные осадки, в отдельные месяцы, наблюдались в Чирчике (рН=4,6), Алмалыке (рН=5,5) и Ангрене (рН=5,7) станции (рис. 1).

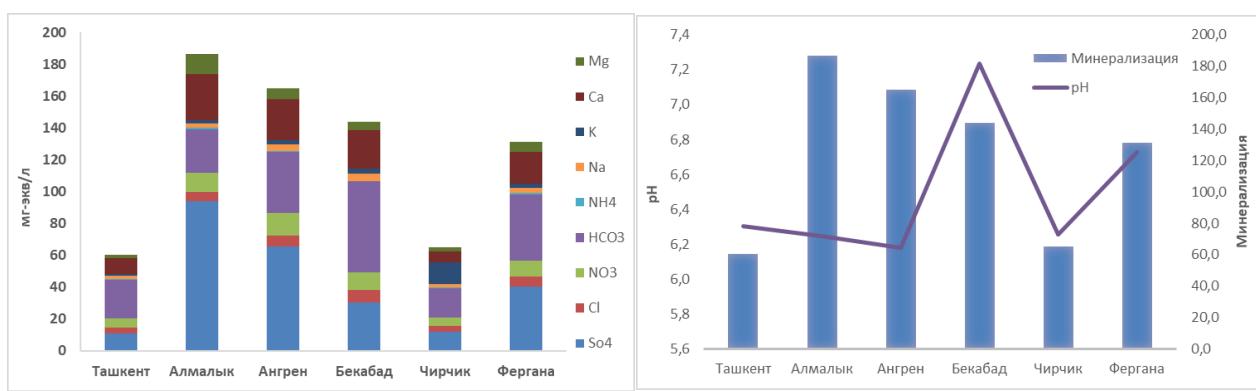


Рисунок 1 – Многолетние изменения химического состава атмосферных осадков (2000–2022 гг.)  
а) ионный состав, б) рН и минерализация

Самый высокий уровень минерализации атмосферных осадков наблюдается в городах Алмалык (186 мг/л), Ангрен (164,92 мг/л) и Бекабад (143,84 мг/л). Сравнительно низкая минерализация атмосферных осадков наблюдается в городах Ташкент (60,22 мг/л) и Чирчик (64,99 мг/л, где отсутствуют предприятия металлургии).

Таким образом, химический состав атмосферных осадков является важным показателем для оценки загрязнения атмосферного воздуха и экологической ситуации в промышленных городах Узбекистана.

#### Список использованных источников

1. Заиков Г.Е., Маслов С.А., Рубайло В.Л. Кислотные дожди и окружающая среда М.: Химия.1991. 144.
2. Химический состав осадков. Ежегодные данные за 2000-2022 гг. Ташкент: Узгидромет.

**УДК 556.535.8(282.47.36)**

## ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В БАССЕЙНЕ НИЖНЕГО ДОНА

*<sup>1</sup>С. Кактыш*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, sergeykaktysh@gmail.com*

*Аннотация.* Водные объекты Нижнего Дона испытывают значительную антропогенную нагрузку, что приводит к ухудшению их экологического состояния. В данной работе проведен комплексный анализ гидроэкологических проблем бассейна Нижнего Дона за период 2018-2022 гг., включая оценку качества воды, исследование гидрологического режима и выявление основных источников загрязнения. Особое внимание уделено влиянию климатических изменений и хозяйственной деятельности на водные ресурсы региона.

*Ключевые слова:* Нижний Дон, гидроэкология, качество воды, антропогенное воздействие, устойчивое водопользование, загрязнение водных объектов.

## HYDROECOLOGICAL PROBLEMS OF WATER BODIES IN THE BASIN OF THE LOWER DON

*<sup>1</sup>S. Kaktysh*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
sergeykaktysh@gmail.com*

*Abstract.* The water bodies of the Lower Don are experiencing significant anthropogenic stress, which leads to a deterioration of their ecological condition. This work provides a comprehensive analysis of the hydroecological problems of the Nizhny Don basin for the period 2018-2022, including an assessment of water quality, a study of the hydrological regime and the identification of the main sources of pollution. Special attention is paid to the impact of climate change and economic activity on the region's water resources.

*Keywords:* Lower Don, hydroecology, water quality, anthropogenic impact, sustainable water use, pollution of water bodies

Снижение водности рек, загрязнение водных объектов, разрушение береговой линии и деградация водных экосистем создают угрозу устойчивому водопользованию и требуют комплексного научного анализа [1]. Бассейн Нижнего Дона представляет собой важную экологическую и экономическую систему, состояние которой в последние десятилетия значительно ухудшилось. Интенсивная хозяйственная деятельность, включая промышленное и сельскохозяйственное производство, судоходство и градостроительство, в сочетании с

климатическими изменениями привели к серьезным гидроэкологическим проблемам [2]. Поскольку проблемы водопользования непосредственным образом влияют на устойчивое развитие региона и благополучие людей, острая проблема вызывает озабоченность не только местных жителей и региональных властей. Распоряжением Правительства РФ от 21 июля 2021 года №2012-р утверждена «Дорожная карта по оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса реки Дон». В настоящее время важно не только регулировать водопользование, но обеспечивать устойчивое водопользование.

Водопользование - это использование водных объектов различными способами для удовлетворения потребностей Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, физических и юридических лиц в хозяйственно-бытовой, социально-экономической и экологической сфере [3]. Устойчивое водопользование стоит рассматривать в рамках устойчивого развития. Под термином «устойчивое развитие» понимается «удовлетворение настоящих потребностей без угрозы для последующих поколений». Этот термин впервые был озвучен в 1987 году докладе Всемирной Комиссии ООН по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» [4].

На основе статистических данных и методов математического моделирования выявлены негативные тенденции: снижение водности рек, увеличение концентрации загрязняющих веществ (нефтепродуктов, соединений железа и меди), деградация береговой линии. В работе предложены меры по устойчивому водопользованию, включая модернизацию очистных сооружений, регулирование судоходства и внедрение водосберегающих технологий. Результаты исследования могут быть использованы для разработки региональных программ по восстановлению экосистемы Нижнего Дона.

Вопросы состояния водных ресурсов Нижнего Дона освещены в работах разных авторов, однако большинство существующих исследований либо фокусируются на отдельных аспектах (качество воды, гидрологический режим), либо основываются на данных прошлых лет. Недостаточно изученными остаются комплексные взаимосвязи между антропогенными факторами и современными изменениями водных объектов, а также долгосрочные тенденции этих изменений.

#### Список использованных источников

1. Алексеев Д.К., Гальцова В.В., Куличенко А.Ю. Экологический мониторинг состояния водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Материалы V Международной конференции. 2009. 55-56.
2. Колесникова Е. В., Антоненко Т.С. Проблемы устойчивого водопользования в бассейне реки Дон / Е. В. Колесникова, Т. С. Антоненко // Пятые Виноградовские чтения. Гидрология в эпоху перемен. Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова. Санкт-Петербург, 2023. 275-278.
3. Айдаркина, Е. Е. Водопользование Ростовской области: основные проблемы и пути их решения / Е. Е. Айдаркина // Приволжский научный вестник. 2012. №12(16). 43-49.
4. Доклад Всемирной комиссии по вопросам окружающей среды развития «Наше общее будущее»: утв. Ген. Ассамблеей ООН 14. 08. 1987. Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf> (Дата обращения 05.06.2024)

УДК 502:330.15:338

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СЛЕДА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ АО «ОКЕАНРЫБФЛОТ»

<sup>1</sup>М. Катасонова

1) Дальневосточный Федеральный Университет, Политехнический Институт, Владивосток, Россия, [katasonova.ms@dvfu.ru](mailto:katasonova.ms@dvfu.ru)

**Аннотация.** Работа посвящена оценке экологического следа и разработке программы ресурсосбережения для АО «Океанрыбфлот». Проводится анализ жизненных циклов продукции и

ресурсоемкости процессов, выявляются ключевые источники воздействия на окружающую среду. Предлагаются меры по оптимизации, включая автоматизацию, замкнутые циклы водоснабжения и возобновляемую энергетику. Представлены экономические расчеты и сценарии для снижения экологического следа и повышения эффективности предприятия.

*Ключевые слова:* экологический след, ресурсосбережение, жизненный цикл, ресурсоемкость, устойчивое развитие.

## ASSESSING THE ECOLOGICAL FOOTPRINT OF INFRASTRUCTURE FACILITIES USING THE EXAMPLE OF THE RESOURCE CONSERVATION PROGRAM OF THE ENTERPRISE JSC OKEANRYBFLOT

<sup>1</sup> *M. Katasonova*

*I) Far Eastern Federal University, Polytechnic Institute, Vladivostok, Russia,  
katasonova.ms@dvfu.ru*

*Abstract.* The paper is devoted to the assessment of the ecological footprint and the development of a resource-saving program for JSC Okeanrybfot. The analysis of product life cycles and resource intensity of processes is carried out, key sources of environmental impact are identified. Optimization measures are proposed, including automation, closed water supply cycles and renewable energy. Economic calculations and scenarios for reducing the ecological footprint and increasing the efficiency of the enterprise are presented.

*Keywords:* ecological footprint, resource conservation, life cycle, resource.

Настоящее исследование посвящено разработке программы ресурсосбережения и оценке экологического следа предприятия АО «Океанрыбфлот». Основная задача заключалась в изучении влияния и предложений по снижению негативного воздействия на окружающую среду и повышении экономической эффективности предприятия. Мы использовали комплексный подход, основанный на анализе материальных потоков и жизненном цикле продукции, чтобы выявить самые ресурсозатратные процессы и предложить пути их оптимизации.

Мы провели подробный анализ всех этапов производства, начиная с добычи сырья и заканчивая утилизацией отходов. Это позволило нам рассчитать экологические нагрузки на каждом этапе и определить основные источники негативного воздействия. Затем мы смоделировали различные ресурсосберегающие мероприятия, такие как автоматизация процессов, внедрение замкнутых циклов водоснабжения и использование возобновляемых источников энергии. Каждый из этих подходов был проанализирован с точки зрения его экономической обоснованности и способности снизить экологический след.

Наши результаты показывают, что предложенные меры действительно могут существенно улучшить ситуацию. Например, автоматизация производственных процессов увеличила производительность на 15%, сократив время производственного цикла на 10%. Это не только ускорило выпуск продукции, но и снизило затраты на электроэнергию и трудовые ресурсы, позволив сэкономить около 3 миллионов рублей в год.

Внедрение замкнутых циклов водоснабжения сократило потребление воды на 25%, что равняется 200 тоннам воды в год. Это не только снизило эксплуатационные расходы на 500 тысяч рублей в год, но и значительно уменьшило нагрузку на водные ресурсы региона. В результате выбросы загрязняющих веществ в водные объекты сократились на 35%.

Переход на возобновляемые источники энергии, такие как солнечные панели, привел к сокращению потребления традиционной электроэнергии на 20%, что означает экономию 800 МВт·ч в год. Это позволило снизить выбросы углекислого газа на 400 тонн в год и сэкономить 600 тысяч рублей на оплате электроэнергии.

Выводы исследования показывают, что основные отходы на АО «Океанрыбфлот» — это органика (головы, кости), упаковочные материалы и брак. Большая часть органических отходов (70%) может стать сырьем для кормовой муки, что снижает экологическую нагрузку

и создаёт дополнительный доход [1]. Упаковочные отходы подлежат переработке, а для улучшения управления отходами предлагается внедрить систему сортировки и утилизации.

Исследования подтвердили, что комплексный подход, включающий анализ жизненного цикла продукции и внедрение ресурсосберегающих технологий, снижает экологический след и приносит экономическую выгоду. Сокращаются затраты на энергоресурсы, воду и утилизацию, повышая рентабельность предприятия. Новизна работы состоит в применении методов LCA и MFA к рыбоперерабатывающему сектору, предлагая уникальные решения для повышения устойчивости. Результаты могут быть адаптированы для других отраслей, что делает исследование полезным для широкого круга предприятий.

Таблица 1 – Сравнение предложенных мероприятий

Мероприятие	Экономическая выгода	Снижение экологического следа	Сложность внедрения	Время окупаемости
Автоматизация процессов	Высокая	Умеренное	Средняя	3-5 лет
Замкнутые циклы водоснабжения	Средняя	Высокое	Низкая	2-4 года
Возобновляемая энергетика	Низкая	Очень высокое	Высокая	5-7 лет

Комплексный подход к управлению ресурсами и экологическому менеджменту крайне важен для устойчивого развития предприятия [3]. Внедрение предложенных нами мер не только снижает экологический след, но и улучшает финансовые показатели, делая предприятие более конкурентоспособным. Это также укрепляет репутацию предприятия в глазах общественности, что особенно важно в условиях растущей озабоченности вопросами охраны окружающей среды.

Кроме того, наши предложения универсальны и могут быть применены в других отраслях промышленности. Это открывает перспективы для дальнейшего расширения наших исследований и разработки аналогичных программ ресурсосбережения для других предприятий, что в конечном счете будет способствовать улучшению экологической обстановки и устойчивому развитию экономики. Таким образом, наше исследование показывает, что интеграция подходов к ресурсосбережению и экологическому менеджменту способна обеспечить устойчивое развитие предприятия и защитить окружающую среду [2].

#### Список использованных источников

1. Варыгина В. П., Давыдова А. И. Переработка отходов рыбного производства //Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли. 2021. 192-197.
2. Годин А.М. Экологический менеджмент: учеб. пособие. М., 2012. EDN: RAXYDR
3. Милюков А.А. Региональный механизм управления устойчивым развитием промышленного предприятия //Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2023. Т. 14. №. 2. 73-80.

УДК 502:6341.45

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

*<sup>1</sup>К.В. Матвеев*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, [kestmen@yandex.ru](mailto:kestmen@yandex.ru)*

**Аннотация.** Главная задача сельхозпроизводителей – повышение урожайности при снижении затрат и антропогенной нагрузки. Не адаптивность технологий, игнорирующих изменчивость факторов среды, препятствует устойчивому развитию, ресурсоэффективности и экологичности производства. Это усугубляет экологический кризис в сельском хозяйстве. Решение

требует комплексной геоэкологической оценки угодий, учитывающей антропогенное воздействие, загрязнение, деградацию и общую экологическую ситуацию.

**Ключевые слова:** геоэкологическая оценка, сельскохозяйственные угодья, антропогенная нагрузка, устойчивое землепользование, экологическая деградация

## GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LANDS

<sup>1</sup>*K.V. Matveev*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, [kestmen@yandex.ru](mailto:kestmen@yandex.ru)

**Abstract.** The main task of agricultural producers is to increase crop yields while reducing costs and anthropogenic load. The lack of adaptability of technologies that ignore the variability of environmental factors hinders sustainable development, resource efficiency and environmental friendliness of production. This aggravates the environmental crisis in agriculture. The solution requires a comprehensive geoecological assessment of lands, taking into account anthropogenic impact, pollution, degradation and the general environmental situation.

**Keywords:** geoecological assessment, agricultural lands, anthropogenic load, sustainable land use, environmental degradation

Одной из ключевых проблем сельского хозяйства является повышение продуктивности культур при одновременном снижении финансовых затрат и уменьшении антропогенной нагрузки на окружающую среду. Однако существующие технологии зачастую не адаптированы к изменчивости природных условий, что препятствует устойчивому развитию агроэкосистем. Неучет пространственной и временной изменчивости факторов среды, таких как климат, почва и рельеф, приводит к неэффективному использованию ресурсов, снижению урожайности и увеличению экологических рисков. Это усугубляет глобальный экологический кризис, включая деградацию почв, загрязнение водных ресурсов и сокращение биоразнообразия [4].

Сельскохозяйственное производство, как в случае АПК «Спас на Холму», часто сопровождается значительным воздействием на окружающую среду. Процессы деградации почвенного покрова, неправильное обращение с отходами животноводства и другие негативные факторы приводят к ухудшению экологической ситуации. Эти проблемы носят комплексный характер, так как затрагивают несколько природных сред одновременно, а интенсивность антропогенного воздействия варьируется в зависимости от времени и места. В таких условиях становится очевидной необходимость внедрения современных методов оценки и управления земельными ресурсами [1, 2].

Комплексная геоэкологическая оценка земельных угодий играет ключевую роль в решении этих задач. Она позволяет анализировать основные факторы антропогенного воздействия, степень загрязнения или деградации окружающей среды, а также дает интегральную оценку экологической ситуации. Современные методы агроэкологической оценки, такие как использование агроГИС, позволяют с высокой точностью определять пригодность конкретных участков для выращивания определенных культур. Это помогает оптимизировать землепользование, снизить экологические риски и повысить экономическую эффективность сельхозпроизводства [6].

Автоматизированные системы оценки, включая функционально-экологические модели, активно развиваются и применяются в различных регионах. Они направлены на решение экологических проблем, оценку эффективности мелиоративных мероприятий и поддержку принятия управлеченческих решений [4]. Однако такие системы часто ограничены данными по конкретным хозяйствам и не всегда учитывают пространственные изменения в масштабах региона. Это требует дальнейшего совершенствования методик и интеграции данных для более точной и комплексной оценки [1, 2].

Экологическая оптимизация сельскохозяйственного землепользования через геоэкологическую оценку позволяет достичь баланса между продуктивностью и

устойчивостью агроэкосистем. Учет почвенно-климатических условий, особенностей рельефа и фитосанитарной обстановки помогает адаптировать технологии под конкретные условия. Это не только повышает эффективность производства, но и способствует сохранению природных ресурсов, снижению антропогенной нагрузки и обеспечению экологической стабильности [3, 4]. Таким образом, геоэкологическая оценка становится ключевым инструментом для устойчивого развития сельского хозяйства.

#### Список использованных источников

1. Геоинформационное картографирование по материалам обследования почв отдельного сельскохозяйственного предприятия / А. В. Алферина, А. Ю. Ткачева, С. А. Тесленок, К. С. Тесленок // Студенческий научный поиск - науке и образованию XXI века: материалы X-й Междунар. студ. науч.-практ. конф., Рязань, 20 апр. 2018 г.: в 2 т. Т. 1. Рязань: изд-во Совр. техн. ун-та, 2018. 154-159.
2. Алферина А. В., Ивлиева Н. Г. О создании картографической базы данных почв отдельного сельскохозяйственного предприятия // Структура, динамика и функционирование природно-социально-производственных систем: наука и практика. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018 г. 82-86.
3. Иванов А. Л. Методология и категории исследования депозитарных, биогеоценотических, экологических и сервисных функций почв // Бюллентень почвенного института им. В. В. Докучаева. 2015. Т. 80. 6-15.
4. Кирюшин В. И. Развитие представлений о функциях ландшафтов в связи с задачами оптимизации природопользования // Бюллентень почвенного института им. В. В. Докучаева. 2015. № 80. 16-25.

УДК 502.2:[330.48+796.5](470.22)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*<sup>1</sup>А. Николаев, <sup>1</sup>Я. Бубнова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, nikolaev02@yandex.ru*

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы, связанные с влиянием рекреационного туризма на природные экосистемы Новгородской области. На основе данных за 2021–2023 гг. проанализированы ключевые экологические проблемы, вызванные туристской деятельностью, и предложены практические решения для минимизации антропогенной нагрузки.

*Ключевые слова:* рекреационный туризм, экологическая нагрузка, Новгородская область, устойчивое развитие, охрана природы.

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF RECREATIONAL TOURISM IN THE NOVGOROD REGION

*<sup>1</sup>А. Nikolaev, <sup>1</sup>Ya. Bubnova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, nikolaev02@yandex.ru*

*Abstract.* The article examines the impact of recreational tourism on natural ecosystems in the Novgorod Region. Based on data for 2021–2023, key environmental problems caused by tourism activities are analyzed and practical solutions are proposed to minimize anthropogenic load.

*Keywords:* recreational tourism, environmental impact, Novgorod Region, sustainable development, nature conservation.

Новгородская область является одним из центров туризма на территории Северо-Западного округа. Уникальные природные ландшафты, богатое культурное и историческое наследие привлекают ежегодно увеличивающийся поток туристов. Параллельно развиваются и направления экологического и рекреационного туризма. Однако увеличение количества

туристов ведет к росту антропогенной нагрузки на экосистемы, что требует комплексного подхода к управлению [1].

Цель исследования: оценить экологические последствия туризма и предложить меры для их смягчения.

В ходе исследования был проведен комплексный анализ антропогенной нагрузки на экосистемы национального парка "Валдайский", Рдейского заповедника и других популярных рекреационных зон Новгородской области. Основой для оценки послужили данные собранные с использованием стандартизованных методик полевых исследований [2] и материалы отчета «О состоянии окружающей среды Новгородской области» за период 2021 по 2023 год [3-5]. На территории национального парка "Валдайский" ключевые исследования проводились в районе наиболее посещаемых туристических объектов - Валдайского озера и прилегающих лесных массивов. Регулярные наблюдения показали, что в радиусе 50 метров от оборудованных стоянок и туристических троп отмечается значительное уплотнение почвенного покрова (плотность увеличивается на 15-20% по сравнению с контрольными участками). Особенно ярко этот эффект проявляется на песчаных грунтах, где процессы эрозии усиливаются в 1,5-2 раза. Химический анализ почв выявил локальные повышения концентрации тяжелых металлов, особенно свинца и кадмия, вблизи автопарковок и мест разведения костров [2]. Водные экосистемы испытывают серьезную нагрузку в летний туристический сезон. По данным государственных отчетов в мелководных бухтах Валдайского озера, популярных среди отдыхающих, содержание фосфатов в июле-августе превышает фоновые значения в 1,8-2,3 раза. Наиболее проблемными участками стали зоны вблизи неорганизованных пляжей и мест массового купания.

Рдейский заповедник, несмотря на более строгий режим охраны, также испытывает возрастающее антропогенное давление. Спутниковый мониторинг и наземные исследования показали, что за последнее десятилетие протяженность неофициальных троп увеличилась на 35%, что привело к фрагментации местообитаний редких видов растений. Особую тревогу вызывает состояние популяций орхидных, численность которых в зонах неконтролируемого посещения сократилась на 40-60% [1].

Сравнительный анализ данных за весь период наблюдений показал устойчивую тенденцию к увеличению антропогенной нагрузки в среднем на 5-7% ежегодно. При этом наиболее значительный рост (до 12% в год) отмечается в зонах, прилегающих к новым туристическим объектам и местам массового отдыха. Эти данные подтверждают необходимость срочного внедрения эффективных мер по регулированию рекреационной деятельности и восстановлению нарушенных экосистем. Для других рекреационных зон области (озеро Ильмень, Валдайская возвышенность) характерны схожие проблемы, но с региональными особенностями. Например, в прибрежных зонах Ильменя отмечается более интенсивное загрязнение бытовыми отходами, что связано с развитием "дикого" кемпинга. Анализ отходов показал, что 65% составляют пластиковые отходы (преимущественно упаковка), 20% - стекло, 10% - металлические предметы.

Для снижения антропогенной нагрузки необходимо внедрить комплекс мер, направленных на регулирование туристических потоков и модернизацию инфраструктуры [6]. В первую очередь следует ввести квотирование посещения уязвимых экосистем, особенно в пиковый сезон, и создать систему онлайн-бронирования для равномерного распределения посетителей. Параллельно важно развивать сеть экологических троп с деревянными настилами и георешетками, что позволит минимизировать вытаптывание растительности и эрозию почв. Особое внимание нужно уделить обустройству мест стоянок - установке биотуалетов, контейнеров для раздельного сбора мусора и специальных костровищ с твердым покрытием. Важнейшим элементом должна стать система экологического просвещения. Разработка мобильного приложения с правилами поведения, установка интерактивных информационных стендов и проведение образовательных программ для туристов позволят сформировать ответственное отношение к

природе. Для мониторинга эффективности принимаемых мер рекомендуется внедрить автоматизированную систему наблюдения с датчиками контроля состояния почвы и воды, а также регулярно проводить аэрофотосъемку для оценки динамики изменений. Совокупность этих мер создаст баланс между развитием туризма и сохранением уникальных экосистем Валдайского парка.

#### Список использованных источников

1. Примак Е.А., Алексеев Д.К., Косатова А.А. Интегральная оценка устойчивости ландшафта в условиях рекреационного воздействия// Успехи современного естествознания. 2025. № 3. 24-29. DOI: <https://doi.org/10.17513/use.38378>
2. Отчет о результатах экологического мониторинга на территории национального парка "Валдайский" за 2020-2023 годы / ФГБУ "Национальный парк "Валдайский". Валдай, 2023. 64.
3. О состоянии окружающей среды Новгородской области в 2021 году: государственный доклад / Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Новгородской области. Великий Новгород, 2022. 178.
4. О состоянии окружающей среды Новгородской области в 2022 году: государственный доклад / Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Новгородской области. Великий Новгород, 2023. 185.
5. О состоянии окружающей среды Новгородской области в 2023 году: государственный доклад / Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Новгородской области. Великий Новгород, 2024. 192.
6. Алексеев Д.К., Курочкина А.А., Примак Е.А., Бубнова Я.В., Тенилова О.В., Рохлова Е.Л., Карманова А.Е., Панова А.Ю., Арапов С.В. Экологический туризм. СПб.: Человек, 2024. 376 с.

УДК 378.147

## ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕДИЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТА ЕСТЕСТВЕНОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*<sup>1</sup>К.А. Петров, <sup>1</sup>А.А. Попова*

*1) ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», г. Вологда, Россия,  
Petrovka@vogu35.ru*

*Аннотация.* В статье рассматривается значение экспедиций как инструмента естественнонаучного образования, направленного на формирование практических компетенций и экологической грамотности учащихся. Проанализирована роль экспедиционной деятельности в преодолении ограничений традиционного обучения, ориентированного на теорию. На примере научной экспедиции «Ладожские шхеры» показано, как такие мероприятия способствуют развитию навыков полевых исследований, работы в команде, анализа данных, а также формирование ответственного отношения к природе. Особое внимание уделено роли в воспитании личности безопасного типа поведения, включая умение предвидеть риски и действовать в нестандартных условиях. Результаты опросов участников подтверждают повышение уровня осведомленности о технике безопасности. Исследование демонстрирует, что экспедиции не только закрепляют теоретические знания, но и способствуют профессиональной ориентации молодежи, интеграции науки и образования.

*Ключевые слова:* экспедиция, естественнонаучное образование, практические компетенции, гидробиологические исследования, безопасное поведение.

## THE SIGNIFICANCE OF THE EXPEDITION AS AN ELEMENT OF NATURAL SCIENCE EDUCATION

*<sup>1</sup>К.А. Петров, <sup>1</sup>А.А. Попова,*

*1) Vologda State University. kanz@vogu35.ru*

*Abstract.* The article examines the significance of expeditions as a tool for natural science education aimed at developing students' practical competencies and environmental literacy. It analyzes the role of expeditionary activities in overcoming the limitations of traditional theory-focused education. Using the example of the "Ladoga Skerries" scientific expedition, the article demonstrates how such initiatives foster field research skills, teamwork, data analysis, and the cultivation of a responsible attitude toward nature. Special attention is given to their role in nurturing safe behavioral practices, including the ability to anticipate risks and act in unpredictable conditions. Survey results from participants confirm increased awareness of safety protocols. The study shows that expeditions not only reinforce theoretical knowledge but also contribute to youth career guidance and the integration of science and education.

*Keywords:* expeditions, natural science education, practical competencies, hydrobiological research, safe behavior

В современном мире, где наука и технологии развиваются с огромной скоростью, естественнонаучное образование играет ключевую роль в подготовке молодого поколения. Оно помогает учащимся понять законы природы, развивает экологическую грамотность и учит критически мыслить. Однако традиционные подходы к обучению, которые в основном сосредоточены на теоретической части, часто не могут достаточно заинтересовать учеников и дать им возможность применить знания на практике.

В современном мире высока степень загруженности учащихся, но знания носят теоретический характер. При изучении курса биологии ученики много знают о растениях и животных, но не узнают их «в лицо». Экспедиции же могут стать решением этой проблемы, предоставив учащимся возможность «учиться через действие» и напрямую взаимодействовать с изучаемыми объектами [1].

Экспедиция в образовательном процессе выполняет следующие функции: социальные, образовательные и воспитательные функции; реализует знания, умения и навыки, которые были получены на предыдущих этапах обучения; реализует желания подростков самоутвердиться, стать самостоятельными, научить преодолевать трудности; формирует уважительное, бережное отношение к окружающей среде.

Научная экспедиция «Ладожские шхеры» организуется ежегодно Институтом озероведения СПб ФИЦ РАН. В экспедиции принимают участие ученые, аспиранты, студенты и школьники из научных и образовательных организаций Санкт-Петербурга, Москвы, Петрозаводска, Вологды и других городов. Ключевая задача участников экспедиции - комплексные исследования экосистем и географической среды шхерного района Ладожского озера. Помимо собственно научной работы, в экспедиции реализуется и эколого-просветительская миссия, которая предполагает ознакомление молодежи с методиками научных исследований, основами полевой деятельности специалистов биологических дисциплин и наук о Земле и профессиональная ориентация школьников. С этой целью в рамках экспедиции была сформирована программа образовательной деятельности. Образовательная программа включала два блока: лекционный и практический. Практический блок был направлен на освоение методов гидробиологических исследований и включал пять практикумов: Гидрохимические исследования, ихтиопатологические исследования, сбор планктона, сбор бентоса, эхолотирование.

Гидробиологические исследования направлены на изучение водных экосистем, их биоразнообразия, взаимодействия организмов с окружающей средой и антропогенными факторами. Экспедиции в рамках естественнонаучного образования играют ключевую роль в формировании профессиональных навыков гидробиолога, что в свою очередь позволяет ученикам определиться с дальнейшим своим развитием в естественнонаучном направлении. Дети учатся с увлечением лишь тогда, когда предмет изучения интересует их лично, причем содержание обучения прочно связано с жизнью, и результат обучения находит применение в практике [2]. Экспедиционная деятельность способствует освоению методов полевых исследований, формирование навыков сбора и анализа данных, формирование навыков сбора и анализа данных, формирование навыков работы в команде.

Важным аспектом воспитательной работы в экспедиции является формирование личности безопасного типа поведения. Этот тип поведения подразумевает умение предвидеть риски, соблюдать правила безопасности, действовать в нестандартных ситуациях и нести ответственность за себя и окружающих. При использовании различных методов исследования стоит помнить по технику безопасности особенно это касается гидробиологических методов поскольку водоёмы являются местом повышенной опасности. В ходе работ было замечено, что ученики, имеющие опыт в участии реже, нарушили технику безопасности

Мы выдвинули гипотезу, что участие в экспедиции способствует лучшему усвоению не только полевых методов, но и правил техники безопасности нахождения на природе. Для проверки этой гипотезу решили сформировать две группы исследуемых – с опытом участия в полевых выездах и без такового. Для нашего исследования мы выбрали опрос. Данная форма была выбрана из-за удобства её проведения, так опрос мы провели в устном в формате путем беседы, в очном формате – письменный опрос, и дистанционно в гугл форме.

Тестиование мы проводили среди обучающихся, в котором задали вопросы на понимание серьёзности и опасности такого мероприятия, как экспедиция, также на знание правил техники безопасности. В формировании теста нам помог опыт Ладожской экспедиции, а именно анализ основных опасностей, с которыми могут столкнуться участники выездных мероприятий. Мы поделили эти опасности на группы, исходя из этих группы, разработанный нами опрос состоял из нескольких блоков.

Экспедиции не только закрепляют теоретические знания, но и способствуют профессиональной ориентации молодежи, интеграции науки и образования. Экспедиции, сочетаю в себе элементы практики, исследований и образовательного процесса, могут выступать эффективным методом естественнонаучного образования, формируя у учащихся комплекс компетенций, необходимых для решения современных экологических и научных задач.

#### Список использованных источников

1. Ардабацкий С.А. Полевая экологическая школа// Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2013. Т. 3, № 2. С. 475. EDN PVWGOV.
2. Килпатрик У. Метод проектов. Применение целевой установки в педагогическом процессе / пер. с нем. изд. Е.Н. Янжул с предисловием Н.В. Чехова. Ленинград: Брокгауз-Ефрон, 1925. 43 с.

УДК 591.5(1-751.2)(470.230)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ГРЕБЕНЧАТОГО ТРИТОНА (*TRITURUS CRISTATUS*) НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДУДЕРГОФСКИЕ ВЫСОТЫ»

*<sup>1</sup>Г. Поддубский, <sup>1</sup>Н. Гнездова, <sup>1</sup>М. Гончарж*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, g.poddubskii@eco.rshu.ru*

**Аннотация.** Гребенчатый тритон (*Triturus cristatus*) – вид, последняя в Санкт-Петербурге популяция которого была вытеснена рыбой-вселенцем ротаном (*Perccottus glenii*). Цель работы: разработка комплексного плана восстановления популяции тритона пруда Театрального Дудергофских высот. Вероятно, в системе «тритон–ротан» существуют конкуренция за кормовую базу и взаимоистребление молоди. Для повышения численности тритона было предложено инкубировать головастиков, обучать избеганию ротана по запаху и выпускать, а ротана облавливать до уровня чувствительности к давлению со стороны тритона. Необходимо осуществлять моделирование популяций ротана (на основе вылова) и численности тритона (на основе ловушечного подсчёта), изучение кормовой базы.

*Ключевые слова:* восстановление популяции, головешка ротан, контроль численности интродуцентов, реинтродукция.

## THE POSSIBILITY OF RECRUITMENT OF THE GREAT CRESTED NEWT (*TRITURUS CRISTATUS*) POPULATION IN THE DUDERGOF HEIGHTS NATURAL MONUMENT

*<sup>1</sup>G. Poddubskiy, <sup>1</sup>N. Gnezdova, <sup>1</sup>M. Goncharge*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
g.poddubskii@eco.rshu.ru*

*Abstract.* The great crested newt (*Triturus cristatus*) is a species whose last population in St. Petersburg was displaced by the invasive fish Amur sleeper (*Percottus glenii*). The purpose of the work was to develop a complex plan for recruitment the newt population in the Teatralny Pond. It seems, that in “newt–sleeper” relationships there is competition for food and bothway eating of larvae. Release into the pond incubated tadpoles, trained to avoid the sleeper by smell, and catching the sleeper until it becomes sensitive to pressure from the newt have been proposed to increase the newt population. We need modeling work on the sleeper (based on catch) and the newt (based on trap counting), and the food sources studying.

*Keywords:* Amur sleeper, controlling the invasive species number, recruitment, repopulation.

Цель работы: разработка комплексного плана восстановления популяции гребенчатого тритона пруда Театрального ООПТ «Дудергофские высоты». Для гребенчатого тритона (*Triturus cristatus*), активно вытесняемого вселенцем ротаном (*Percottus glenii*), Театральный пруд служил последним рефугиумом на территории города Санкт-Петербурга [0]. Были поставлены задачи: 1) выявить экологические связи системы взаимодействия «тритон–ротан»; 2) рассмотреть способы контроля численности вселенца; 3) предложить способ реинтродукции тритона; 4) описать необходимое научное сопровождение.

Между рассматриваемыми видами существуют конкуренция за кормовую базу и взаимное уничтожение молоди. Ротан полностью выедает зообентос [0], а также охотится на головастиков (взрослые тритоны ядовиты [0]), не проявляющих скрытности [0]. При высокой численности тритоны полностью уничтожают врагов молоди в небольших водоёмах [0], но ротан имеет растянутые сроки выклева и получает преимущество по времени воздействия на молодь уходящего на сушу тритона (Рисунок 1) [0, 0].

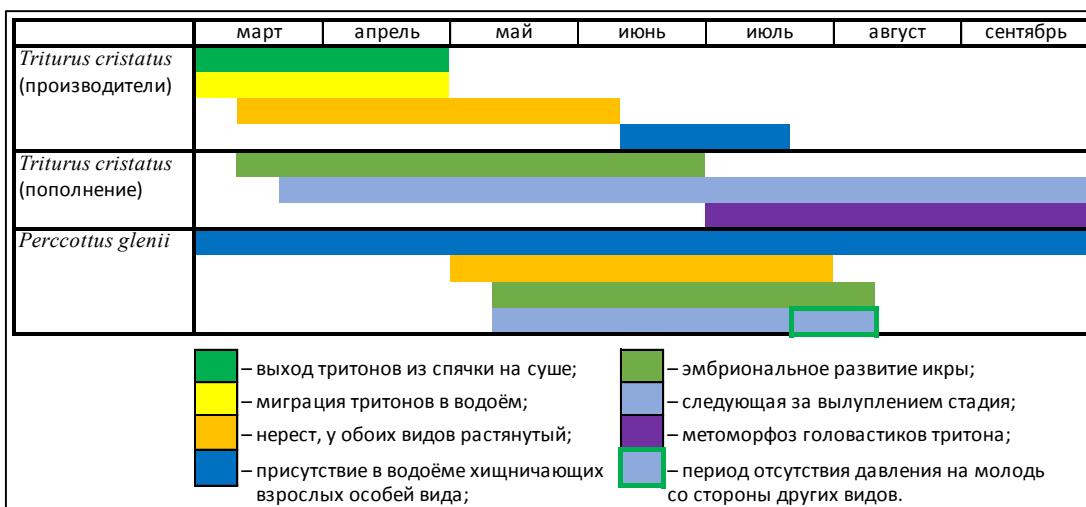


Рисунок 1 – Временные рамки жизненного цикла гребенчатого тритона и ротана

С целью восстановления численности тритона было предложено: 1) сохранение качества среды; 2) реинтродукция тритона, последующий сбор оплодотворённых и отложенных на прибрежно-водную растительность яиц, их искусственная инкубация по примеру отечественного и зарубежного опыта [0, 0], дрессировка головастиков избеганию

ротана по запаху [0], выпуск пополнения в пруд; 3) вылов ротана круглогодично крючковыми снастями [0], осенью – когда молодые тритоны покинут водоём (Рисунок 1) – стационарными сетными ловушками.

Необходимые исследования с учётом сезонной динамики видов (рисунок 1): моделирование популяции ротана на основе вылова в период нереста (май–июль), инкубация головастиков (март–июль), оценка численности тритонов на миграции [0] (март–апрель), исследование зообентоса как показателя динамики водной экосистемы.

Представляется интересным дальнейшее изучение взаимоотношений ротана и гребенчатого тритона для разработки биологических методов контроля численности интродуцента.

#### Список использованных источников

1. Андреев М.П., Андреева С.В., Арсланов С.Н. и др. Красная книга Санкт-Петербурга / Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, Ботанический институт им. В. Л. Комарова [и др.; редакционная коллегия: Д. В. Гельтман (отв. ред.) и др.]. – Санкт-Петербург: «Дитон», 2018. 568.
2. Банников А.Г. Гребенчатый тритон // Семейство настоящие саламандры (Salamandridae). // Жизнь животных. – М.: «Просвещение», 1983. – Т. 5. (под ред. Банникова А.Г.) – С. 43-44.
3. Кидов А.А., Немыко Е.А. Размножение тритона Ланца, (Wolterstorff, 1914) (Salamandridae Amphibia) в искусственных условиях. // Современная герпетология. 2018. – Т. 18, №3/4. – С. 125-134.
4. Марков А.В. Головастики способны к обобщениям. / Элементы большой науки URL: [https://elementy.ru/novosti\\_nauki/431089/Golovastiki\\_sposobny\\_k\\_obobshcheniyam](https://elementy.ru/novosti_nauki/431089/Golovastiki_sposobny_k_obobshcheniyam) Дата обращения: 10.10.2024.
5. Махлин М.Д. Семейство головешковые или элеотровые (Eleothidae). // Жизнь животных. – М.: «Просвещение», 1983. – Т. 4. (под ред. Расса Т.С.) – С. 446-447.
6. Цепкин Е.А. Неугомонный пришелец – ротан. // Наука и жизнь. – 1999. - №9. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/9720/> Дата обращения: 24.10.2024.
7. Błażejewski M., Król J., Hliwa P. Early Ontogenetic Development of the Amur Sleeper *Percottus glenii* Dybowski, 1877, an Alien Invasive Fish Species Outside Its Natural Range. // Folia Biologica (Kraków), 2019, vol. 67, No 2.
8. Edgar P., Bird D.R. Action Plan for the Conservation of the Crested Newt *Triturus cristatus* Species Complex in Europe. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Standing Committee. – Strasbourg, 26 October 2006.
9. Kinne O. Successful re-introduction of the newts *Triturus cristatus* and *T. vulgaris*. // Endangered Species Research, 2006, Vol. 1. – pp. 25–40.

УДК [639.2:504](204)

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА НА ВОДНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ

*<sup>1</sup>А. Попова, <sup>1</sup>П. Лекомцев*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, alexandrumerlyt@gmail.com*

**Аннотация.** В последнее время любительское рыболовство набирает популярность среди населения. Однако, как и любой вид деятельности, может нести негативное воздействие на водную геосистему, поскольку разнообразие ихтиофауны тесно связано с состоянием водного объекта и наоборот. При оценке состояния водоема данные по рекреационному рыболовству пренебрегаются, считая, что такой вид досуга граждан не несет никаких последствий на водные среды. В Правилах рыболовства отсутствуют существенные ограничения по вылову и вывозу водных биологических ресурсов любительским ловом, что позволяет в немалых количествах изымать ихтиофауну из водного объекта. В водоемах разного типа трофности обитает различная ихтиофауна, присуща по своим характеристикам водному объекту, и, участвуя в трофической цепи, вносит свой вклад в жизнь

водоема. Поэтому, изучение влияния любительского рыболовства на водные геосистемы приобретает важное значение.

*Ключевые слова:* любительское рыболовство, рыболовы-любители, водные геосистемы.

## IMPACT OF RECREATIONAL FISHING ON AQUATIC GEOSYSTEMS

<sup>1</sup>*A. Popova, <sup>1</sup>P. Lekomtsev*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
alexandramerlyt@gmail.com*

*Abstract.* Recently, recreational fishing has become increasingly popular among populations. However, like any type of activity, it can have a negative impact on the aquatic ecosystem, since the diversity of ichthyofauna is closely related to the state of the water body and vice versa. When assessing the state of a reservoir, data on recreational fishing is neglected, because many people think that this type of leisure for citizens does not have any consequences for the aquatic environment. The Fishing Rules do not contain any significant restrictions on the catch and export of aquatic biological resources by amateur fishing, which allows for the removal of ichthyofauna from a water body in considerable quantities. In reservoirs of different trophic levels, there is a variety of ichthyofauna, which is inherent in its characteristics to the water body, and, participating in the trophic chain, makes its contribution to the life of the reservoir. Therefore, studying the impact of recreational fishing on aquatic ecosystems is of great importance.

*Keywords:* recreational fishing, amateur fishermen, aquatic ecosystems.

В данной статье представлены результаты анализа данных по учету любительского лова в черте города Калининграда в безледый период с 2020-2023 года. Наблюдения охватывали реку Преголя (в черте города), р. Старая Преголя (левый рукав реки Преголи в черте города), оз. Поплавок, пр. Верхний, пр. Нижний (южная часть), пр. Озеро Форелевое. При проведении наблюдений фиксировалась численность рыболовов-любителей, анализировалась видовая и размерная структура уловов. Проверено 145 уловов; промерено 1133 экземпляра рыб. Сезонный лов семейства *Osmeridae* в предложенной работе не учитывался.

Как показали результаты исследования уловов ихтиофауна в городских водоемах г. Калининграда скудна и имеет преобладание «сорных» видов рыб, объектами рыбохозяйственного значения являются судак и щука. Во всех водоемах ведущую роль имеет плотва и вторым по численности – речной окунь (рисунок 1).

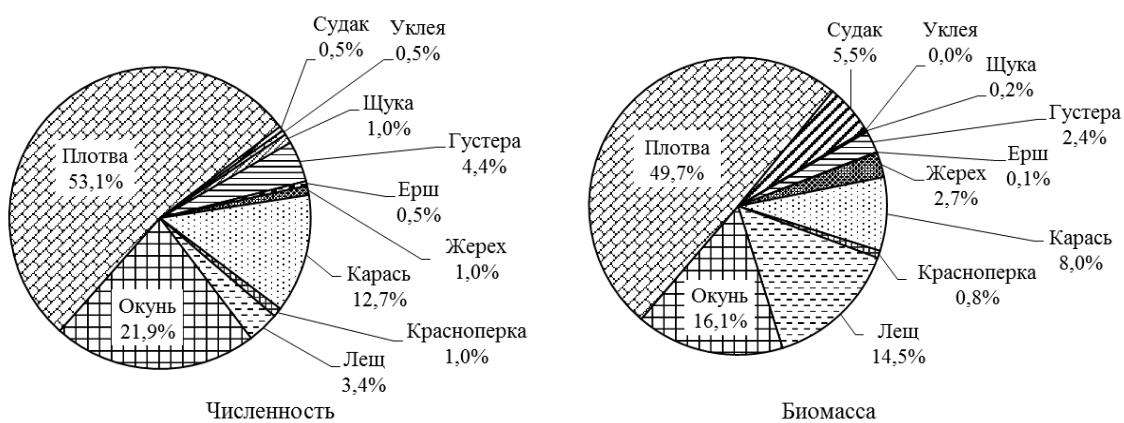


Рисунок 1 – Видовая структура совокупного улова поплавочными и донными удочками в водных объектах г. Калининграда

При рассмотрении имеющихся видов с точки зрения характера питания и по частоте встречаемости вида в уловах можно первично оценить типизацию водоема по степени трофности и их кормность. Все представленные виды за исключением судака могут обитать

в эвтрофных водоемах, характеризующиеся высокой продуктивностью. В данных водоемах преобладает плотва, являющееся эврифагом и способной питаться водной растительностью. Ихтиофауна эвтрофных водоемов переносит низкие показатели кислорода, поэтому в таком виде водоема встречаются исключительно «сорные» рыбы, не имеющие промыслового и рыбохозяйственного значения. В мезотрофных водоемах из отмеченных видов в любительских уловах ведущую роль играет густера, красноперка и жерех. Здесь встречаются виды рыбохозяйственного значения - щука и судак. Результаты исследований показывают, что в олиготрофных водоемах в основном отмечены уловы окуня речного, ерша и виды рыб рыбохозяйственного значения, для которых благоприятными являются стабильное и высокое содержание кислорода. Если в водоеме основу улова составляют исключительно карась серебряный и плотва, то можно предположить, что водный объект дистрофичный, поскольку перечисленные виды выдерживают экстремально низкие значения кислорода.

Таким образом, даже при изъятии видов, не имеющих рыбохозяйственного значения можно нанести существенный вред экосистеме водного объекта. Городские водоемы Калининграда являются преимущественно эвтрофными [1]. Основу улова в них составляют плотва, лещ, густера и речной окунь, которые, за исключением последнего, являются в большей степени растительноядными. При их существенном изъятии нарушается питание водоема, увеличивающееся количество продукции не успевает потребляться, что в будущем может привести к заболачиванию водного объекта.

Косвенно любительское рыболовство может быть своеобразным «социальным» индикатором возможного загрязнения водного объекта [1]. При долгосрочном плохом вылове место любительского лова становится не актуальным, что свидетельствует об изменениях водной экосистемы и требует комплексного изучения.

Стоит отметить, что любительское рыболовство по вылову способно конкурировать с промышленным рыболовством, что подтверждают результаты исследований рекреационного рыболовства в период нерестового хода семейства *Osmeridae* в 2023 году, где за 19 дней на территории протяженностью 6,6 км (р. Преголя) было выловлено 77 880 экземпляров (515 кг) снетка (*Osmeruseperlanuseperlanusmorphaspirinchus*) [2].

#### Список использованных источников

1. Sevostianova E.A., Popova A.S., Tsupikova N. A. Influence of water quality in urban water reservoirs of Kaliningrad on the state of amateur fishing // Sustainable Fisheries and Aquaculture: Challenges and Prospects for the Blue Bioeconomy, 2022. 73-81.
2. Попова А.С., Федоров Л.С., Шибаев С.В., Ляхов А.В. Характеристика любительского лова снетка (*Osmeruseperlanuseperlanusmorphaspirinchus*) в р. Преголя в пределах города Калининграда // Известия КГТУ. 2023. 59-69.

**УДК 504(1-751.2)(204)(470.26)**

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИМЕРЕ ПРУДА ЯНТАРНЫЙ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

***1А.Ракитский, 1О. Мандрыка***

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, sunshire@yandex.ru*

**Аннотация.** Актуальность темы состоит в том, что происходит резкое возрастание туристического потока в Калининградской области в последние годы, в том числе, увеличение числа отдыхающих на пруду «Янтарный». Цель работы - исследовать рекреационную нагрузку на объект. Объект исследования – пруд Янтарный Калининградской области, предмет – исследование воздействия на водоём со стороны человека. Научная новизна – для исследования учитывается совокупность факторов, а не только показатель рекреационной нагрузки. По результатам

исследования были сформулированы конкретные рекомендации по возможному снижению рекреационной нагрузки на пруд.

**Ключевые слова:** рекреация, антропогенное воздействие, качество отдыха, экологическое состояние.

## RESEARCH OF RECREATIONAL LOAD ON THE EXAMPLE OF THE YANTARNY POND IN THE KALININGRAD REGION

*<sup>1</sup>A. Rakitskiy, <sup>2</sup>O. Mandryka*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, sunshire@yandex.ru*

*Abstract.* The relevance of the topic lies in the fact that there has been a sharp increase in the tourist flow in the Kaliningrad region in recent years, including an increase in the number of tourists on the Yantarny pond. The purpose of the work is to investigate the recreational load on the facility. The object of the study is the Yantarny pond in the Kaliningrad region, the subject is the study of human impact on the reservoir. Scientific novelty – a combination of factors is taken into account for the study, not just the indicator of recreational activity. Based on the results of the study, specific recommendations were formulated for possible reduction of the recreational load on the pond.

*Keywords:* Recreation, anthropogenic impact, quality of recreation, ecological condition.

Методика исследования данной работы включала в себя расчёт показателя рекреационной нагрузки и рекреационного потенциала на пруд Янтарный за август 2023 года и сравнение его с показателями похожего исследования 2017 и 2018 годов, проведение социального опроса на месте исследования с целью выявления отношения отдыхающих к организации рекреационной деятельности на Синявинском озере МО «Янтарный городской округ», а также с целью выявления отношения местных жителей посёлка «Синявино» и посёлка городского типа «Янтарный» к увеличению туристического потока в Янтарном городском округе и рекреационного воздействия, оценку состояния рекреационной инфраструктуры на пляже пруда Янтарный и на территории водосбора водоёма, а также сравнение её состояния с 2018 годом и с более ранним периодом с помощью визуального наблюдения и использования информационных технологий, оценку качества воды по химическим и биологическим показателям пруда Янтарный по данным «Центра гигиены и эпидемиологии в Калининградской области в городе Зеленоградск» за июнь 2023 года, оценку качества воздуха в Янтарном городском округе в августе 2023 года и исследование корреляции значений PM 2.5, PM 10, NO2, O3 и индекса AQI с количеством автотранспорта, находящегося на «парковке» около главного пляжа пруда «Янтарный», анализ антропогенного воздействия.

В результате исследований по методике были полученные определённые результаты. Площадь пруда Янтарный составляет примерно 1.18 километров квадратных или 118 гектаров. По эмпирическим наблюдениям было рассчитано, что рекреационная нагрузка на площадь пруда Янтарный в течение августа 2023 года составила 32.7 отдыхающих, то есть приблизительно тридцать три человека на гектар. Стоит напомнить, что самоочищение водоёма допускается при 100-140 отдыхающих на гектар (Кондратов С.И) [1]. Рекреационный потенциал пруда Янтарный за август 2023 года реализовался на 24 % [2]. В случае, если впоследствии значение превысит показатель в 100% в течение купального сезона, то водоём не будет самоочищаться из-за слишком большого количества отдыхающих [3]. Остальные основные результаты исследований представлены в виде таблиц 1,2,3 и на рисунке 1.

Таблица 1 – Показатель рекреационной нагрузки за август 2023 года. количество отдыхающих в среднем в час в августе 2017, 2018 и 2023 года на пруду Янтарный и рекреационный потенциал, реализованный в августе

Показатель	2017 год	2018 год	2023 год
Показатель рекреационной нагрузки, чел/га	19	32	33
Кол-во отдыхающих за час, чел	70	120	130
Рекреационный потенциал, %	14	22	24

Таблица 2 – Назначение участков береговой линии пруда Янтарный

Назначение	2010 год, %	2023 год, %
Пляж посёлка Синявино	3.36	3.36
Береговая линия около коттеджных домов в посёлке Синявино	9.45	11.5
Музей добычи янтаря и парусная станция	0	5.78
Береговая линия около коттеджных домов в пгт Янтарный	8.79	9.85
Основной пляж пруда	3.1	3.1
Дикий пляж пруда (палаточный отдых)	1.49	1.49
Незатронутая антропогенным воздействием часть береговой линии	73.81	64.92

По результатам исследования одной из задач было сформулировать рекомендации для сохранения благоприятного состояния пруда, а именно, были сформулированы следующие предложения: реконструкция грунтовой дороги, которая является единственным возможным вариантом подъезда к озеру, в идеале, её асфальтирование; также асфальтирование парковки у главного пляжа, постройка дополнительного шлагбаума и введение ограничения на количество мест на парковке. Данное предложение позволит, в первую очередь, улучшить качество воздуха, ведь проезжающие автомобили по грунтовой дороге поднимают за собой большое количество песка и пыли, который вдыхают проходящие мимо люди, а также, ветром песок и пыль переносится в пруд Янтарный, таким образом, загрязняя его.

Ограничение мест на парковке позволит отрегулировать количество приезжающих машин на озеро, а, следовательно, и число людей. Необходимо осуществить развитие экологического туризма вблизи пруда Янтарный – иной вид отдыха позволит разгрузить нагрузку на главный пляж. В качестве иного вида отдыха возможно предложить организацию «экологического туризма». Данный вид туризма позволяет разгружать основной пляж. Суть предложения состоит в создании экологической тропы, которая вполне может проходить по маршруту исследования, описанному ранее, она может совмещать в себе функции экологического просвещения и разгрузки основного пляжа, чтобы снизить поступление количества фосфора и азота в водоём.

Таблица 3 - Значения корреляции между показателями количества машин на парковке и загрязняющих веществ за август 2023 около пруда Янтарный

Загрязняющие вещества и индекс AQI	Значение коэффициента корреляции	Значимость корреляции
PM 2.5	0.65	+
PM 10	0.51	+
NO2	0.30	+
O3	0.07	-
индекс AQI	0.36	+



Рисунок 1 – Предложения от местных жителей и туристов для сохранения благоприятного экологического состояния пруда Янтарный

#### Список использованных источников

1. Кондратов, С.И. Создание искусственных водоемов для рекреации / С.И. Кондратов, А.П. Купрюшин, А.А. Чудаков // Вестник Воронежского гос. техн. ун-та. – 2009. – Т. 5. – № 3. – 129 с.
2. Официальный сайт муниципального образования «Янтарный городской округ» – О городе [Электронный ресурс]. URL: <http://www.yantarny.net>.
3. Рекреационный Архив потенциал водоема [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.uniquegeo.ru/unigos-911-12.html>

УДК 338.48:502.2(470.23)

## РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКОТУРИЗМА В ПОДПОРОЖСКОМ РАЙОНЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

<sup>1</sup>*E.P. Редкова*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, *kateredkova07@yandex.ru*

**Аннотация.** В работе рассматривается ресурсный потенциал для развития экологического туризма в Подпорожском районе Ленинградской области, который богат природными и этническими ресурсами. Уделено внимание методам и подходам, позволяющим оценивать состояние экосистем, выявлять редкие и угрожающие виды, а также разрабатывать стратегии для устойчивого землепользования. Выявлены как слабые, так и сильные стороны рекреационных возможностей района. К благоприятным предпосылкам относится высокое ландшафтное разнообразие и богатое культурно-историческое наследие, особый менталитет населения. Изучение существующих рекреационных возможностей в Подпорожском районе в перспективе позволит вовлекать местное население в сферу экотуризма для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия.

**Ключевые слова:** экологический туризм, ресурсный потенциал, устойчивое развитие, сфера туризма

## NATURAL RESOURCE FOR DEVELOPMENT OF ECOTOURISM IN THE PODPOROZHSKY DISTRICT OF THE LENINGRAD REGION

<sup>1</sup>*E.R. Redkova*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
*kateredkova07@yandex.ru*

*Abstract.* The resource potential for the development of ecological tourism in the Podporozhsky District of the Leningrad Region, which is rich in natural and ethnic resources, is considered in this paper. Attention is paid to methods and approaches that make it possible to assess the state of ecosystems, identify rare and threatened species, and develop strategies for sustainable land use. Both weaknesses and strengths of the recreational opportunities of the district are identified. Favorable prerequisites include high landscape diversity and rich cultural and historical heritage, a special mentality of the population. The study of existing recreational opportunities in the Podporozhsky District in the future will allow involving the local population in the sphere of ecotourism to preserve landscape and biological diversity.

*Keywords:* ecological tourism, resource potential, sustainable development, tourism sector

На сегодняшний день сфера туризма продолжает активно развиваться во всём мире, всё больше людей интересуется различными видами данной сферы, в том числе и экотуризмом, который относится к числу наиболее перспективных направлений туризма. Благодаря экотуризму для людей не только предоставляется возможность отдыхать наедине с природой, но и привлекаются инвестиции, появляются новые рабочие места, дополнительный доход в регионах, а также развивается деятельность по сохранению окружающей среды [1].

В экотуризме главным аспектом является природа, поэтому для развития этой сферы очень важно учитывать существующий природный потенциал и отслеживать её состояние посредством экологического мониторинга.

Целью данной работы является анализ биотического ресурсного потенциала для развития экотуризма в Подпорожском районе Ленинградской области.

Экотуризм – это вид туризма, заключающийся в ответственном путешествии в природные места относительно нетронутые человеческой деятельностью, целью которого является ознакомление и наслаждение местной природной средой и культурой, а также социально-экономическое привлечение местных жителей. Экологический туризм основывается на бережном отношении к природе, её охране и сохранении, а также помощи в сохранении культурных традиций местных народов [2].

Подпорожский район — муниципальное образование в северо-восточной части Ленинградской области. Ресурсный потенциал экологического туризма в Подпорожском районе значителен. На данной территории сосредоточены обширные залесенные и заболоченные территории, которые, в целом характеризуются благополучным экологическим состоянием. Кроме того, высоким этническим разнообразием, в котором сохранились традиционной культуры этносов.

Подпорожский район славится своими лесами, которые занимают большую часть района. В южной части сохранились нетронутые заготовителями более двухсот лет лесные массивы с редкими растениями и лишайниками. В местных лесах преобладают такие породы, как сосна, ель, берёза, осина и ольха серая [3].

Для управления экосистемными услугами, влияющими на экотуризм, особое внимание следует уделить сохранению биоразнообразия в районе. Так, для контроля каждой составляющей экосистемы, в рамках экомониторинга существует пять различных групп исследований: мониторинг почвы, растительного покрова, воды, микроорганизмов и эколого-токсикологическая оценка. Каждая из групп включает в себя подходы, позволяющие отслеживать состояние экосистем. При этом, проводится инвентаризация видов флоры и фауны в зонах экотуризма, выявляются редкие и уязвимые виды; отслеживается численность популяций и предотвращается их сокращение. Выявляются инвазивные виды, угрожающие экосистемам, и разрабатываются меры по их контролю. По результатам проведения мониторинга разрабатываются стратегии устойчивого землепользования и мероприятия по восстановлению экосистем, оценивается состояние экосистем через ключевые показатели, выявляя угрозы и разрабатывая меры по их устранению [4].

В целом, в ходе исследования района, были выявлены как слабые, так и сильные стороны рекреационных возможностей территории. С одной стороны, отмечается

неразвитость инфраструктуры, слабая продвинутость экологического туристического продукта, нехватка высококвалифицированных кадров в сфере туризма. К благоприятным предпосылкам относится высокое ландшафтное разнообразие, значительные рекреационные ресурсы, богатое культурно-историческое наследие, особый менталитет населения. Изучение существующих проблем района и развитие экологического туризма в Подпорожском районе в перспективе позволит вовлечь в хозяйственную деятельность отдаленные районы Ленинградской области, тем самым способствуя развитию малого бизнеса, а также вовлечению местного населения в сферу туризма для сохранения ландшафтного и биологического разнообразия.

В заключении следует отметить, что ресурсный потенциал для экотуризма в Подпорожском районе высок, характеризуется природным и этническим богатством. Район известен своими нетронутыми лесами и уникальными природными объектами, что делает его привлекательным для туристов.

#### Список использованных источников

1. Примак Е.А., Алексеев Д.К., Косатова А.А. Интегральная оценка устойчивости ландшафта в условиях рекреационного воздействия. Успехи современного естествознания. № 3. 2025, 24-29.
2. Алексеев Д.К., Курочкина А.А., Примак Е.А., Бубнова Я.В., Тенилова О.В., Рохлова Е.Л., Карманова А.Е., Панова А.Ю., Арапов С.В. Экологический туризм. Санкт-Петербург: Человек, 2024. 376.
3. Жемчужины Подпорожского района - Конкурс молодых историков "Наследие предков - молодым" - URL:<https://ist-konkurs.ru/raboty/2009/1628-zhemchuzhiny-podporozhskogo-tajona> (дата обращения: 03.03.2025). – Текст: электронный
4. Сельское хозяйство и биоразнообразие – URL: <https://assets.kept.ru/upload/pdf/2023/09/tu-biodiversity-in-agro.pdf> (дата обращения: 03.03.2025). – Текст: электронный

УДК 378:[502:631.4]

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ - СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

*<sup>1</sup>Е.Я. Рижия, <sup>1</sup>Л.Е. Дмитричева*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, e.rizhiia@rshu.ru*

*Аннотация.* Рассмотрены особенности развития экологического мышления как ключевого надпрофессионального навыка, повышающего качество профессиональной деятельности в процессе обучения почвоведению. Теоретические и практические занятия по данной дисциплине играют важнейшую роль в формировании экологического мировоззрения. Они позволяют студентам анализировать различные экологические проблемы при проведении научных исследований природных, городских и сельскохозяйственных систем разного уровня сложности. Выполнение экспериментальных заданий экологической направленности способствует развитию экологической культуры учащихся. Благодаря междисциплинарному подходу и интеграции знаний из разных областей естественных наук, сосредоточенных в почвоведении, студенты осваивают комплексные концепции, формирующие у них профессиональную экологическую компетентность.

*Ключевые слова:* почвоведение, экологическое мышление, образовательный процесс, компетенции

## SOIL RESEARCH IN THE EDUCATION PROCESS - A WAY OF FORMING ECOLOGICAL THINKING

*<sup>1</sup>E.Ya. Rizhiya, <sup>1</sup>L.E. Dmitricheva*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, e.rizhiia@rshu.ru*

*Abstract.* During the soil science studies, particular emphasis is placed on developing environmental thinking as a key transversal skill that enhances professional performance. Practical soil science classes play a crucial role in shaping an ecological mindset. They enable students to analyze various environmental issues during scientific research of natural, urban, and agricultural systems of different complexity levels. Performing experimental tasks with an environmental focus contributes to the development of students' ecological culture. The implementation of an interdisciplinary approach, a combination of ideas and concepts included in the content of various natural science disciplines, contribute to the generalization of environmental ideas and concepts, form the environmental competence of future specialists.

*Keywords:* soil science, ecological thinking, education, competencies

Экологическая политика в России не теряет своей приоритетности. На рынке труда стабильно высок спрос на специалистов-экологов со стороны различных секторов экономики: от добывающих предприятий до агропромышленных комплексов. Выпускники направления «Экология и природопользование» могут построить карьеру в разных профессиональных областях — от базовой лабораторной работы до экспертно-надзорной деятельности в государственных структурах, включая Росприроднадзор и экологические департаменты министерств.

Дисциплина «Экология» служит основным базисом в формировании экологического мировоззрения студентов. Однако важно отметить существенный вклад и других естественных наук, которые дополняют базовое экологическое образование. Благодаря комплексному изучению предметов студенты осваивают методы независимой оценки экологического состояния территорий, формируют целостное понимание взаимосвязи между человеком и природой, а также достигают высокого уровня экологической грамотности, необходимой специалисту. Современные экологи должны обладать широким спектром компетенций: от проведения экологической оценки градостроительных проектов до глубокого понимания особенностей почв и растительного мира различных природных зон. Это особенно важно, учитывая, что в условиях активного техногенного воздействия именно почвенный покров, являясь наиболее уязвимым компонентом природной среды, требует особого внимания и защиты по сравнению с другими экологическими средами [1].

При подготовке бакалавров по направлению Экология и природопользование в РГГМУ одним из важнейших модулей является «Проведение почвенных обследований», в котором к изучению предлагаются дисциплины «Физика и химия почв», «Почвоведение», а также дисциплины по выбору — «Экология почв» и «Ландшафтovedение». Значимость экологического направления в почвоведении обусловлена тем, что почва выполняет множество критически важных функций в экосистемах суши и всей биосфера. Недостаточность внимания к многофункциональности почв и их сложным взаимодействиям с другими природными компонентами часто приводит к тому, что научные исследования становятся слишком узкими, а такой ограниченный подход может существенно снижать эффективность научных разработок и их практическое применение [2].

Формирование экологического мышления на занятиях по почвоведению непосредственно связано с проведением практических работ, которые помогают анализировать частные и общие проблемы окружающей среды при проведения научно-исследовательских работ в области изучения природных, урбанистических и агросистем различных уровней. Решение экспериментальных задач с экологическим содержанием также формирует экологическую культуру обучающихся. Такие задачи включают физико-географическую характеристику природных объектов, ситуационные кейс-задачи с различными видами загрязнителей окружающей среды и их источниками, рассмотрение возможностей по ликвидации последствий негативного воздействия поллютантов на биосферу. Анализируя проблемную ситуацию, студенты учатся работать в команде, находить рациональное решение поставленной задачи.

Полевая практика по почвоведению и ландшафтovedению способствует формированию и углублению многих физико-географических понятий, расширению

представлений о прикладных аспектах почвоведения и ландшафтования, и является важным этапом в подготовке специалистов, способных самостоятельно вести геоэкологические исследования. В ходе практики, на полевых выездах и работая с картографическими материалами, студенты осваивают методы определения, характеристики и картирования геосистем локального и регионального уровня. Формируют навыки по определению границ геосистем, установлению их типов, изучают приемы и методы работы на «ключевых» участках. Это позволяет проводить анализ взаимосвязей компонентов в геосистеме, выявлять закономерности в их структуре и динамике, обобщать результаты полевых и камеральных исследований.

В результате освоения программы, выпускники обладают знаниями, необходимыми для решения задач в области почвоведения, земельного кадастра, землепользования, оценки земельных ресурсов, плодородия и охраны почв, контроля их экологического состояния и планирования мероприятий по охране окружающей среды.

Таким образом, многоаспектность экологических проблем требует комплексного подхода для их решения, знаний из различных областей науки, прежде всего почвенной. Реализация междисциплинарного подхода, сочетание идей и понятий, входящих в содержание различных естественнонаучных дисциплин, способствуют обобщению экологических идей и понятий, формируют экологическую компетентность будущих специалистов.

#### Список использованных источников

1. Хазиев Ф.Х. Почва и экология // Вестник Академии Наук РБ. 2017. Том 24. №3 (87). 29-38.
2. Иорданова А.В., Кирильчук И.О., Паукова Ю.С. Основные экологические проблемы загрязнения почв и пути их решения. Сборник статей Всероссийской конференции «Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе». 26 мая 2023 года. ФМ-02. Том 2. 39-42.

**УДК 504.5:622.276**

## МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТИЯНЫХ ОТХОДОВ

*<sup>1</sup>E. Ружицкая*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, evaruzickaa26872@gmail.com*

**Аннотация.** Цель исследования- рассмотреть методы ликвидации загрязнения окружающей среды нефтесодержащими отходами. В статье рассмотрены некоторые технологии утилизации нефти отходов, с помощью которых можно очистить окружающую среду.

**Ключевые слова:** утилизация, загрязнение, нефть, отходы, экология среды.

## OIL WASTE DISPOSAL METHODS

*<sup>1</sup>E. Ruzhetskaya*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg,  
Russia, evaruzickaa26872@gmail.com*

**Annotation.** The purpose of the study is to consider methods for eliminating environmental pollution from oil-containing waste. The article discusses some technologies for the disposal of oil waste, which can be used to clean the environment.

**Keywords:** recycling, pollution, oil, waste, environmental ecology.

Нефтесодержащие отходы представляют собой сложные по химическому и физическому составу смеси углеводородов, классифицируемые как отходы IV класса опасности. В их состав входят разнообразные примеси, в том числе вода, ил, нефтяные компоненты, песок, оксиды металлов, камни и твердые минеральные включения. Образование таких отходов происходит в процессе транспортировки, переработки и хранения нефти, а также во время очистки воды и обслуживания оборудования.

Неправильная утилизация отходов нефтепереработки несёт существенный риск для экологической системы и живых организмов. Данные отходы могут содержать разнообразные токсичные соединения, включая бензол, толуол, ксиол, полициклические ароматические углеводороды и другие. Нефтесодержащие отходы классифицируются в соответствии с их характеристиками и степенью негативного воздействия на окружающую среду. Состав таких отходов в значительной степени определяется их происхождением. Основными показателями нефтесодержащих отходов являются: токсичность; пожарная опасность; степень влияния на окружающую среду и человека. Существует шесть основных источников образования нефтесодержащих отходов (НСО): бурение скважин, добыча нефти и газа, их хранение и транспортировка, металлообработка, ликвидация разливов нефти.

Методы переработки нефтешламов базируются на различных подходах, предусматривающих преобразование отходов под воздействием внешних факторов или реагентов. В современной промышленной практике наиболее широкое распространение получили следующие методы переработки нефтешлама:

1. **Физические методы.** Они включают в себя механическую очистку, флотацию, центрифugирование и дренаж. Механическая очистка заключается в фильтрации нефтешламов через специальные фильтры, которые удаляют крупные частицы загрязнений. Флотация основана на разделении нефтешламов на две фазы — жидкую и твёрдую. Центрифugирование используется для отделения твёрдых частиц от жидкой фазы путём вращения жидкости в центробежной машине. Дренаж представляет собой процесс удаления воды из нефтешламов путём применения гравитационной силы.

2. **Химические методы.** К химическим методам очистки относятся окисление, гидролиз и нейтрализация. Окисление основано на применении химических реагентов, которые преобразуют загрязняющие вещества в менее опасные соединения. Гидролиз представляет собой процесс расщепления загрязняющих веществ на молекулы воды и другие компоненты. Нейтрализация применяется для уменьшения кислотности нефтешламов посредством добавления щелочных реагентов.

3. **Биологические методы.** В основе биологических методов очистки лежат живые организмы, обладающие способностью к разложению загрязнений. К таким методам относятся биоремедиация, фиторемедиация и микробиологическая очистка. Биоремедиация предполагает использование бактерий и грибов для разрушения загрязнений. Фиторемедиация основывается на применении растений для очистки почвы и водных ресурсов от загрязнения.

4. **Физико-химический метод.** Физико-химический метод очистки от нефтепродуктов предусматривает применение различных химических реагентов для разложения нефтяных загрязнений и преобразования их в менее опасные соединения.

5. **Термический метод.** Данный метод основан на применении высоких температур для деструкции углеводородных соединений, содержащихся в нефтяных продуктах. К таким методам относится пиролиз. В результате происходит разложение сложных молекул нефтепродуктов на более простые, которые могут быть использованы в других технологических процессах.

Каждый из способов переработки нефтяных отходов обладает как достоинствами, так и недостатками. Оптимальный выбор метода зависит от характера загрязнения, его объема и экологических условий.

Процесс переработки нефтешламов методом пиролиза состоит из следующих этапов:

1. Подготовка отходов: они подвергаются предварительной обработке, которая включает в себя удаление крупных частиц и разделение на фракции.
2. Подготовка пиролизной установки: в реактор пиролизной установки загружаются нефтешламы, а также вспомогательные компоненты, способствующие интенсификации процесса переработки.
3. Пиролиз: представляет собой термический процесс деструкции нефтяных отходов. При нагревании до температур в диапазоне 500–600 °С в среде, лишенной кислорода, нефтешламы подвергаются разложению, что приводит к образованию газообразных продуктов, жидких фракций и твердых остатков.
4. Очистка газов: полученные в результате пиролиза газообразные вещества проходят через систему очистки, где удаляются тяжёлые примеси.
5. Охлаждение жидкостей: при достижении жидкого состояния вещества подвергаются охлаждению до температурных параметров, обеспечивающих их безопасное применение.
6. Сбор твёрдых остатков: подвергаются сбору и передаче на предприятия по переработке или утилизации.

Список использованных источников

1. Дудышев В.Д. Утилизация нефтешламов // Экология и промышленность России. Самара. 2001. 31.

**УДК [556.18: 502.171](575.1)**

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ УЗБЕКИСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

*<sup>1</sup>А.А. Салижонов, <sup>1</sup>М.Д. Камалова*

*1) НУУз «Национальный Университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека»,  
г. Ташкент, Узбекистан, modest0922@mail.ru*

**Аннотация.** Узбекистан испытывает дефицит водных ресурсов из-за высокой зависимости от трансграничных рек Амудары и Сырдарьи (до 80% водных ресурсов поступает извне), неэффективного водопользования (потери воды в ирригационных системах достигают 35–40%) и климатических изменений. Сельское хозяйство потребляет 90% водных ресурсов, что усугубляет ситуацию. Важными мерами являются модернизация ирригационной инфраструктуры, развитие технологий водосбережения, очистка сточных вод и международное сотрудничество. Комплексный подход обеспечит водную безопасность и устойчивое развитие страны.

**Ключевые слова:** водные ресурсы, Амударья, Сырдарья, изменение климата, сточные воды

**WATER RESOURCES OF UZBEKISTAN: PROBLEMS AND WAYS  
RATIONAL USE**

*<sup>1</sup>А.А. Salizhonov, <sup>1</sup>М.Д. Kamalova*

*1) NUU “National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek”,  
Tashkent, Uzbekistan, modest0922@mail.ru*

**Annotation.** Uzbekistan experiences a shortage of water resources due to high dependence on the transboundary rivers Amu Darya and Syrdarya (up to 80% of water resources come from outside), inefficient water use (water losses in irrigation systems reach 35–40%) and climate change. Agriculture consumes 90% of water resources, which makes the situation worse. Important measures include modernization of irrigation infrastructure, development of water-saving technologies, wastewater treatment and international cooperation. An integrated approach will ensure water security and sustainable development of the country.

**Key words:** water resources, Amudarya, Syrdarya, climate change, waste water.

Водные ресурсы являются стратегически важным фактором устойчивого развития Узбекистана. Однако республика сталкивается с дефицитом воды, вызванным зависимостью от трансграничных рек Амударьи и Сырдарьи, неэффективным водопользованием и изменением климата. В условиях роста населения и увеличение спроса на воду особенно актуальной становится необходимость рационального управления водными ресурсами.

Основные проблемы водопользования:

1. Зависимость от трансграничных водных ресурсов (Амударья и Сырдарья). Около 80% водных ресурсов Узбекистана формируется за пределами страны, что делает водоснабжение уязвимым перед внешними факторами.

2. Неэффективное водопользование. Сельское хозяйство является самым крупным потребителем водных ресурсов. Более 90% воды расходуется в сельском хозяйстве, причем потери в ирригационных системах достигают 35–40%.

3. Засоление почв. Избыточное использование воды в орошаемом земледелии приводит к вторичному засолению, снижая продуктивность сельхозугодий. Засушливые районы Узбекистана сильно подвержены деградации земель. Высыхание Аральского моря привело к интенсивным процессам опустынивания и образованию новой пустыни - Аралкум на высохшем морском дне. В последние десятилетия обсохшее морское дно стало новой «горячей точкой» пылевых и соляных бурь в регионе.

4. Загрязнение водоемов. Бытовые и промышленные сточные воды ухудшают качество поверхностных и подземных вод, повышая их минерализацию.

5. Климатические изменения. Согласно классификации ООН, республика Узбекистан входит в число 25 стран, испытывающей дефицит воды. Сокращение ледников, изменение режима осадков и повышение температур приводят к снижению стока рек, увеличению засух и ухудшению водной обеспеченности.

6. Деградация ледниковых полей. По данным ЮНЕП и Всемирной службы ледникового мониторинга, площадь ледников в Тянь-Шане за последние 100 лет сократилась на 25-30%. Схожая картина фиксируется и горах Памира, в зоне формирования стока р.Амударьи. Анализ изменения количества осадков показал, что увеличение водности высокогорных рек, питающих реки Сырдарья, Амударья, Зеравшан, вызвано главным образом таянием ледников в результате климатических изменений. Согласно полученным оценкам, рост температуры воздуха на 1°C, влечет потерю 4 км<sup>3</sup> ледников в год. скорость деградации ледников будет расти до 2040-2049 гг., а затем начнет сокращаться в связи с истощением ледников. Как видно из данной схемы большое водопотребление израсходуется в секторе орошения (рис. 1).

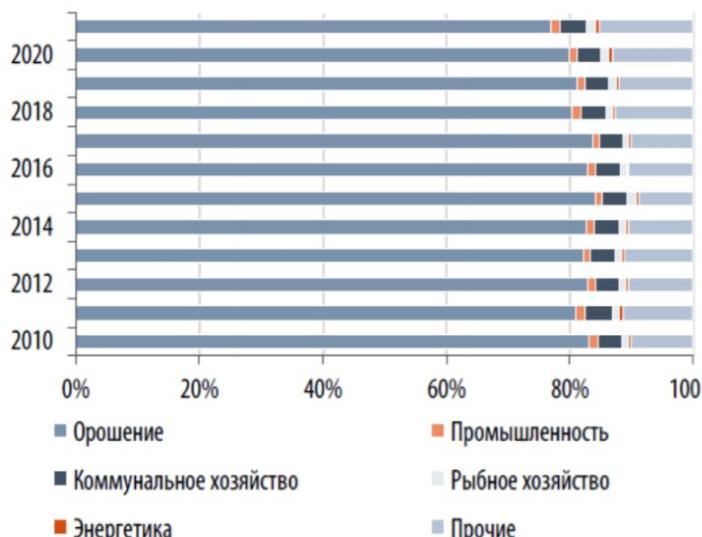


Рисунок 1 – Схема водопотребление по секторам

Перспективы и пути решения. Для обеспечения водной безопасности и эффективного водопользования необходим комплексный подход. Важнейшими мерами являются модернизация ирригационных систем, внедрение капельного и дождевального орошения для сокращения потерь воды, а также развитие технологий очистки и повторного использования сточных вод. Рациональное распределение водных ресурсов требует ужесточения контроля за водопользованием и внедрения экономических стимулов водосбережения. Важную роль играет международное сотрудничество, направленное на устойчивое управление трансграничными реками. Кроме того, развитие мониторинга с применением современных технологий позволит повысить эффективность управления водными ресурсами и минимизировать их потери.

Вывод. Водные ресурсы Узбекистана находятся под значительным давлением, что требует срочных и комплексных мер. Рациональное водопользование, внедрение современных технологий и международное сотрудничество помогут минимизировать водный стресс и обеспечить устойчивое развитие страны.

#### Список использованных источников

1. Четвертое Национальное Сообщение Республики Узбекистан по РКИК ООН, 2024.
2. Указ Президента Республики Узбекистан "Об утверждении концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020—2030 годы", Lex.uz.
3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 82 "Об утверждении Положения о порядке водопользования и водопотребления", 2013, Lex.uz.
4. Узгидромет, Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши, 2015.
5. Соколов В. "Водное хозяйство Узбекистана: прошлое, настоящее и будущее", 2015.

УДК [003.314:93](470.11)

## ПЕТРОГЛИФЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА КАК МАТЕРИАЛ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*<sup>1</sup>В. Сапунов, <sup>2</sup>Н. Воронов, <sup>2</sup>М. Карпенко*

- 1) ЧОУВО «Санкт-Петербургский медико-социальный институт», г. Санкт-Петербург, Россия, sapunov@rshu.ru  
2) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия

*Аннотация.* Древнейший способ хранения информации, придуманный человечеством – наскальные изображения (петроглифы). Их изучение может пролить свет на социальные и природные явления далекого прошлого. Северо-западный федеральный округ России имеет несколько древних галерей петроглифов на берегах Онежского озера и Белого моря. Эти петроглифы длительное время изучались российскими учеными методами гуманитарных наук – истории, археологии. Подключение методов естественных наук – палеоэкологии и др. – может быть важным источником получения объективных знаний об историческом развитии природы данного региона.

*Ключевые слова:* петроглифы, палеоэкология, Заонежье, Беломорье.

## PETROGLYPHS OF THE NORTHWEST AS A MATERIAL FOR PALEOECOLOGICAL RESEARCH

*<sup>1</sup>V. Sapunov, <sup>2</sup>N. Voronov, <sup>2</sup>M. Karpenko*

- 1) St. Petersburg Medical and Social Institute, St. Petersburg, Russia, sapunov@rshu.ru  
2) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

*Abstract.* The most ancient documents of storing information invented by mankind is rock paintings (petroglyphs). Their study can shed light on social and natural phenomena of the distant past. The North-

West Federal District of Russia has several ancient galleries of petroglyphs on the shores of Lake Onega and the White Sea. These petroglyphs have been studied for a long time by Russian scientists using the methods of the humanities – history, archeology. The inclusion of methods of natural sciences – paleoecology, etc. – can be an important source of obtaining objective knowledge about the historical development of the nature of this region.

*Keywords:* petroglyphs, paleoecology, Onega region, White sea region.

Древнейшей информационной технологией, дошедшей до наших дней, являются наскальные рисунки, сохранившиеся на протяжении тысячелетий. Их информационное значение для современной науки велико. Северо-западный федеральный округ России имеет несколько древних галерей петроглифов на берегах Онежского озера и Белого моря. Эти петроглифы длительно время изучались российскими учеными методами гуманитарных наук. Подключение методов естественных наук – палеоэкологии и др. – может быть важным источником получения объективных знаний об историческом развитии природы данного региона. Анализ экологических процессов и явлений прошлых эпох и понимание многолетней циклических возможны на основе использования традиционных и нетрадиционных источников биологической информации.

Настоящая работа посвящена биоэкологическому исследованию петроглифов побережья Белого моря и Онежского озера. Наскальные рисунки сделаны 3 – 4 тысячи лет до н.э. и отражают природу и некоторые социальные процессы того времени [1]. Изображения животных чередуются с бытовыми сценами. Рисунки изучались по литературным источникам и по архивам Института языка, литературы и истории (ИЯРЛИ) Карельского филиала РАН и первым соавтором лично на месте в ходе экспедиционных выездов [2]. Всего проанализировано 647 фигур и знаков, что составляет более половины обнаруженных в этом регионе.

Изобразительные возможности, которыми располагали первобытные художники, были очень ограничены. Художник, изображая животных, выявлял основные признаки, подчеркивал их, формируя «карикатурный» образ. Приведем основные статистические характеристики рисунков животных. Из 647 фигур животные составляют 310 (48%). В пределах этого количества распределение по разным систематическим категориям следующее. Водных птиц 226 (73%), парнокопытных 60 (19%), медведей 7 (2%), выдра % (2%), нерпы, костистые рыбы, змеи – по 3 (1%), ящерица и волк по одному рисунку (0.3%).

Разнообразие сюжетов петроглифов: 1) Костистые рыбы: Осетр (*Acipenser goldenstadtii*), Сом (*Silurus glanis*); 2) Рептилии: Гадюка (*Cygnus Cygnus*), Ящерица прыткая (*Lacerta agilis*); 3) Птицы: Лебедь – кликун (*Cygnus Cygnus*), Серый гусь (*Anser anser*), Кряква (*Anas platyrhyncha*); 4) Млекопитающие: Лось (*Alces alces*), Северный олень (*Rangifer tarandus*), Медведь бурый (*Ursus arctos*), Волк (*Canis lupus*), Выдра обыкновенная (*Lutra lutra*), Нерпа (*Phoca hispida*), Бобер обыкновенный (*Castor fiber*).

Частота изображения тех или иных видов определялась двумя обстоятельствами: легкостью наблюдения животного (обусловленной его распространенностью в природе и образом жизни) и практическим значением для человека. Отсюда ясно, почему чаще всего встречаются птицы, а из млекопитающих – лоси. Хищные животные (волк) и всеядные (медведь), численность популяций которых ниже, чем травоядных примерно на порядок, соответственно, на порядок реже изображаются. Высокая частота рисунков лосей, несомненно, связана с их промысловым значением. На камне с Пери-носом, хранящемся в Эрмитаже, изображен момент охоты – человек, втыкающий в лося копье. Большинство изображенных животных являются типичными для данных мест. Но есть и редкие: атлантический осетр, лебедь-кликун, северный олень, кольчатая нерпа. Лебедя кликуна в настоящее время можно встретить в этих местах, но как животное, нетипичное, пролетное, свойственное более теплым местам. Обилие изображенных лебедей говорит, что раньше этот вид был распространен шире в силу более теплого климата.

Среди изображенных копытных встречается северных олень. Его численность в

настоящее время в Карелии высока – более 60 000 особей. Однако распространен он севернее и на широту Бесова носа заходит лишь эпизодически. Обилие точных изображений представителей этого вида свидетельствует, что раньше границы распространения северного оленя находились южнее, чем теперь. Остальные животные, очевидно, имели ареал обитания близкий к современному. Большинство сюжетов связано с повседневной жизнью древних людей, охотой, рыбалкой, одомашниванием диких животных.

Большой интерес представляют т.н. «бесовы следы» – изображения следа большой как бы человеческой ноги с признаками плоскостопия (см. рисунок 1). Иногда такие каменные изображения окружены рисунками вполне определяемых животных. В науке дискутировалась возможность существования в глухих районах земли крупных реликтовых приматов, ведущих скрытный образ жизни и не до конца изученных наукой. Наблюдения за такими животными могли породить русские легенды о леших. Возможно, в фольклоре эти загадочные следы запоминались и затем фиксировались техникой каменного века как печать хозяина леса, окруженная подчиненными ему животными.

Настоящая работа – предварительная попытка биологической оценки материалов, полученных при изучении наскальных рисунков Северо-запада России с целью изучения глобальных климатических, экологических процессов, динамики численности животных на протяжении тысячелетних периодов.

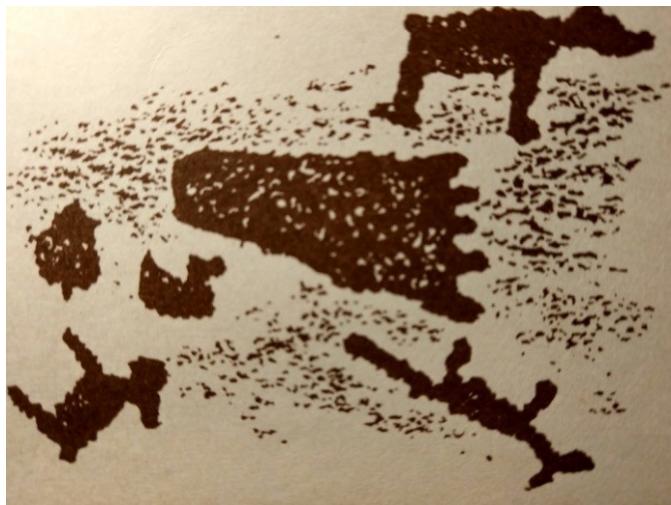


Рисунок 1 – «Бесов след» на берегу Онежского озера

#### Список использованных источников

1. Савватеев Ю.А. Каменная летопись Карелии. Петроглифы Онежского озера и Белого моря. Петрозаводск, Карелия, 1990, 118.
2. Сапунов В.Б. Зооморфные сюжеты Онежского озера // Археологический сборник. №34. СПб. 1999, 30-34.

**УДК 621.31(261.24)**

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МОРСКИХ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

*<sup>1</sup>Д. Семенов*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, adanilasemenovkys@gmail.com*

*Аннотация.* В исследовании представлен комплексный анализ оптимального размещения морских ветроэнергетических станций в юго-восточной части Балтийского моря на основе данных реанализа ERA-5. Выделена локация в Гданьском заливе, соответствующая критериям минимального

экологического и антропогенного воздействия: малые глубины, удаленность от миграционных путей птиц, населенных пунктов и судоходных маршрутов. Среднегодовая скорость ветра на высоте 10 м, однако выявлена неоднозначная долгосрочная динамика — локальный рост скорости с 1995 г. на фоне общего регионального снижения. Расчет энергетического потенциала для турбины диаметром 100 м подтверждает рентабельность проекта. Учитывая низкую долю штилевых дней и возможность модернизации платформ, локация рассматривается как перспективная для устойчивой энергетики.

*Ключевые слова:* морские ветроэлектростанции, Балтийское море, ветровой потенциал, оптимизация размещения, устойчивая энергетика.

## OPTIMIZATION OF OFFSHORE WIND TURBINE PLACEMENT IN THE SOUTHEASTERN PART OF THE BALTIC SEA

<sup>1</sup>*D. Semenov*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
adanilasemenovkys@gmail.com*

*Abstract.* The study presents a comprehensive analysis of the optimal placement of offshore wind farms in the southeastern part of the Baltic Sea based on ERA-5 reanalysis data. A location in the Gulf of Gdańsk has been identified, meeting the criteria for minimal environmental and anthropogenic impact: shallow depths, distance from bird migration routes, settlements, and shipping routes. The average annual wind speed at 10 m height shows ambiguous long-term dynamics—a local increase since 1995 against a background of overall regional decline. The calculation of the energy potential for a turbine with a 100 m rotor diameter confirms the project's profitability. Given the low proportion of calm days and the possibility of platform modernization, the location is considered promising for sustainable energy.

*Keywords:* offshore wind farms, Baltic Sea, wind potential, placement optimization, sustainable energy.

На основе данных реанализа ERA-5 за период 1979–2022 гг. проведена оценка оптимальной локации для размещения морских ветроэнергетических станций (МВЭС) в акватории Гданьского залива [1]. Выделенная точка с координатами 54,75° северной широты и 19,75° восточной долготы, расположенная в 10 км к северо-западу от г. Балтийск, демонстрирует множество преимуществ для устойчивой ветроэнергетики. Ключевыми критериями выбора стали батиметрические условия (средняя глубина менее 30 м, что позволяет использовать моноподные основания, что помогает снижать капитальные затраты), минимальное пересечение с миграционными путями птиц, а также удаленность от населенных пунктов (более 10-15 км) и судоходных маршрутов, что минимизирует акустическое воздействие на биоценозы и антропогенную активность [2]. Дополнительным фактором выступает стабильность ветрового режима при низком риске экстремальных волновых нагрузок, характерных для открытых акваторий Балтики.

Средняя многолетняя скорость ветра на высоте 10 м в данной точке составляет 7,5 м/с, что соответствует требованиям для рентабельной эксплуатации МВЭС. Анализ долгосрочных трендов выявил неоднозначную динамику: на фоне общего снижения скорости ветра в регионе Калининграда на 1,3–1,4% за десятилетие, с 1995 по 2022 гг. наблюдается локальный рост показателя, что требует осторожности при экстраполяции выводов. Сезонная изменчивость характеризуется увеличением штилевых дней весной и летом (15,6% от общего числа), однако реанализ ERA-5, в силу ограниченного пространственного разрешения, может занижать реальную ветровую активность, особенно в прибрежной зоне с мезомасштабной циркуляцией (рисунок 1).

Оценка энергетического потенциала выполнена для турбины с диаметром ротора 100 м и КПД 45%. Согласно расчетам, среднегодовая выработка электроэнергии составляет порядка 12 МВт с учетом КПД 45%, что обеспечивает покрытие базовой нагрузки для малых населенных пунктов региона (рисунок 2). Уточнено, что использование современных платформ с высотой ступицы 120–150 м позволит увеличить выработку за счет роста скорости ветра с высотой. Важно отметить, что выбранная локация не входит в зоны особого

природопользования, а ее экологический след, согласно предварительному моделированию, не превышает допустимых норм для морских экосистем.

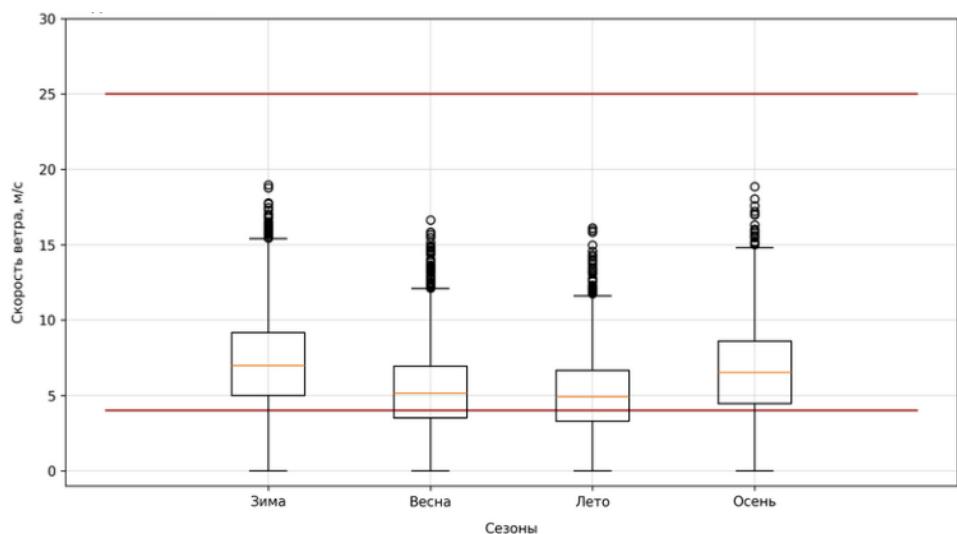


Рисунок 1 – Сезонный ход скорости ветра в точке, осредненный за период 1979–2022 гг. по данным ERA-5

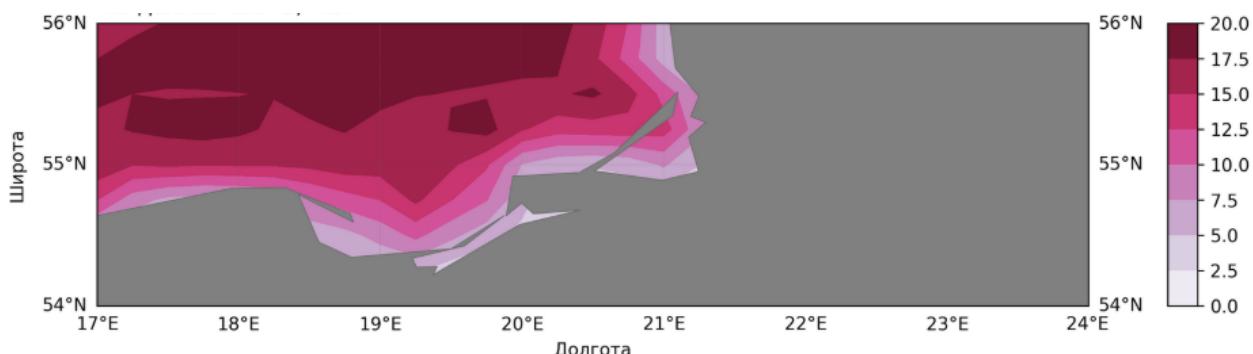


Рисунок 2 – Среднегодовая мощность возможной выработки электроэнергии с турбины диаметром 100 м. за 1979 г. по данным ERA-5, МВт

#### Список использованных источников

- ГОСТ Р 70928-2023. Ветроэнергетика. Климатическое обеспечение и обоснование. Общие положения. Москва: Стандартинформ, 2023.
- Проектирование и научное обоснование морских ветроэлектрических станций. // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2014. Вып. 37. С. 90–95. URL: <https://rs-class.org/nts/issue-37-2014/design-and-scientific-grounds-for-marine-wind-power-stations/> (дата обращения: 03.03.2025).

УДК [502.175:631.4](1-751.6)(470.23-25)

#### ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. ПЕТРА ПЕРВОГО

<sup>1</sup>А.П. Слукина

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, shura.slukina.03@mail.ru

**Аннотация.** Представлен анализ экологического состояния верхнего почвенного слоя на территории Ботанического Сада Петра Великого в Петроградском районе города Санкт-Петербурга. Установлено, что верхний гумусовый слой почв каждой изученной площадки разнороден по количеству гумуса, имеет нейтральную, близкую к щелочной реакцию среды, а также обеспечен калием и фосфором. Тяжелые металлы в валовой форме в совокупности не превышали ПДК, но несмотря на тот факт, что верхний гумусовый слой парка испытывает умерено опасную степень загрязнения, это может приводить к увеличению общей заболеваемости произрастающих в парке растений.

**Ключевые слова:** загрязнение почв, тяжелые металлы, химический состав, почвенный экологический мониторинг, ботанический сад.

## SOIL MONITORING OF THE PETER THE GREAT BOTANICAL GARDEN

*<sup>1</sup>A.P. Slukina*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
shura.slukina.03@mail.ru*

**Abstract.** The analysis of the ecological state of the upper soil layer on the territory of the Peter the Great Botanical Garden in the Petrogradsky District of St. Petersburg is presented. It was found that the upper soil layer of each studied site is heterogeneous in the amount of humus, has a neutral, close to alkaline reaction, and is provided with potassium and phosphorus. Heavy metals in gross form in total did not exceed the MAC, but despite the fact that the upper humus layer of the park experiences a moderately dangerous degree of pollution, this can lead to an increase in the overall incidence of plants growing in the park.

**Keywords:** soil pollution, heavy metals, chemical composition, soil environmental monitoring, botanical garden

В связи с прогрессирующим ростом урбанизации в общемировом масштабе, городские территории активно включаются в исследования, направленные на решение глобальных вопросов человечества. Пристальное внимание при этом уделяется почве – компоненту биосфера, выполняющему множество важных функций. В их число входит средообразующая роль, фильтрационные функции санитарные и другие. При этом важно понимать, что городские почвы находятся под постоянным антропогенным давлением. Без должного изучения и мониторинга городских почв ухудшается качество городской среды, возрастают риски развития заболеваний [1]. Поэтому мониторинг почв имеет важное значение в настоящее время.

В числе старейших ботанических садов России находится уникальное учреждение – Сад Петра Великого при Ботаническом институте им. В.Л. Комарова РАН. Расположенный в особой климатической зоне 60° северной широты, он является единственным представителем крупных мировых садов в этой широте. Парковая зона с её богатейшей коллекцией растений служит не только для научно-исследовательских целей, но и является популярным местом отдыха для всех посетителей [1].

Сад занимает территорию 16,7 га и располагается в окружении оживлённых транспортных путей, по соседству с городскими теплоцентралями, различными производствами и административными зданиями, не имеет буферной зоны. Автотранспорт оказывает значительное негативное влияние на почвенный покров через выбросы свинца, цинка, меди, никеля, хрома. Набережная реки Карповки имеет большую загруженность из-за потока автомобилей. Аптекарская набережная имеет меньшую интенсивность автомобильного движения, однако она двухполосная, что также может оказывать влияние выхлопами стоящих в пробке автомобилей. Исследования экологических показателей по Петроградскому району показывают стабильное превышение ПДК по таким загрязнителям, как оксид азота, оксид углерода, мелкодисперсные взвешенные частицы PM2,5[2][3]. В зимний период ведется обработка дорог противогололедными реагентами, которые загрязняют почвы, примыкающей к дороге [1]. Поэтому Сад испытывает существенное антропогенное воздействие, но наблюдения за экологическим состоянием почв здесь

проходят не регулярно, в последний раз такой анализ был проведен в 2017 году, следовательно, работа по изучению содержания тяжелых металлов в почвах изучаемого объекта является актуальной, и она расширяет базу данных состояния урбанизированных земель города Санкт-Петербург.

Целью данной работы явился анализ экологического состояния верхнего гумусового горизонта почв Ботанического Сада Петра Великого.

Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017 и ГОСТ 17.4.4.02-2017 в июне-июле 2024 года. Для этого Сад был разделен на 7 равнозначных площадок по всему периметру. Точечные пробы отбирались на каждой пробной площадке из слоя 0-10 см при помощи агрохимического бура методом конверта. Объединенную пробу составляли путем смешивания точечных проб на каждой площадке, масса объединенной пробы составляла 1 кг. После пробоподготовки образцы были переданы в сертифицированную лабораторию для определения pH, химического состава, физического состава (ГМС), а также валовых (кислоторастворимых) форм тяжелых металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия). Оценку уровня химического загрязнения почв проводилась в соответствии с МУ 2.1.7.730-99 с расчетом суммарного показателя загрязнения (Zc).

На всех площадках гранулометрический состав соответствовал легкосуглинистому гранулометрическому составу. На поверхности наблюдалось большое число копролитов, что свидетельствовало о наличии в почве дождевых червей. Результаты химического анализа показали, что верхний гумусовый слой почв каждой площадки разнороден по количеству гумуса, и варьирует в зависимости от места расположения по содержанию Собщ от 1,5 до 4,5, имеет нейтральную, близкую к щелочной реакцию среды, а также обеспечен калием и фосфором. Тяжелые металлы в валовой форме в совокупности не превышали ПДК, а расчет суммарного показателя загрязненности почв Zc соответствовал на пяти площадках допустимому уровню загрязнения, тогда как на площадке 1 и 7 – опасному уровню.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что несмотря на то, что почвенный покров парка испытывает умеренно опасную степень загрязнения, это может приводить к увеличению общей заболеваемости выращиваемых растений. Следует обратить внимание на культуры, способные накапливать тяжелые металлы в вегетативной части, т.е. применять фиторекультивацию.

#### Список использованных источников

1. Терехина, Н. В. Экологическое состояние почв и основных древесных пород в Ботаническом саду Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН / Н. В. Терехина, О. М. Семенов, Г. А. Фирсов // Социально-экологические технологии. 2017. № 3. С. 33-50. EDN ZXYBGZ. Текст: электронный // научная электронная библиотека elibrary URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30796753>
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2022 году/ Под редакцией А.В. Германа, И.А. Серебрицкого СПб.: 2023. 226.с.
3. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге / Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности г. Санкт-Петербурга. СПб., 2011–2017.

УДК 504.5:539.16

## ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*<sup>1</sup>С. Смоленский, <sup>1</sup>Н.Атабаева*

*1) НУУз им.М.Улугбека “Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека”  
г. Таишент, Узбекистан, stas.smol\_93@mail.ru*

**Аннотация.** В данной работе исследуется влияние естественной радиации на здоровье человека, а также анализируются радиационные характеристики строительных материалов и их

воздействие на уровень облучения в жилых и общественных помещениях. Целью исследования является разработка рекомендаций и норм, направленных на снижение радиационного воздействия на население. В рамках работы проводятся мониторинг уровня радиации и оценка рисков, связанных с использованием различных строительных материалов. Кроме того, особое внимание уделяется повышению осведомленности населения о природных источниках радиации и их потенциальном влиянии на здоровье. Полученные результаты могут послужить основой для формирования эффективной политики в области радиационной безопасности и защиты здоровья граждан.

*Ключевые слова:* атомная энергетика, естественные радионуклиды, ионизирующее излучение, радиация, радон.

## INFLUENCE OF RADIATION ON THE ENVIRONMENT

*<sup>1</sup>S. Smolensky, <sup>1</sup>N. Atabaeva*

*1) National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulughbek, Tashkent,  
Uzbekistan, stas.smol\_93@mail.ru*

*Abstract.* This work investigates the influence of natural radiation on human health, as well as analyzes the radiation characteristics of building materials and their impact on the level of exposure in residential and public premises. The aim of the study is to develop recommendations and standards aimed at reducing radiation exposure to the population. The work includes monitoring radiation levels and assessing risks associated with the use of various building materials. Additionally, special attention is given to raising public awareness about natural sources of radiation and their potential health impacts. The results obtained may serve as a foundation for forming effective policies in the field of radiation safety and protection of citizens' health.

*Keywords:* nuclear energy, natural radionuclides, ionizing radiation, radiation, radon.

Радиоактивность — это естественное физическое явление, с которым мы сталкиваемся с момента нашего рождения. Она имеет как космическое происхождение (например, излучение от звезд и Солнца), так и земное, включая такие элементы, как уран, радий и торий. Радиоактивные вещества можно найти в горных породах, строительных материалах, воде и даже в продуктах питания, а также в нашем организме, например, в виде калия-40 и углерода-14. Кроме того, человеческая деятельность способствует образованию радиоактивности, которая находит применение в различных областях, таких как атомная энергетика, химия, биология, геология, сельское хозяйство и медицина [1].

Изучением влияния радиации на окружающую среду и организм человека занимались многие ученые на протяжении десятилетий: Рентген В.К., М. Кюри, Л.Л. Уилкинсон, Дж.Г. Кеpp, Э.Т. Мерфи, А.С. Каплан, Р.О. Пакард, С.П. Королев. Эти ученые и многие другие внесли значительный вклад в понимание воздействия радиации на окружающую среду и здоровье человека. Их исследования помогли разработать нормы и правила радиационной безопасности, а также методы защиты от вредного воздействия радиации [3].

С момента открытия ионизирующего излучения ученых беспокоит его воздействие на живые организмы. Высокие дозы радиации могут вызывать серьезные повреждения тканей, в то время как даже низкие уровни облучения могут привести к онкологическим заболеваниям и генетическим изменениям, которые могут проявиться у потомков. Во многих развитых странах проводятся обширные исследования влияния природных источников ионизирующего излучения на здоровье населения. Особое внимание уделяется облучению людей в жилых и производственных помещениях. Естественные радионуклиды, содержащиеся в строительных материалах, могут создавать как внешнее, так и внутреннее облучение. Внешнее облучение зависит от концентрации радионуклидов, таких как уран, торий и калий, в материалах, в то время как внутреннее облучение в основном связано с радоном и его дочерними продуктами, которые попадают в легкие [2].

Для снижения воздействия природных радионуклидов на население разрабатываются нормы, регулирующие радиационную обстановку в различных помещениях. Поскольку

люди проводят значительное количество времени в закрытых пространствах, уровень естественного радиационного фона в этих местах становится особенно важным. Исследования показывают, что последствия воздействия ионизирующего излучения могут проявляться лишь через значительное время: средний латентный период для лейкемии составляет около 10 лет, а для других злокачественных новообразований — 20-25 лет. Средняя доза облучения, связанная с природным радиационным фоном и медицинскими процедурами, составляет 0,1-0,2 Зв за 50 лет, что может привести к 1-2% общей смертности от рака. Важно отметить, что содержание естественных радионуклидов в строительных материалах может значительно варьироваться, и индивидуальные дозы облучения могут отличаться в десятки раз [1].

В современном мире существует множество способов защиты от радиации, и основными принципами этой защиты являются время, расстояние и использование материалов [4].

1. Чем меньше времени вы проводите вблизи источника радиации, тем меньше будет полученная доза облучения. Это правило простое, но очень эффективное.

2. Расстояние также играет критическую роль в снижении дозы радиации. Интенсивность излучения уменьшается с увеличением расстояния от источника, и это снижение происходит пропорционально квадрату расстояния. Например, если на расстоянии 1 метра от источника радиации дозиметр фиксирует 1000 мкР/час, то на расстоянии 5 метров уровень радиации может уменьшиться до примерно 40 мкР/час. Это подчеркивает важность поддержания безопасного расстояния от радиационных источников.

3. Использование плотных веществ для защиты от радиации является еще одним важным аспектом. Материалы, такие как свинец, обладают высокой эффективностью в блокировке ионизирующего излучения. Именно поэтому в радиационно опасных помещениях часто устанавливаются свинцовые стены или используются свинцовые листы в качестве защитных барьеров.

При строительстве жилья также стоит обратить внимание на выбор строительных материалов. На рынке сейчас доступны радиационно безопасные стройматериалы, которые не содержат вредных уровней радионуклидов. Использование таких материалов в строительстве может значительно снизить уровень радиации в жилых помещениях и обеспечить комфортные условия для жизни [3].

В свою очередь, решение проблемы снижения радиационных нагрузок может быть достигнуто через комплексные исследования характеристик строительных материалов и радиационного контроля новых материалов, используемых в строительстве. Это позволит не только защитить здоровье населения, но и повысить уровень безопасности в условиях постоянного воздействия радиации [5].

#### Список использованных источников

1. Афанасьев И. В. Влияние ионизирующего излучения на живые организмы. Екатеринбург: Уральский университет. 2019
2. Медведев П. С. Радон и его воздействие на здоровье человека. Москва: Издательство "Медицинская книга". 2021
3. Руденко А. И. Радиационные риски для экосистем и здоровья человека. Киев: Издательство "Наукова думка" 2019
4. Смирнов Е. И. Основы радиационной безопасности и охраны окружающей среды. Москва: Издательство "Экоцентр", 2022
5. Соболев Д. А. Радиация и экология: воздействие на окружающую среду. Новосибирск: Сибирское отделение РАН. 2017.

## РОЛЬ СТУДЕНЧЕСКОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ НА ПРИМЕРЕ СТУДЕНЧЕСКОГО СОВЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА РГГМУ

*<sup>1</sup>В.Соколан*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия

*Аннотация.* Студенческое самоуправление, как форма социальной активности, выступает эффективным инструментом формирования экологической культуры среди молодежи. В тезисах рассматривается работа студенческого совета экологического факультета РГГМУ.

*Ключевые слова:* экология, самоуправление, профориентация

## THE ROLE OF STUDENT GOVERNANCE IN SPREADING ENVIRONMENTAL AWARENESS: A CASE STUDY OF THE STUDENT COUNCIL OF THE ECOLOGY FACULTY AT RSHU

*<sup>1</sup>V.Sokolan*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

*Abstract.* Student governance, as a form of social activity, serves as an effective tool for fostering environmental culture among young people. The report demonstrates the work of the Student Council of the Faculty of Ecology at the Russian State Hydrometeorological University (RSHU).

*Keywords:* ecology, student governance, career guidance

Студенческая жизнь является неотъемлемой частью любого студента. Для организации и поддержания активной студенческой жизни на нашем факультете – экологический факультет РГГМУ - создан студенческий совет факультета [1, 2].

Главная задача студенческого совета – организация условий для всестороннего развития студентов во внеучебное время через организацию мероприятий, способствующих формированию профессиональных компетенций и личностному росту, а также реализацию просветительской деятельности в области экологии среди молодежи.

Студенческий совет экологический факультет РГГМУ демонстрирует успешную модель интеграции студенческого самоуправления в эколого-просветительскую деятельность. Основные направления деятельности в сфере распространения экологических знаний: проведение акций по раздельному сбору отходов, развитие экологического сознания через интерактивные форматы, организация эколого-просветительских мероприятий для школьников, информативная работа в социальных сетях сообщества.

Проведение акций по РСО своё активное начало с декабря 2022 года с экологической акции «Разрядка», которая в дальнейшем стала традиционным (рисунок 1.а). Данная акция на сбор батареек и одноразовых электронных сигарет. На данный момент проведено 4 акций и собрано около 15 кг батареек и более 50 одноразовых электронных сигарет.

Развитие экологического сознания через интерактивные форматы проходит в нескольких форматах. Первый формат – проведение экологического квиза, к примеру, «Мир зеленого цвета» 9 ноября 2023 года (рисунок 1.б). Второй формат – игры по станциям. Игры по станциям можно рассмотреть на примере станции «Разложения» во время мероприятия «Экопосвят». На станции студенты первого курса должны разложить по срокам разложения материала в порядке возрастания (рисунок 1.в).

Организация эколого-просветительских мероприятий для школьников. В студенческом совете была создана рабочая группа «по работе со школьниками и

абитуриентами». В рамках данной группы студенты экологического факультета посещают школы с экологическим уроком на тему «кто такой эколог и чем он занимается». Во время урока студенты рассказывают не только про специальность эколога, но и про основные экологические проблемы в мире и в России, тем самым освещая экологическую повестку среди подрастающего поколения (рисунок 1.г).



Рисунок 1 – Деятельность студенческого совета экологического совета РГГМУ

Информативная работа в социальных сетях сообщества в рамках распространения экологических знаний проходит через различные рубрики в группе ВКонтакте [1]. В группе проходила рубрика «Как это делается», где рассматриваются вопросы экологичного потребления, переработки отходов, проблемы загрязнения пластиком. Помимо этого, студенческий совет проводит рубрику «Экофак рекомендует», где были выпущены выпуски про экологические тропы ленинградской области и заповедники Российской Федерации, приуроченному ко дню заповедников и национальных парков России, который проходит 11 января. Также еженедельно выходят «эконовости» и публикуются анонсы и отчёты об экологических мероприятиях. Это повышает осведомленность аудитории группы об экологических мероприятиях.

Комплекс мероприятий, проведенный студенческим советом экологического факультета РГГМУ повышает не только экологическую грамотность среди студентов данного учебного заведения, но и повышает грамотность среди молодежи в целом посредством проведения экологических уроков и активное ведение социальных сетей сообщества.

#### Список использованных источников

1. Скобликова А.Л., Алексеев Д.К., Степанова Е.В., Сыстрова Г.Ю. Система студенческого самоуправления как новая форма воспитательной деятельности на факультете // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Сборник трудов конференции. СПб.: РГГМУ. 2013. 89-91.
2. Группа ВКонтакте студенческого совета экологического факультета РГГМУ <https://vk.com/ecologyrshu>
3. Нестерова А.А. Экологическое просвещение как основа формирования экологической культуры человека на рубеже XX-XXI вв.// Педагогика. Вопросы теории и практики. 2023. № Том 8, выпуск 1. 46-52.

УДК 502:378

### РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЛОНТЕРСТВА В УНИВЕРСИТЕТЕ НА ПРИМЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЛОНТЁРСКОГО ЦЕНТРА «ЗЕЛЕНЫЙ ВЕК» (РГГМУ)

<sup>1</sup>*E. Тулякова*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, *author1@rshu.ru*

*Аннотация.* Экологическое волонтерство играет важную роль в экологическом образовании и формировании экологической культуры. В тезисах рассматривается работа волонтерского центра «Зеленый век». Участие в экологических проектах университета способствует повышению экологической грамотности.

*Ключевые слова:* экология, добровольчество, РСО, профориентация

### DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL VOLUNTEERISM AT THE UNIVERSITY ON THE EXAMPLE OF THE ECOLOGICAL VOLUNTEER CENTER «ZELENIY VEK» (RSHU)

<sup>1</sup>*E. Tuliakova*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, *author1@rshu.ru*

*Abstract.* Environmental volunteerism plays an important role in environmental education and the formation of an environmental culture. The report demonstrates the work of the "Zeleniy Vek" Volunteer Center. Participation in environmental projects the university contributes to the improvement of environmental literacy.

*Keywords:* ecology, volunteering, waste sorting, career guidance

Различные формы студенческих объединений в Российском государственном гидрометеорологическом университете имеют давнюю историю [1]. В последнее время экологическое волонтерство становится наиболее интересным для молодежи, поэтому важно правильно преподносить информацию о нем. В стенах нашего университета – РГГМУ создан экологический волонтерский центр (ЭВЦ) «Зеленый век» для того, чтобы студенты могли грамотно погрузиться в данную тематику начиная с первого курса [2].

Главная цель центра – развитие эколого-просветительской деятельности, воспитание бережного отношения к природе, а также поддержка и развитие инициатив студентов в области экологии. В рамках работы ЭВЦ реализуется несколько основных блоков: акции по раздельному сбору отходов (РСО); волонтеры направляются на специальное обучение; профориентация школьников.

Акции по РСО начались с момента основания ЭВЦ «Зеленый век» в 2015 г. и первоначально проводились как сбор макулатуры [3]. В настоящее время проводится РСО по

таким группам предметов: пластиковые крышки, батарейки, электронные испарители, зубные щетки, одежда (рисунок 1а). Ежегодно продолжает проводится сбор макулатуры, на котором собирается более полутора тон бумаги (рисунок 1б).



Рисунок 1 – Деятельность ЭВЦ «Зеленый век»

Волонтеры центра каждый год проходят обучение «Подготовка волонтеров для участия в спасательных операциях по ликвидации нефтеразливов в береговой полосе» от Комитета природопользования Санкт-Петербурга. На нем студенты изучают приемы ликвидации нефтеразливов, особенности обращения с водоплавающими и технику безопасности при выполнении работ, а также отрабатывают все полученные знания на практике на берегу Финского залива (рисунок 1в).

Деятельность нацелена не только на студентов, но и на школьников 7–11 класса. За последние два года (2023-2024 гг.) в рамках работы центра было проведено 19 уроков в школах г. Санкт-Петербург на темы: экологическое волонтерство, заповедное дело, раздельный сбор отходов, экология и транспорт, проблема бездомных животных (рисунок 1г). Участие в экологических проектах университета способствует повышению экологической грамотности.

#### Список использованных источников

1. Скобликова А.Л., Алексеев Д.К., Степанова Е.В., Сысторова Г.Ю. Система студенческого самоуправления как новая форма воспитательной деятельности на факультете // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Сборник трудов конференции. СПб.: РГГМУ. 2013. 89-91.

2. Официальная группа ЭВЦ «Зеленый век» РГГМУ <https://vk.com/greenrshu>
3. Шувалова М.М. Акции сбора макулатуры в РГГМУ: опыт и перспективы // Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации». СПб. 2019. 862-863.

УДК 502:378(262.5)

## ОПЫТ ВОЛОНТЕРОВ РГГМУ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

*<sup>1</sup>Е. Уварова, <sup>1</sup>Ю. Воробьева, <sup>1</sup>Т.Ю. Яковлева*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, liz.uvarowa2014@yandex.ru*

**Аннотация.** В декабре 2024 года в прибрежной зоне Анапы произошла экологическая катастрофа, вызванная крушением двух танкеров, что привело к разливу 8–9 тысяч тонн нефтепродуктов в Чёрном море. После шторма тяжёлые нефтепродукты загрязнили пляжи на глубину до 50 см, сделав их непригодными для купания на десятилетия. За неделю волонтёры, в том числе студенты и преподаватели РГГМУ, вытащили сотни млекопитающих и птиц, однако 85% спасённых птиц погибли из-за ненадлежащей транспортировки. Экологи предупреждают о скором всплытии мазута из танкеров при понижении температуры, что приведёт к массовой гибели морских обитателей.

**Ключевые слова:** экологическая катастрофа, разлив нефтепродукта, волонтеры, морская экосистема.

## EXPERIENCE OF RSMU VOLUNTEERS IN ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF EMERGENCY SITUATION ON THE BLACK SEA COAST

*<sup>1</sup>E. Uvarova, <sup>2</sup>Y. Vorobeva, <sup>1</sup>T.Yu. Yakovleva*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
liz.uvarowa2014@yandex.ru*

**Abstract.** In December 2024, an environmental disaster occurred in the coastal zone of Anapa, caused by the wreck of two tankers, which led to the spill of 8-9 thousand tons of oil products in the Black Sea. After the storm, heavy oil products polluted the beaches to a depth of 50 cm, making them unsuitable for swimming for decades. Over the course of a week, volunteers, including students and teachers of the Russian State Medical University, pulled out hundreds of mammals and birds, but 85% of the rescued birds died due to improper transportation. Environmentalists warn of the imminent surfacing of fuel oil from tankers when the temperature drops, which will lead to the mass death of marine life.

**Keywords:** environmental disaster, oil spill, volunteers, marine ecosystem.

Одним из важных аспектов образовательной деятельности является мотивация обучающихся к участию в волонтерском движении. В РГГМУ, в частности на экологическом факультете, сложились давние традиции участия в полевых экспедициях [1]. Студенты и преподаватели РГГМУ, а также его филиала в Туапсе, активно участвовали в волонтерском движении по устранению последствий экологической катастрофы (рисунок 1).

На данный момент экологическая катастрофа, которая произошла 15 декабря 2024 г. в прибрежной зоне города Анапы, является одной из самых масштабных. При крушении двух танкеров произошел разлив нефти и мазута в Черном море. В акваторию поступило около 8-9 тысяч тонн нефтяной продукции. Волонтеры собирали разлитый мазут в мешки, но продукт проник глубоко в песок на глубину до 50 см. Волонтерам приходилось постоянно копать ямы глубиной в метр, из-за постоянных дождей, это удавалось тяжело. За неделю катастрофа охватила 50-55 км побережья, техника не успевала утилизировать мешки с

нефтью. К сожалению, мазут, в отличие от других нефтепродуктов, не остается на поверхности, а опускается на дно. В настоящее время не существует эффективных методов удаления топлива, когда оно оказывается на берегу, поэтому все технологии сводятся к ручному труду. В конце декабря 2024 г. волонтеры обнаружили на берегу миллионы погибших крабов, моллюсков и медуз.



Рисунок 1 - Волонтеры РГГМУ на ликвидации последствий Чрезвычайной ситуации на побережье Черного моря

Усилиями студентов нашего университета были очищены километры береговой линии. Так же приехало много студентов из студотрядов со всей России. Студентам на первый взгляд пляж показался чистым, решили, что масштаб катастрофы невелик, но позже, когда они добрались до городских пляжей, то выяснилось, что основания для шезлонгов на метр были в мазуте. Для обеспечения безопасной работы, волонтерами были закуплены костюмы и респираторы, проведен инструктаж по технике безопасности. Самое опасное для волонтеров это открытые участки кожи, так как мазут моментально оставляет на коже ожоги и испарения данного вещества очень опасны для дыхательных путей.

#### Список использованных источников

1. Скобликова А.Л., Алексеев Д.К., Степанова Е.В., Сысторова Г.Ю. Система студенческого самоуправления как новая форма воспитательной деятельности на факультете //Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Сборник трудов конференции. СПб.: РГГМУ. 2013. 89-91.

УДК [502.:796.5](575.1)

## РАЗВИТИЕ ЭКОТУРИЗМА В УЗБЕКИСТАНЕ

*<sup>1,2</sup> М. Халмирзаева*

*1) «Национальный Университет Узбекистана имени Мирза Улугбека»  
Г.Ташкент, Узбекистан, тиаза999@list.ru*

*2) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»*

**Аннотация.** Одна из задач, стоящих перед социальной сферой Узбекистана - совершенствование системы развития экологического туризма, отвечающей требованиям времени. В нашей стране есть все, чтобы стать туристическим регионом, привлекать большое количество гостей. Не будет преувеличением, если сказать, что Узбекистан - один из центров мировой цивилизации, хранящий множество исторических памятников, представляющих колоссальное значение для мировой науки. Важно грамотно ими воспользоваться. Узбекистан располагает рядом

возможностей по видам экотуризма. Наиболее распространёнными видами экотуризма являются пешие и верховые прогулки, путешествия на вёсельных и моторных лодках. Сюда же относятся охотничий и рыболовный туризм, наблюдения за птицами и др. В этой статье мы рассмотрим экотуризм в Узбекистане.

**Ключевые слова:** архитектура, исторических памятников, природных ландшафтов, индустрия туризма, экотуризм.

## DEVELOPMENT OF ECOTOURISM IN UZBEKISTAN

<sup>1,2</sup> **M. Xalmirzayeva**

1) National University of Uzbekistan named after Mirza Ulugbek,  
Tashkent, Uzbekistan, muza999@list.ru

2) Russian State Hydrometeorological University, St.-Petersburg, Russia

*Abstract.* One of the tasks facing the social sphere of Uzbekistan is to improve the system of development of ecological tourism that meets the requirements of the time. Our country has everything to become a tourist hub of the region, to attract a large number of guests. It will not be an exaggeration to say that Uzbekistan is one of the centers of world civilization, keeping many historical monuments of enormous importance for world science. It is important to use them wisely. Uzbekistan has a number of opportunities for types of ecotourism. The most common types of ecotourism are hiking and horseback riding, rowboat and motorboat trips. This also includes hunting and fishing tourism, birdwatching, etc. In this article, we will consider ecotourism in Uzbekistan.

**Key words:** architecture, historical monuments, natural landscapes, tourism industry, ecotourism.

Важными составляющими дальнейшего развития экотуризма в Узбекистане являются разработки и детальные описания туристических маршрутов, и их официальная регистрация в соответствующих структурах, отвечающих за развитие туризма [1]. Согласно международному опыту, существуют две модели развития экотуризма: национальный парк и международный парк. В развитии экотуризма мы должны обратить внимание на следующие принципы модели национального парка: – низкие национальные парковые зоны; – 50 % национальных парков принадлежат частному сектору, 50 % — в государственной собственности; – государственная политика предусматривает, что национальный парк будет развиваться за счёт людей; – организация оздоровления населения в сфере внутреннего туризма [2].

Узбекистан богат ресурсами и возможностями экотуризма, а туроператоры предлагают экотуры по маршрутам Ташкент—Чарвак—Ташкент, Ташкент—Байсайской—Чимён-Ташкент, Ташкент—Зомин—Ташкент, Ташкент—Айдарколь—Ташкент. Поездки на верблюдах по пустынным районам не только Узбекистана, но и всего мира привлекают большое внимание туристов. Согласно анализу, туроператоры, предоставляющие услуги экотуризма, в основном работают в рамках зоны отдыха Чимган—Чарвак. Однако не менее интересны останки Гиссар, Боботог, Кичитангтос (Сурхандарья), Чаркар (Кашкадарья), Нурота (Навои-Джизак), Зарафшан (Самарканд), Туркестан (Джизак), Алай (Фергана), Курама, Чаткал (Наманган), пустыня Кызылкум, высохшее дно Аральского моря и солёные озёра, плато Устюрт. Предстоит работа над созданием комплексов и тематических эко туров в тугайные леса, к месторождению Мурунтау, Мингбулакской впадине, к озерам Айдаркуль, Денгизкуль, рекам Амударья и Сырдарья. Узбекистан имеет свой собственный шарм и уникальные ландшафты, красивые пещеры. В связи с этим спелеотуризм (туризм) имеет большой потенциал [3].

В стране более 700 туристических агентств, около 240 больших и малых гостиниц, большое количество туристических лагерей и кемпингов, много архитектурных и исторических памятников, красивых природных ландшафтов. Статистика показывает, что 41 % туристов, приезжающих в Узбекистан, едут сюда ради знакомства со страной. По берегам Амударьи находятся тугайные леса, которые очень интересны для эко туров. Бадай-Тугайский заповедник был создан для защиты птиц и животных в тугайных лесах на правом

берегу реки Амудары. Хорезмский офис был создан для сохранения орнито фауны. Кроме того, организуются эко туры на 485-метровую гору Увай, в западной части Кызылкума, на правом берегу Амудары (кембрийский период). В Амударьинском районе один из старейших городов Узбекистана расположен в Хорезме, а его архитектурные памятники являются одним из исторических туристических центров [4].

В итоговом документе конференции ООН по устойчивому развитию РИО-20, проведенной в Рио-де-Жанейро в 2012 г., указывается, что устойчивый туризм может вносить значительный вклад в развитие, может обеспечивать создание рабочих мест и открывать возможности в области торговли, ведет к повышению благосостояния, создания источников дохода в местных общинах, оказывая поддержку местной экономике, а также улучшению среды обитания человека и естественной среды в целом. В итоговом документе к устойчивому туризму отнесены экотуризм и культурный туризм [5].

Туризм является важным фактором сохранения культурного и природного наследия страны и повышения ее престижа в мировом сообществе.

Существует достаточно много определений данного понятия. Многу было использовано определение экологического туризма как особая форма путешествий, в которых отдых на природе сочетается с познанием ее объектов и явлений. Термин экотуризм был предложен мексиканским экономистом-экологом Гектором Цебаллос-Ласкурьей в 1980-е гг., когда в приоритетах туристов наметились явные перемены. Вместо жаркого солнца все чаще предпочтение стало отдаваться тенистым лесам, а вместо больших городов – поселениями традиционных народностей.

#### Список использованной литературы

1. Аблаизов А.А. Проблемы организации и развития экотуризма в Узбекистане. Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2019. Т. 4, № 98 4
2. Александрова, А. Ю. География туризма / А. Ю. Александрова. — М.: КноРус, 2010. — 592 с. 2.
3. Григорьянц, А. А. К вопросу развития экотуризма в Узбекистане / А. А. Григорьянц // Экологическое движение Узбекистана. — URL: <http://eco.uz/ru/biblioteka/publikatsii-v-smi/7480-k-voprosu-razvitiya-ekoturizma-v-uzbekistane>
4. Будущее, которого мы хотим: итоговый документ Конференции ООН по устойчивому развитию. Рио-де Жанейро, 20-22 июня 2012 г.: [электронный ресурс]: <http://daccess-dds-ny.un.org> (дата обращения: 05.03.2013).

**УДК 631.112(83)**

## **МОНИТОРИНГ ЗАСУХИ В РЕГИОНЕ НЬЮБЛЕ, ЧИЛИ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ SPEI (1993–2023) И ВЛИЯНИЕ ФЕНОМЕНА ENSO**

*<sup>1</sup>Хуан Себастьян Рейес Фигероа*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, jsebastianrf@gmail.com*

**Аннотация.** В статье анализируется засуха в регионе Ньюбле в Чили с 1993 по 2023 год с использованием стандартизированного индекса суммарного испарения осадков. Было обнаружено увеличение интенсивности и частоты засух, что совпадает с проявлениями феномена Эль-Ниньо-Южного колебания. Эти климатические явления усугубляют засушливые условия в регионе, оказывая влияние на доступность воды и сельское хозяйство. В исследовании подчеркивается важность скорости мониторинга для оценки засухи и понимания влияния ENSO на изменчивость климата в Ньюбле.

**Ключевые слова:** засуха, Ньюбле, стандартизированный индекс осадков и испаряемости, Эль-Ниньо-Южная Осцилляция, климат

# DROUGHT MONITORING IN THE NEWBLAY REGION, CHILE: HISTORICAL ANALYSIS OF SPEI (1993-2023) AND THE IMPACT OF THE ENSO PHENOMENON

<sup>1</sup>*Juan Sebastian Reyes Figueroa*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, jsebastianrf@gmail.com*

*Annotation.* The article analyzes drought in the Ñuble region of Chile from 1993 to 2023, utilizing the standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI). An increasing trend in the severity and frequency of droughts has been detected, coinciding with events of the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon. These climatic events exacerbate drought conditions in the region, impacting water availability and agriculture. The study emphasizes the importance of monitoring SPEI for drought assessment and understanding the influence of ENSO on climatic variability in Ñuble.

*Keywords:* *drought, Ñuble, SPEI, ENSO, climate.*

Индекс SPEI (Стандартизованный индекс осадков и испаряемости) для региона Ñuble, Чили, показывает изменение условий засухи за период в 12 месяцев. SPEI является ключевым индикатором для оценки засухи, поскольку он сочетает данные о осадках и испаряемости, предоставляя стандартизированную меру доступности воды в регионе. На графике вертикальная ось представляет значения Z индекса SPEI, которые указывают на интенсивность засухи или влажности. Положительные значения свидетельствуют о влажных условиях, в то время как отрицательные значения указывают на засуху. Горизонтальная ось отображает время в месяцах, что позволяет наблюдать колебания на протяжении года. Регион Ñuble, известный своей сельскохозяйственной деятельностью, особенно чувствителен к климатическим колебаниям. Анализ SPEI в этом регионе важен для понимания воздействия феномена ENSO (Эль-Ниньо-Южная Осцилляция), который влияет на осадки и температуру в Южной Америке. Во время событий Эль-Ниньо Ñuble может испытывать интенсивные дожди, тогда как Ла-Нинья, как правило, ассоциируется с более сильными засухами. Этот график является ценным инструментом для сельскохозяйственного планирования и управления водными ресурсами в Ñuble, помогая смягчить отрицательные последствия климатической изменчивости.

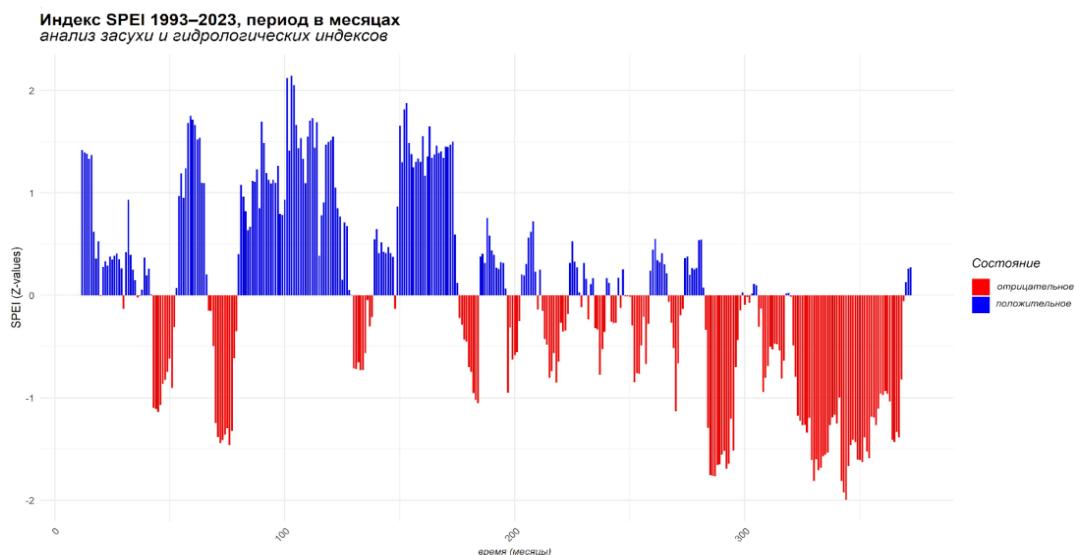


Рисунок 1 – Анализ засухи и гидрологических индексов

## Список использованной литературы

1. Servicios Climáticos de Chile. (s.f.). Estación Chillán Mayulermo (360046). Recuperado de [https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/informacion/inventarioComponentesPorEstacion/360046/152/416?utm\\_source=chatgpt.com](https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/informacion/inventarioComponentesPorEstacion/360046/152/416?utm_source=chatgpt.com)

2. Camus, P., & Jaksic, F. (2022). Clima y sociedad: El fenómeno El Niño y La Niña en la historia de Chile. Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Доступно по ссылке: <https://geografia.uc.cl/investigacion/serie-geolibros/clima-y-sociedad-el-fenomeno-el-nino-y-la-nina-en-la-historia-de-chile/>
3. Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., & López-Moreno, J. I. (2010). A multiscalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23(7), 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>.

УДК 330.59:001.8

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

*<sup>1</sup>А. Чепрасова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, arichepras@mail.ru*

**Аннотация.** Качество жизни стало одним из ключевых показателей развития и прогресса многих стран мира. На основе литературных данных рассмотрены методологические основы оценки качества жизни населения и проведена апробация модели на примере Кемеровской области – Кузбасса за 2021 и 2022гг. В основу оценки положена авторская модель-классификация, ориентированная на 5 классов качества, содержащая четыре группы компонентов оценки уровня жизни, для каждой группы выделены приоритетные показатели, характеризующие внутренние компоненты уровня качества жизни. Анализ полученных данных демонстрирует, что в течение 2021 и 2022гг. качество жизни населения в Кемеровской области оставалось на уровне II класс – «выше среднего».

**Ключевые слова:** качество жизни, интегральный показатель, интегральная оценка, метод сводных показателей

## APPLICATION OF AN INTEGRAL APPROACH TO ASSESSING THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION

*<sup>1</sup>A. Cheprasova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, arichepras@mail.ru*

**Abstract.** The quality of life has become one of the key indicators of development and progress in many countries of the world. Based on the literature data, the methodological foundations for assessing the quality of life of the population are considered and the model is tested using the example of the Kemerovo region – Kuzbass for 2021 and 2022. The assessment is based on the author's classification model, focused on 5 quality classes, containing four groups of components for assessing the standard of living, with priority indicators for each group characterizing the internal component of the quality of life. An analysis of the data obtained shows that during 2021 and 2022, the quality of life of the population in the Kemerovo Region remained at class II – "above average."

**Keywords:** quality of life, integral indicator, integral assessment, method of summary indicators

На сегодняшний день качество жизни является многогранным понятием, охватывающим различные аспекты человеческого благополучия: физическое и ментальное здоровье, социальные связи, материальные блага, духовное развитие и другие.

Высокое качество жизни подразумевает доступ к безопасной среде обитания, культурным ценностям, а также к качественным медицинским и образовательным услугам.

Целью данного исследования являлась оценка качества жизни населения с апробацией на Кемеровскую область – Кузбасс. В ходе выполнения работы отдельно были рассмотрены приоритетные экологические проблемы изучаемого региона: атмосферное загрязнение, загрязнение поверхностных и подземных вод, эрозия почв и загрязнение земель. Чтобы

проводить качественный анализ и оценить качество жизни населения, можно воспользоваться интегральным методом оценки. В работе использована методика построения интегральных показателей, основанная на методе сводных показателей (МСП), который уже зарекомендовал себя как эффективный инструмент для анализа различных сложных систем.

Интегральный индекс – это инструмент, позволяющий оценить качество жизни людей на основе выбранных ключевых показателей, а также представляющий собой оценочную шкалу, которая дает численные значения интегральных показателей качества жизни населения. В данном исследовании было выделено четыре группы критериев: качество жизни населения, качество окружающей среды, качество трудовой жизни и уровень жизни населения. В соответствии с МСП для каждой группы критериев были отобраны приоритетные признаки:

- ожидаемая продолжительность жизни, заболеваемость органов дыхательных путей, смертность от новообразований (в том числе от злокачественных);
- совокупный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, санитарное состояние атмосферного воздуха, питьевого водоснабжения и почвы, а также доля населения, обеспеченная качественной питьевой водой;
- занятость населения в обрабатывающей промышленности от общей занятости;
- доля городов с благоприятной городской средой от общего количества городов.

Анализ полученных результатов показывает, что за 2021 и 2022 годы качество жизни населения в Кемеровской области соответствовало II классу качества – «выше среднего». Более того, в 2022 году наблюдалось повышение интегрального показателя внутри данного класса, что подтверждает положительную динамику улучшения качества жизни. За данный период времени выросла средняя продолжительность жизни, а также была устранена проблема дефицита качественной питьевой воды. Область характеризуется высоким качеством почв, следовательно, область способна к производству сельскохозяйственной продукции высокого качества.

Несмотря на положительные изменения по ряду показателей, остается актуальным вопрос снижения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, продолжающих активно влиять на качество атмосферного воздуха и здоровье населения. Кроме того, необходимо обратить внимание и детально проанализировать причины оттока населения, задействованного в обрабатывающей промышленности, чтобы разработать эффективные меры по стабилизации ситуации.

#### Список использованных источников

1. Дмитриев В.В., Каледин Н.В. Интегральная оценка состояния региональных социо-экологических систем и качества жизни населения (на примере субъектов Северо-Западного федерального округа России) // Балтийский регион. 2016. Т. 8, № 2.С. 125-140

УДК 628.4

## ТРАНСПОРТИРОВКА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ВАКУУМНЫМИ СИСТЕМАМИ

*<sup>1</sup>А. Шкирятова, <sup>1</sup>Н. Бобылёв*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, alex2002shkiryatova@gmail.com*

**Аннотация.** Работа посвящена обзору современных технологий вакуумной транспортировки твёрдых коммунальных отходов (ТКО) и анализу возможности их применения в Санкт-Петербурге. Рассмотрена конфигурация вакуумных систем, их преимущества и недостатки. В результате данного исследования выявлены специальные характеристики вакуумных систем сбора и транспортировки ТКО, которые могут усилить (уменьшить) возможности их применения в контексте современной нормативной базы и сложившихся практик в Санкт-Петербурге.

*Ключевые слова:* вакуумные системы, сбор отходов, подземная инфраструктура

## **TRANSPORTATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE BY VACUUM SYSTEMS**

*<sup>1</sup>A. Shkiryatova, <sup>1</sup>N. Bobylev*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
alex2002shkiryatova@gmail.com; n.bobylev@rshu.ru*

*Abstract.* This paper is devoted to reviewing modern technologies for the transportation of municipal solid waste (MSW) by vacuum systems and evaluating the feasibility of implementing them in Saint Petersburg. The configuration, advantages and disadvantages of vacuum systems are considered. The study identified special characteristics of vacuum MSW collection and transportation systems, which can increase (reduce) the possibilities of their use in the context of a modern regulatory framework and existing practices in St. Petersburg.

*Keywords:* vacuum systems, waste collection, underground infrastructure

Менеджмент твёрдых коммунальных отходов (ТКО) продолжает оставаться актуальной проблемой и значительным вызовом для больших городов. Инновации в транспортировке ТКО занимают значимое место в повышении эффективности систем ТКО. Целью данного научного исследования является обзор современных технологий вакуумной транспортировки ТКО и анализ возможности применения этих технологий в Санкт-Петербурге.

Использование подземных пространств для транспортировки ТКО началось в 1960-х гг. На сегодняшний день в мире спроектировано свыше 1600 автоматизированных вакуумных систем, которые представляет собой подземный трубопроводный пневмотранспорт, использующийся для сбора и удаления твёрдых коммунальных отходов.

Конфигурация вакуумных систем: загрузочные люки в зданиях или загрузочные терминалы на улицах (могут открываться с помощью пропуска: ID-карты, смартфона, умных часов или брелка); секции накопления; горизонтальная часть трубопровода с клапанами для переключения потока между контейнерами; вакуумная станция (воздуходувная установка, главный щит управления, система мониторинга, фильтр для очистки воздуха, компактор для уменьшения объёма отходов, контейнеры для накопления отходов, по мере заполнения вывозимые к месту переработки или захоронения стандартными мусоровозами).

В таблице 1 представлены преимущества и недостатки системы. Применимость вакуумных систем в Санкт-Петербурге может быть обоснована тем, что они приспособлены для густонаселённых районов с высоким объёмом производства отходов. Другой специальной характеристикой является адаптивность к разным климатическим условиям (допустимая рабочая температура от -40 до +60°C, относительная влажность воздуха – 100%) [0]. Автоматизация и интенсификация вывоза ТКО окажет положительное влияние на гигиеническую и эстетическую составляющие. Характеристиками, негативно влияющими на возможность применения вакуумных систем, являются высокая стоимость на этапе установки и высокие требования к техническому обслуживанию. Кроме того, система не подходит для транспортировки крупногабаритных отходов, следовательно, не позволяет полностью отказаться от традиционного вывоза мусора, но способствует его минимизации, что в свою очередь позволяет снизить расход топлива и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Следует учитывать социальные аспекты, возрастную композицию населения и его готовность пользоваться такими технологиями. Несомненным преимуществом для Санкт-Петербурга будет являться уровень образования, что теоретически должно снизить число случаев засорения труб крупногабаритными и жидкими отходами и, ввиду экологической осознанности населения, способствовать поддержанию инициатив, направленных на экономию ископаемого топлива и снижение выбросов.

Также для внедрения данной технологии следует адаптировать организационно-правовое регулирование в области обращения с отходами. Так в Москве с 08.08.2023 г. к местам накопления отходов (МНО) отнесены вакуумные станции АСВУО (автоматизированная система вакуумного удаления отходов), в то время как в Санкт-Петербурге в настоящее время предусмотрено только складирование ТКО в системах подземного накопления, в том числе оборудованных подъёмниками [0;0].

Таблица 1 – Преимущества и недостатки вакуумных систем

	Социальные	Экологические	Экономические
Преимущества	Минимизация шумов, запахов, проблем с гигиеной за счёт уменьшения перегрузки мест сбора отходов		Снижение эксплуатационных затрат и затрат на технологическое обслуживание
	Обеспечение бесперебойной ежедневной работы системы, независимо от погодных условий и дорожной обстановки	Снижение автомобильных выбросов (в первую очередь CO <sub>2</sub> )	Сокращение количества перевозок, связанных с транспортировкой мусора, позволяет снизить эксплуатационные расходы
	Освобождение наземного пространства		
Недостатки	Высокие требования к техническому обслуживанию.	Высокие затраты на электроэнергию и производство компонентов системы (по сравнению с традиционными системами требуется меньше пластика, но больше стали и алюминия)	
	Не подходит для крупногабаритных и жидкых отходов, затруднена работа с картоном и стеклом		Не рекомендуется для малонаселённых районов по экономическим причинам
	Риск засорения труб		Высокие инвестиционные затраты на начальном этапе и при модификации после установки

Вакуумные системы могут быть использованы как в новых, так и в исторических районах. Внедрение этой технологии на этапе проектирования жилых комплексов или общественных зданий способствует более рациональному распределению пространства. Однако для проверки и при необходимости корректировки работы системы рекомендуется предварительно разместить её в районе, где функционирует готовая инфраструктура обращения с отходами.

#### Список использованных источников

- Концепция удаления отходов городского квартала [Электронный ресурс]: PortoPronto Режим доступа – [https://www.portopronto.ru/upload/presentations/AWCS\\_Residential\\_RU.pdf](https://www.portopronto.ru/upload/presentations/AWCS_Residential_RU.pdf).
- Постановление Правительства Москвы от 27.10.2020 № 1813-ПП Об утверждении Порядка накопления твёрдых коммунальных отходов (в том числе их раздельного накопления) на территории города Москвы и о внесении изменений в постановления Правительства Москвы от 24.02.2010 г. № 157-ПП и от 28.11.2017 № 915-ПП (с изм. на 10.12.2024 г.).
- Распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга от 01.07.2022 № 371-р «Об утверждении Порядка накопления твёрдых коммунальных отходов (в том числе их раздельного накопления) на территории Санкт-Петербурга» (с изм. на 13.10.2022 г.).

4. Fernández, C.; Manyà, F.; Mateu, C.; Sole-Mauri, F. Approximate dynamic programming for automated vacuum waste collection systems. *Environ. Modell. Soft.* 2015, 67, 128–137.
5. Sustainable vacuum waste collection systems in areas of difficult access Dolores Hidalgo, Jesús M. Martín-Marroquín, Francisco Corona, Jose L. JuaristiCARTIF Technology Centre, Boecillo (Valladolid) 47151, Spain ITAP, University of Valladolid, Valladolid 47010, Spain ENVAC Iberia, Erandio (Vizcaya) 48950, Spain // *Tunnelling and Underground Space Technology* 81 (2018) 221–227.
6. Qing Liu, Yicun Chen, Wanjie Hu, Jianjun Dong, Bo Sun, Helan Cheng Underground logistics network design for large-scale municipal solid waste collection: a case study of Nanjing, China // *Sustainability*. 2023, 15, 28.

УДК 502.171:628.5:549.28

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД И ХВОСТОХРАНИЛИЩ

<sup>1</sup>*Н.М. Яковлев, <sup>2</sup>Т.В. Горюнова*

1) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург, Россия, s232309@stud.spmi.ru

2) ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Образующиеся в результате разработки месторождений сульфидных руд отвалы вскрышных пород и хвостохранилища представляют опасность для окружающей среды. Вымывание тяжёлых металлов из отходов горного производства приводит к загрязнению почв и водных объектов. Перспективным способом связывания тяжёлых металлов является микробная минерализация. В данной работе рассмотрен механизм микробиологического осаждения тяжёлых металлов и возможность его применения при рекультивации хвостохранилищ.

**Ключевые слова:** отвалы, хвостохранилища, тяжёлые металлы, микробная минерализация

## POSSIBILITY OF USING MICROBIAL MINERALIZATION OF HEAVY METALS IN THE RECLAMATION OF OVERBURDEN ROCK DUMPS AND TAILING DUMPS

<sup>1</sup>*N.M. Yakovlev, <sup>2</sup>T.V. Goryunova*

1) *Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia,*  
s232309@stud.spmi.ru

2) *Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The waste rock dumps and tailings dumps resulting from the development of sulphide ore deposits pose a danger to the environment. The leaching of heavy metals from mining waste leads to pollution of soils and water bodies. A promising method for binding heavy metals is microbial mineralization. This research examines the mechanism of microbiological precipitation of heavy metals and the possibility of its application in the reclamation of tailings dumps.

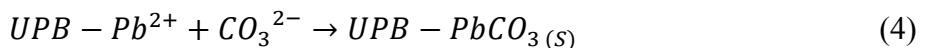
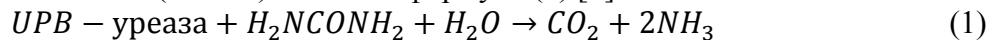
**Keywords:** dumps, tailings, heavy metals, microbial mineralization.

Горная промышленность является наиболее крупным источником образования отходов производства. Основными видами отходов являются вскрышные и вмещающие породы, а также хвосты обогащения полезных ископаемых. Под размещение отвалов вскрышных пород и хвостохранилищ отводятся большие территории, которые возможно использовать в сельскохозяйственных, лесохозяйственных или иных целях. Существует, также, опасность химического загрязнения компонентов окружающей среды. Когда отходы горного производства окисляются в окружающей среде, это может привести к образованию кислотного шахтного дренажа, что является наиболее серьёзной экологической проблемой, с которой сталкивается горнодобывающая промышленность [1]. Прежде всего данная

проблема возникает на предприятиях, разрабатывающих сульфидные руды (в основном – пиритные) [1]. «Сульфидные минералы, составляющие основную массу отходов, реагируя с осадками нейтральной среды, образуют сильнокислотный раствор. Кислая среда образующегося стока способствует переходу цветных металлов в подвижную форму, провоцирует миграцию цветных металлов в толщу хвостов и увеличение их концентрации с глубиной» [2]. Эти стоки инфильтруются в грунтовые воды, откуда попадают в реки и озёра, приводя к угнетению экосистем. Также, негативному воздействию подвергается растительность.

В ходе рекультивации отвалов и хвостохранилищ ведутся работы по предотвращению миграции тяжёлых металлов в окружающую среду. Традиционные способы предполагают изолирование отходов горного производства от воздействия атмосферных осадков и кислорода воздуха путём формирования водонепроницаемого экрана из глинистых пород или искусственных полимерных материалов. Возможно, также, применение реагентной обработки для связывания тяжёлых металлов. Однако, такие способы требуют больших расходов ресурсов. Альтернативным способом предотвращения миграции тяжёлых металлов в сопредельные среды является микробная минерализация. Её продукты представляют собой неорганические соединения, нерастворимые в воде или растворах слабых кислот, сохраняющие стабильность в течение длительного времени [3]. В ряде научных исследований сообщается о нескольких штаммах микроорганизмов, способных связывать тяжелые металлы. Например, бактерии, производящие уреазу (UPB), бактерии, производящие фосфатазу (PPB) или бактерии карбоангидразы (CAB) [3].

Каждый штамм минерализующих микроорганизмов использует свой субстрат. Например, субстратами UPB, PPB и CAB являются мочевина, моноэфиры фосфорной кислоты и диоксид углерода соответственно [3]. Механизмы осаждения тяжёлых металлов различными штаммами микроорганизмов могут варьироваться, но общий принцип заключается в том, что при взаимодействии с субстратом выделяемого микроорганизмом фермента образуются анионы, которые, затем, связывают тяжёлые металлы. Например, уреаза, выделяемая клеточной стенкой UPB, может гидролизовать одну молекулу мочевины с образованием одной молекулы  $CO_2$  и двух молекул  $NH_3$ , как показано в формуле (1) [3]. Растворение и гидратация  $NH_3$  приводят к увеличению  $pH$  раствора до 9–10, что способствует более лёгкому преобразованию  $CO_2$  в  $CO_3^{2-}$  по формуле (2) [3]. Отрицательно заряженная клеточная стенка UPB адсорбирует катион  $Pb^{2+}$  по формуле (3), после чего происходит его взаимодействие с анионом  $CO_3^{2-}$ , в результате которого образуется нерастворимый карбонат свинца ( $PbCO_3$ ) согласно формуле (4) [3].



Основным преимуществом микробной минерализации является автономность процесса. Правильно подобранное микробное сообщество способно к стабильному существованию без дальнейшего участия человека. Процесс микробной минерализации может осуществляться как на действующих, так и на рекультивируемых хвостохранилищах. В первом случае микробиологические препараты могут вноситься в пульпу перед сбросом в хвостохранилище. Во втором случае препараты можно подавать в тело хвостохранилища через подготовленные для этого скважины. Поскольку микробная минерализация является нетрадиционным способом осаждения тяжёлых металлов, её внедрение на конкретных объектах открывает возможности для проведения дальнейших исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FSRW-2023-0002) Фундаментальные

междисциплинарные исследования недр Земли и процессов комплексного освоения георесурсов).

Список использованных источников

1. Zeqiraj D., Seitaj B., Karamani E., Zeqo E., Vlashi K. A Novel Stochastic Approach for Modeling Acid Mine Drainage in Three Dimensions // Process Safety and Environmental Protection. 2023. pp. 1-43. DOI: 10.1016/j.psep.2023.11.019
2. Пашкевич М.А., Алексеенко А.В., Нуриев Р.Р. Формирование экологического ущерба при складировании сульфидсодержащих отходов обогащения полезных ископаемых // Записки Горного института. 2023. № 260. С. 155-167. DOI: 10.31897/PMI.2023.32
3. Xiaoniu Yu, Ningjun Jiang, Yang Yang, Haijun Liu, Xuecheng Gao, Liang Cheng. Heavy metals remediation through bio-solidification: Potential application in environmental geotechnics // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2023. Vol. 263. 115305. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2023.115305

## СЕКЦИЯ 3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 502.175(668.1)

### ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГОРОДЕ ЛОМЕ (ТОГО)

<sup>1</sup>*Ч. Аджусси*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г.  
Санкт-Петербург, Россия, theophaneadjoussi@yahoo.fr

*Аннотация.* Эта статья посвящена загрязнению окружающей среды в городе Ломе. Столица Того, Ломе является экономическим и политическим центром Того. Этот статус является причиной его очень быстрой урбанизации: здесь проживает 20% всего населения страны. Хотя эта урбанизация играет решающую роль в экономическом развитии страны, она не обходится без последствий для окружающей среды и здоровья человека. Таким образом, в этой статье освещается проблема загрязнения воздуха, которое является центральным фактором здравоохранения в Ломе.

*Ключевые слова:* Загрязнение воздуха, инфраструктура, урбанизация, население, Окружающая среда

### ENVIRONMENTAL QUALITY ASSESSMENT IN LOME CITY (TOGO)

<sup>1</sup>*T. Adjoussi*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
theophaneadjoussi@yahoo.fr

*Abstract:* This article focuses on environmental pollution in the city of Lome. The capital of Togo, Lome is the economic and political center of Togo. This status is the reason for its very rapid urbanization: 20% of the country's population lives here. Although this urbanization plays a decisive role in the country's economic development, it does not come without consequences for the environment and human health. Therefore, this article highlights the problem of air pollution, which is a central factor in health in Lome.

*Keywords:* Air pollution, infrastructure, urbanization, population, Environment

Того — государство в западной Африке площадью 56 600 км<sup>2</sup> и населением 8 095 498 человек. Ломе является экономической столицей, в нем проживает чуть более 20% населения Того, или 2 188 376 жителей. Став столицей Того 6 марта 1897 года, Ломе является крупнейшим торговым и административным центром Того [1]. Быстрая урбанизация этого города с 1990-х годов породила экологические вопросы, требующие осмысления взаимоотношений человека и окружающей среды в контексте глобального экологического кризиса [2]. Одной из причин загрязнения воздуха в городе Ломе является транспортный сектор. Действительно, в городе имеется диверсифицированная транспортная система, но он сталкивается со значительными проблемами в плане перегруженности, безопасности дорожного движения и городской мобильности, что связано с быстрой урбанизацией региона. Транспортная инфраструктура Ломе характеризуется густой сетью автодорог, современным морским портом, международным аэропортом и развивающейся сетью железных дорог.

Автомобильный транспорт является наиболее распространенным видом транспорта в Ломе, особенно для перевозки людей и грузов. Дорожная сеть состоит из основных дорог, соединяющих Ломе с другими городами Того, а также второстепенных дорог, обслуживающих отдаленные районы и деревни. Большую часть поездок в Ломе осуществляют автомобильный транспорт, при этом преобладают личные автомобили, такси и

автобусы. В связи с быстрой урбанизацией региона рост населения и количества моторизованных транспортных средств не был пропорционален развитию дорог, что создало проблему дорожных заторов. Тем временем общественный транспорт бурно развивается благодаря появлению современных автобусов и систем массовых перевозок. Железнодорожная сеть Того ограничена и не играет существенной роли в транспортной системе Ломе; оно ограничивается перевозкой грузов. В этих условиях становится очевидным, что городская мобильность представляет собой серьезную проблему в Ломе. Рост населения, быстрая урбанизация и отсутствие эффективной транспортной инфраструктуры приводят к заторам и затруднению передвижения по городам. Одним из последствий такой загруженности является загрязнение воздуха в черте города.

Было отмечено, что воздействие в четыре-пять раз превышает стандарт Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) в  $10 \text{ мкг}/\text{м}^3$  (микрограммов на кубический метр воздуха). Таковы результаты первого исследования загрязнения воздуха в тоголезской столице, проведенного в 2019–2021 годах коллективом исследователей из Обсерватории Земли Ламонта-Доэрти при Колумбийском университете в США и Университета Ломе [3]. По словам соавтора Дэна Вестервельта из Нью-Йоркского университета, проведение этого исследования, пусть даже частичного, в Ломе направлено на восполнение пробела в данных о загрязнении, которое, тем не менее, по данным ВОЗ, остается фактором смертности в мире.

Данных о загрязнении воздуха в Ломе очень мало (если они вообще есть), несмотря на то, что это большой город. Источниками загрязнения воздуха являются выхлопные газы автомобилей и мотоциклов, пыль с грунтовых дорог, сжигание отходов и топлива, несанкционированные свалки, выбросы при приготовлении пищи и угольные электростанции [3]. К этому следует добавить харматтан (сухой пыльный ветер, дующий через Сахару с декабря по февраль), который за последние годы увеличил среднюю локальную концентрацию  $\text{PM } 2,5$  (мелких частиц) на 58% [3]. Это загрязнение имеет серьезные последствия для населения. Потому что даже если в Того имеется национальная политика в области охраны окружающей среды, включая программу мониторинга качества воздуха, этого считается недостаточно. Более того, в 2019 году ВОЗ объявила о более чем 8000 преждевременных смертях в Того из-за воздействия чрезмерно загрязненного воздуха [3]. Для решения проблем, связанных с загрязнением атмосферы в Ломе, необходимо устранить источники выбросов. Конкретно, необходимо создать эффективные системы переработки отходов для ликвидации несанкционированных свалок в городских районах. Дорожное покрытие и его обслуживание также являются важным фактором ограничения пылевого загрязнения. Стимулирование использования электромобилей и гибридных транспортных средств также позволит сократить и ограничить загрязнение в Ломе, и в этом смысле на уровне налоговых служб также принимаются меры по отмене налога на добавленную стоимость (НДС) на электромобили и гибридные транспортные средства, использование которых поощряется правительством. Также необходимо обеспечить механизм оповещения и прогнозирования качества воздуха, чтобы предоставить населению информацию, которая может помочь ему снизить воздействие частиц, особенно в периоды интенсивного харматана.

#### Список использованной литературы

1. Национальный институт статистики и экономических и демографических исследований Того, Национальный статистический ежегодник 2022.2023.27-34.
2. Маргерат Ю., Урбанизация черной Африки и ее последствия // Справочник Университета Бенина. - 1992, Т. 12, Н. 1.С. 135-144.
3. Бламе Экуэ. Отчеты единодушны: загрязнение воздуха в африканских городах за последние годы ухудшилось. В Того пришло время начинать // Le Point.-2023. URL: [https://www.lepoint.fr/afrique/lome-la-pollution-de-l-air-un-fleau-invisible-01-10-2023-2537618\\_3826.php#11](https://www.lepoint.fr/afrique/lome-la-pollution-de-l-air-un-fleau-invisible-01-10-2023-2537618_3826.php#11).

## БИОИНДИКАЦИЯ ВОД Р. ОХТА С ПОМОЩЬЮ БИОТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ ЗА 2018 И 2022 Г.

*<sup>1</sup>A. Aristova, <sup>1</sup>M. Sherstobitova*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

*Аннотация.* Проведена оценка качества вод р. Охта в 2018 и 2022 гг. по макрозообентосу с помощью биотических индексов.

*Ключевые слова:* Охта, макрозообентос, биоиндикация, биотические индексы.

## BIOINDICATION OF THE OKHTA RIVER WATERS USING BIOTIC INDICES FOR 2018 AND 2022

*<sup>1</sup>A. Aristova, <sup>1</sup>M. Sherstobitova*

*1) The Russia State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia*

*Abstract.* The water quality of the Okhta River was assessed in 2018 and 2022 for macrozoobenthos using biotic indices.

*Keywords:* Okhta, macrozoobenthos, bioindication, biotic indices.

В современном мире активно идут процессы индустриализации, влекущие за собой рост антропогенного давления человека на водные объекты [1]. Состояние р. Охты описывается как неблагополучное в целом ряде работ [2–9]. Состав сообществ гидробионтов в т.ч. зообентоса может меняться в зависимости от степени загрязнения. Поэтому целью данной работы стала оценка экологического состояния р. Охты по характеристикам макрозообентоса.

Исходные данные были получены в ходе практики студентов экологического факультета РГГМУ в летний период 2018 и 2022 г. на станциях мониторинговой сети университета на р. Охте [4]. Были рассчитаны индексы сапробности по Р. Пантле и Г. Букка, индекс сапробности М.В. Чертопруды, индекс видового богатства Маргалефа, Индекс Вудивисса (индекс ТВИ), олигохетный индекс Гуднайта и Уитли, индекс BMWP (Biological Monitoring Working Party Index) и его модификация индекс ASPT (Average Score Per Taxon) [9].

Индекс Ковнацки позволяет определить доминирующий вид, им является *Limnodrilus hoffmeisteri*. Индекс Маргалефа говорит о постоянстве биологического разнообразия реки. Индекс Шеннона – о низком биоразнообразии на ст. О-11 в 2018 г., а в 2022 г. на станции О-1 и О-9. Эти индексы говорят о среднем уровне биоразнообразия, за оба года выравненность среди станций практически не изменилась.

С помощью индекса Гуднайта и Уитли оценивается состояние водотока по сапробности. Качество вод в 2022 г. улучшилось, однако воды характеризуются как “загрязненные” или “умеренно загрязненные” органическими в-вами.

Индекс Вудивисса показывает ухудшение качества вод по течению реки в оба года от альфа-мезасапробного до полисапробного с незначительным ухудшением в 2022 г. Стоит также отметить, что показатели 2018 г. и 2022 г. в начале изученного участка демонстрируют схожие показатели, при этом река остается также “загрязненной”.

По индексу сапробности Чертопруды можно судить о значительном ухудшении качества вод до полисапробных на ст. О-1 до О-9, однако в конце участка характеризуются как альфа-мезосапробные.

Оценка по индексам BMWP и ASPT показывает, что состояние реки в целом тяжелое. По первому индексу в оба года качество воды характеризуется как низкое. В 2018 г. станции

О-8 и О-12 были оценены как воды невысокого качества, а по шкале ASPT как “прекрасного” и плохого состояния, в отличие очень плохого на других станциях.

Таким образом, экологическое состояние реки, в целом, сохранилось неблагополучным. Река характеризуется как “грязная” по некоторым параметрам оценки.

#### Список использованной литературы

1. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. СПб. 2020. 116.
2. Бажора А.И., Беляков В.П. Сезонные изменения экологического состояния река Охта: оценка по показателям бентоса // Вестник Государственной полярной академии. 2014. № 1 (18). 14-16.
3. Урусова Е.С. Оценка загрязненности реки Охта в пределах Санкт-Петербурга на основе применения интегральных кривых // Общество. Среда. Развитие. 2015, № 4. 171–175.
4. Гальцова В.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю. Экологический мониторинг состояния водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки// Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Материалы V Международной конференции. СПб.: РГГМУ. 2009. 55-56.
5. Зуева Н.В., Бобров А.А. Использование макрофитов в оценке экологического состояния малой реки (на примере реки Охты, Санкт-Петербург) // Биология внутренних вод. 2018. № 1. С. 45-54.
6. Зуева Н.В., Мостовая М.А., Лешукова А.И. Характеристики макрофитов в оценке качества воды малых рек Санкт-Петербурга // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. Сборник материалов международной конференции. 2011. 137-142.
7. Белякова А.М., Зуева Н.В. Оценка качества воды городской реки по гидрохимическим индексам (река Охта, Санкт-Петербург) // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2021. № 9. С. 72-84.
8. Зуева Н.В., Примак Е.А., Бабин А.В., Зуев Ю.А., Урусова Е.С. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга // География и природные ресурсы. 2021. Т. 42. № 2. 32-40.
9. Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю., Примак Е.А., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Степанова А.Б. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах. СПб. 2019. 140.

УДК [ 621.311.22:504.5](203)((470.23-25)

## ВЛИЯНИЕ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ТЭЦ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

*<sup>1</sup>А. Архангельский, <sup>1</sup>Е. Колесникова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, artem\_top45@vk.com*

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние выбросов Правобережной ТЭЦ на качество атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербург. Целью работы является оценка масштабов загрязнения, вызываемого выбросами предприятия. Проводится анализ существующих данных о выбросах основных загрязняющих веществ на протяжении нескольких лет. Результаты исследования позволяют установить связь между работой ТЭЦ и изменениями в качестве воздуха, а также определить динамику выбросов основных ЗВ в атмосферный воздух.

**Ключевые слова:** выбросы, загрязнение атмосферного воздуха, топливно-энергетический комплекс

## IMPACT OF THE PRAVOBEREZHNAYA CHPP ON AIR QUALITY IN ST. PETERSBURG

*<sup>1</sup>А. Архангельский, <sup>1</sup>Е. Колесникова*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, artem\_top45@vk.com*

*Abstract.* The article considers the impact of emissions of Pravoberezhnaya CHPP on the quality of atmospheric air in the city of St. Petersburg. The purpose of the work is to assess the scale of pollution caused by emissions of the enterprise. The existing data on emissions of the main pollutants for several years are analyzed. The results of the study allow to establish the relationship between the CHPP operation and changes in air quality, as well as to determine the dynamics of emissions of major pollutants into the atmospheric air.

*Keywords:* emissions, air pollution, fuel and energy complex

Проблема загрязнения атмосферного воздуха является одной из наиболее актуальных экологических проблем современности, особенно в крупных городах [1, 2]. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) играют важную роль в обеспечении городов электро- и тепловой энергией, однако их работа неизбежно сопровождается выбросами загрязняющих веществ в атмосферу. Санкт-Петербург, являясь крупным мегаполисом с развитой промышленностью, не является исключением. Правобережная ТЭЦ (ТЭЦ-5), одна из крупнейших в городе, оказывает существенное влияние на экологическую обстановку в прилегающих районах.

Правобережная ТЭЦ – предприятие энергетической отрасли Санкт-Петербурга, которое входит в состав Невского филиала ПАО «ТГК-1». Она считается одной из наиболее современных ТЭЦ города. Станция обеспечивает электроэнергией и теплом промышленные объекты, а также жилые и общественные здания Красногвардейского и Невского районов [3]. Основным видом топлива для Правобережной ТЭЦ является природный газ, как и для всех ТЭЦ в Санкт-Петербурге. В качестве резервного топлива может использоваться мазут. В 2022 году суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от ТЭЦ-5 составил – 3597,2 т/год [3], что соответствует примерно 5% от общего объема выбросов ЗВ от стационарных источников в Санкт-Петербурге. Загрязнение атмосферы объектами теплоэлектроэнергетики происходит в основном из-за выбросов оксидов углерода, оксидов азота, диоксидов азота и серы, которые образуются при сжигании органического топлива в котлах электростанций. Чтобы уменьшить негативное воздействие энергетики на окружающую среду, можно использовать несколько методов: 1) сократить количество сжигаемого органического топлива и улучшить его качество; 2) уменьшить образование вредных веществ и улавливать их, чтобы сократить выбросы в атмосферу; 3) снизить концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы за счёт рассеивания выбросов высокими трубами электростанций, более эффективного размещения станций, усиления контроля за выбросами и экологического управления режимами работы энергетических предприятий с использованием экологически чистых видов топлива [4].

В исследовании по выбросам от Правобережной ТЭЦ (рисунок 1) сравнивались данные за несколько лет, чтобы определить тенденцию к снижению выбросов. На основе представленного графика можно сделать следующие выводы: в период с 2008 по 2015 год наблюдалось значительное увеличение выбросов на 76 %, в связи с вводом в эксплуатацию второго энергоблока в 2013 году. В период с 2015 по 2020 год наблюдалось значительное снижение выбросов всех загрязняющих веществ, включая оксид азота, оксид углерода, диоксид азота и диоксид серы. С 2020 года выбросы стабилизировались на относительно низком уровне. При этом суммарный выброс загрязняющих веществ имеет тенденцию к небольшому росту, менее 1 %.

Полученные данные свидетельствуют о значительных изменениях в экологической обстановке за период с 2008 по 2022 год. Уменьшение выбросов может свидетельствовать о внедрении новых, более экологичных технологий на предприятии, а также о повышении эффективности очистки выбросов. В сфере теплоэнергетики Санкт-Петербурга, в частности на Правобережной ТЭЦ, с 2008 по 2022 год отмечается положительная тенденция к уменьшению негативного воздействия на окружающую среду.

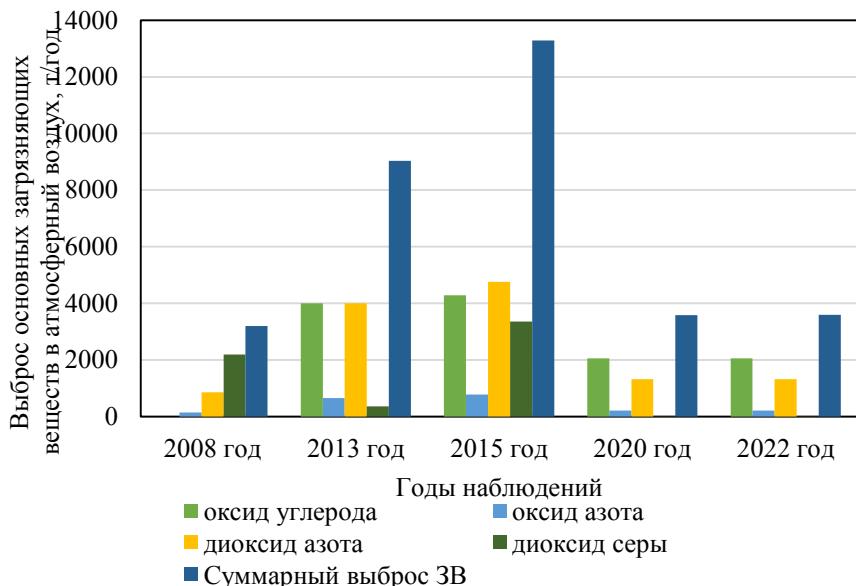


Рисунок 1 – Динамика выбросов основных загрязняющих веществ Правобережной ТЭЦ в воздухе Санкт-Петербурга

#### Список использованных источников

1. Колесникова Е.В., Музалевская А.А. Влияние автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха Санкт-Петербурга // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2024. № 1. 69–83. DOI: 10.15593/2409-5125/2024.01.05.
2. Алексеев Д.К., Примак Е.А., Канухина А.Ю., Виноградов Ф.В. Динамика зеленых насаждений в Санкт-Петербурге и климатические риски// Успехи современного естествознания. 2024. № 8. 6-11. DOI: 10.17513/use.38297.
3. Правобережная ТЭЦ [Электронный ресурс]: Территориальная генерирующая компания №1. URL: <https://www.tgc1.ru/production/complex/spb-branch/pravoberezhnaya-chpp/> (дата обращения: 03.03.2025 г.)
4. Перечень нормативных документов по охране окружающей среды [Электронный ресурс] // E-ecolog.ru. – 2022. – URL: <https://e-ecolog.ru/crc/78.01.05.000.T.001036.04.22> (дата обращения: 03.03.2025).
5. Авдеенко О.А., Лазарева Л.П. Влияние тепловых электростанций на окружающую среду (на примере Артемовской ТЭЦ), №75 / 2013 г.

УДК [551.510.42:502.2](571.122)«321/324»

## СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРА

*<sup>1</sup>Д. Бытотов*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г Санкт-Петербург, Россия, [bytotov36@gmail.com](mailto:bytotov36@gmail.com)*

*Аннотация.* В данной работе изучена сезонная изменчивость концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Ханты-Мансийского автономного округа - Югры. Рассмотрены несколько городов и уровень их загрязнения.

*Ключевые слова:* атмосфера, загрязняющие вещества, выбросы, анализ концентраций, ХМАО - Югра.

# SEASONAL VARIABILITY OF AIR POLLUTANT CONCENTRATIONS IN THE KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA

<sup>1</sup>*D.Bytotov*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, [bytotov36@gmail.com](mailto:bytotov36@gmail.com)

*Abstract.* In this work, the seasonal variability of concentrations of pollutants in the atmospheric air of Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Yugra. Several cities and their pollution levels are considered.

*Keywords:* atmosphere, pollutants, emissions, concentration analysis, KMAO - Yugra.

Атмосфера является одной из самых важнейших сред обитания человека и большинства живых организмов. Загрязнение атмосферного воздуха – одна из самых серьезных экологических угроз для здоровья человека и окружающей среды. Поэтому контроль качества атмосферного воздуха, особенно в крупных городах с высокой антропогенной нагрузкой, является актуальным на сегодняшний день[1, 2].

Целью работы являлось изучение сезонной изменчивости концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Ханты-Мансийского автономного округа - Югры. Для изучения степени загрязнения атмосферного воздуха были поставлены следующие задачи: сбор данных по концентрациям загрязняющих веществ за 2023 год по трем населенным пунктам ХМАО - Югра; обработка полученных данных по содержанию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе ХМАО - Югра; анализ концентраций исследуемых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рассматриваемого района; выявление наиболее загрязненных городов по концентрациям загрязняющих веществ в исследуемом районе ХМАО - Югра.

В 2023 году мониторинг загрязнения атмосферного воздуха Ханты-Мансийского автономного округа – Югра осуществлялся на трех постах территориальной системы наблюдений в городах Нефтеюганск, Нижневартовск, Сургут [3]. В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями основной характеристикой для определения загрязнения атмосферного воздуха является предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества (далее – ПДК). Изучено распределение концентраций загрязняющих веществ зимний и летний периоды года.

Построены графики годового хода концентраций загрязняющих веществ, а также был сделан анализ степени загрязненности по трем населенным пунктам:

- наибольшие значения концентраций СО наблюдаются в г. Сургут, наименьшие у г. Нижневартовск. Превышений ПДК<sub>cc</sub> загрязняющего вещества не было отмечено;

- наибольшие значения концентраций NO<sub>2</sub> наблюдаются в г. Нижневартовск, наименьшие у г. Нефтеюганск. Превышений ПДК<sub>cc</sub> загрязняющего вещества не было отмечено;

- наибольшие значения концентраций формальдегида наблюдаются в г. Нижневартовск, наименьшие у г. Нефтеюганск. Превышения ПДК<sub>cc</sub> отмечены у г. Сургут и Нижневартовск;

- наибольшие значения концентраций PM2.5 наблюдаются в г. Нижневартовск, наименьшие у г. Сургут. Превышений ПДК<sub>cc</sub> загрязняющего вещества не было отмечено.

Повышение уровня загрязнения атмосферного воздуха может быть обусловлено с большим количеством производственным предприятий.

В зимний период при низких температурах промышленные предприятия и автотранспорт потребляют большее количество топлива для обогрева, чем летом, поэтому гораздо интенсивнее происходит выброс примесей в атмосферу.

Взвешенные вещества включают неорганическую пыль, золу, сажу, сульфаты, нитраты и другие твердые вещества. Они могут иметь как антропогенное, так и естественное происхождение (например, образовываться в результате почвенной эрозии). Они также образуются в результате сгорания всех видов топлива и при производственных процессах. В

зависимости от состава выбросов они могут быть и высокотоксичными, и почти безвредными. Вдыхаемые твердые частицы влияют как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счет токсического воздействия входящих в состав частиц различных компонентов [4].

Повышенные значения загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах Югры в основном фиксируются в периоды неблагоприятных метеорологических условий (зимой в морозную, безветренную погоду) и при усилении фотохимических процессов (летом в солнечную, жаркую погоду, при лесных пожарах), способствующих накоплению вредных примесей в приземном слое атмосферы. Это связано с тем, что территория автономного округа по совокупности климатических параметров (мощности и интенсивности приземных инверсий, повторяемости застоев воздуха) характеризуется повышенным потенциалом загрязнения атмосферы.

Таким образом, проанализировав годовой ход концентраций загрязняющих веществ за 2023 г., можно сделать следующие выводы: наименее загрязненным городом был Нефтеюганск. Сургут и Нижневартовск по уровню загрязнения находятся примерно на одном уровне. Если рассматривать загрязнение по веществам, то по оксиду углерода г. Сургут был более загрязненным, по формальдегиду – г. Нижневартовск. По диоксиду азота был менее загрязненный г. Нефтеюганск, а остальные города были на одном уровне по концентрации примесей.

#### Список использованных источников

1. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К. Влияние зеленых насаждений на динамику загрязнения воздуха в городах. Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2021. № 1. 58-73. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.01.05
2. Алексеев Д.К., Примак Е.А., Канухина А.Ю., Виноградов Ф.В. Динамика зеленых насаждений в Санкт-Петербурге и климатические риски// Успехи современного естествознания. 2024. № 8. 6-11. DOI: 10.17513/use.38297
3. Состояние окружающей среды [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://prirodnadzor.admhmao.ru> (дата обращения: 10.02.2025).
4. Изменение содержания загрязняющих веществ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ecopeterburg.ru> (дата обращения: 10.02.2025).

УДК 551.510.42:502.2:661.727.1

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ: НАКОПЛЕНИЕ И УДАЛЕНИЕ ИЗ АТМОСФЕРЫ

*<sup>1</sup>В. Громов*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, vasil-gro@yandex.ru*

*Аннотация.* Описана характеристика загрязняющего вещества формальдегид (HCOH). Его источники, методы образования и удаления из атмосферного воздуха.

*Ключевые слова:* формальдегид, источники загрязнения, химические реакции

## AIR POLLUTION BY FORMALDEHYDE: ACCUMULATION AND REMOVAL FROM THE ATMOSPHERE

*<sup>1</sup> V. Gromov*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, vasil-gro@yandex.ru*

*Abstract.* The characteristics of the pollutant formaldehyde (HCOH), its sources, methods of formation and removal from atmospheric air are described.

*Keywords:* formaldehyde, pollution sources, chemical reactions

Одной из основных причин смертности и заболеваемости во всем мире, по оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), является загрязнение атмосферного воздуха. Аэрогенной экспозиции химических веществ подвергается 9 человек из 10, что ежегодно приводит к 7 миллионам случаев смерти. Процессы формирования полей риска здоровью в городах изучены недостаточно [1,2]. Проблемы исследований в данной области связаны с необходимостью анализа и обобщения больших разнородных массивов данных о загрязнении атмосферного воздуха по всей территории города за многолетний период, а также исследований внутригодовой динамики концентраций загрязняющих веществ.

Одним из основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе является формальдегид. Его определением занимается большинство управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, входящих в государственную наблюдательную сеть лабораторий Росгидромета [3]. Формальдегид – это бесцветный газ с едким запахом, относящийся к веществам 2 класса опасности [4]. Кратковременное воздействие газа вызывает раздражение дыхательных органов и кожи. Длительное воздействие вызывает нарушение работы внутренних органов и раковые заболевания [5].

Формальдегид (HCOH, муравьиный альдегид) в городских районах занимает до 70-80% от всех карбонильных соединений. В среднем по стране наблюдается превышение концентраций формальдегида в воздухе в 3 раза относительно уровня ПДК<sub>с.с.</sub> (10 мкг/м<sup>3</sup>) [6].

Все источники поступления газа в атмосферу можно разделить на природные и техногенные. При этом, в каждой группе различают первичные и вторичные типы источников.

К *первичным источникам* относят прямое выделение формальдегида некоторыми растениями во время их цветения. Основными источниками такого типа являются нефтеперерабатывающие и топливозжигательные предприятия. В крупных городах на первое место по количеству выделяемого HCOH выходит автомобильный транспорт.

*Вторичное* образование HCOH в воздухе происходит за счет окисления органических соединений (рисунок 1). При этом концентрация формальдегида зависит не только от количества летучих органических соединений, но и от их разнообразия.

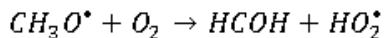
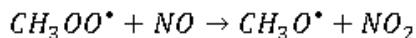
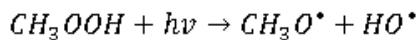
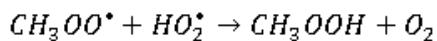
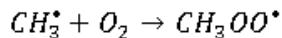
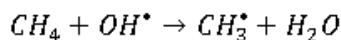


Рисунок 1 – Образование формальдегида из ЛОС.

Чаще всего подобные реакции протекают на основе метана (CH<sub>4</sub>). Метан поступает в воздух из следующих источников: месторождений нефти, газа и угля, мест разведения скота, крупных свалок.

В то же время формальдегид удаляется из воздуха путём *фотодиссоциации* и реакциями с *гидроксильными* или *нитратными* *радикалами* (рисунок 2). При высокой интенсивности солнечной радиации фрейм существования свободного формальдегида в

атмосфере может длиться несколько часов. При определённых условиях время существования увеличивается до 1 суток.

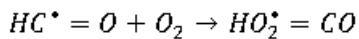
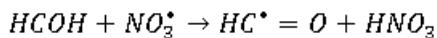
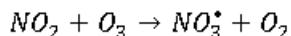


Рисунок 2 – Реакция HCOH с нитратным радикалом.

Существует большое количество источников формальдегида антропогенного и природного типов. HCOH также способен формироваться сразу в атмосфере в результате химических реакций между летучими органическими соединениями. Время существования свободного формальдегида не велико, т.к. под действием солнечных лучей газ легко реагирует с различными химическими соединениями и расщепляется. По этой причине на постах наблюдения ежедневно проводятся отборы проб воздуха на HCOH и расчет его концентрации.

#### Список использованных источников

1. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К. Влияние зеленых насаждений на динамику загрязнения воздуха в городах// Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2021. № 1. 58-73. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.01.05
2. Обзор состояния работ по мониторингу загрязнения атмосферного воздуха в 2022 году. Методическое письмо. [Электронный ресурс] URL: <http://voeikovmgo.ru/index.php/deyatelnost/publikacii/40-perechen-materialov-izdannykh-ggo> (дата обращения: 01.03.2025)
3. Халиков И.С. Формальдегид в атмосферном воздухе: источники поступления и пути удаления // Экологическая химия. 2019. 28(6). С. 307-317.
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 01.03.2025)
5. Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2022 г. [Электронный ресурс] URL: <http://voeikovmgo.ru/index.php/deyatelnost/publikacii/40-perechen-materialov-izdannykh-ggo> (дата обращения: 01.03.2025)

УДК [556.535.8:556.114](282.247.21)«2024»

## КАЧЕСТВО ВОД РЕКИ ОХТЫ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ИЮНЕ 2024 ГОДА

<sup>1</sup>А. Дугина, <sup>1</sup>А. Лукьянчук

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, [dugina.alya@inbox.ru](mailto:dugina.alya@inbox.ru)

**Аннотация.** Целью работы является оценка качества речных вод Охты в черте города, от Охтинского водохранилища до устья, по гидрохимическим характеристикам. Проанализированы следующие гидрохимические и гидрофизические показатели: цветность, водородный показатель, электропроводность, содержание растворенного кислорода, БПК<sub>5</sub>, концентрации азота нитритного, азота нитратного, азота аммонийного, фосфор фосфатов и содержание нефтепродуктов. Были обнаружены превышения ПДК по БПК<sub>5</sub>, азоту нитритному, нефтепродуктам и наблюдался дефицит растворенного кислорода. При оценке качества вод сделан вывод о высокой загрязненности реки Охты на исследуемом участке.

**Ключевые слова:** качество вод, малые реки, Санкт-Петербург, экологическое состояние.

# OKHTA RIVER WATER QUALITY BY HYDROCHEMICAL INDICATORS IN JUNE 2024

*<sup>1</sup>A. Dugina, <sup>1</sup>A. Lukyanchuk*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, dugina.alya@inbox.ru*

*Abstract.* The aim of the work is to assess the quality of river waters of the Okhta River within the city limits, from the Okhta Reservoir to the mouth, based on hydrochemical characteristics. The following hydrochemical and hydrophysical indicators were analyzed: color, hydrogen index, electrical conductivity, dissolved oxygen content, BOD<sub>5</sub>, concentrations of nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, phosphate phosphorus and oil product content. Exceedances of the MAC for BOD<sub>5</sub>, nitrite nitrogen, oil products were detected, and a deficit in dissolved oxygen was observed. When assessing the quality of water, a conclusion was made about the high pollution of the Okhta River in the studied area.

*Key words:* water quality, small rivers, Saint Petersburg, ecological state.

Малые реки занимают важное место в гидрологической сети города Санкт-Петербурга и именно в городской черте они подвергаются наибольшему антропогенному воздействию. Одной из наиболее загрязненных рек города является река Охта [1, 4]. Таким образом, целью работы является оценка качества вод реки Охты по гидрохимическим показателям в июне 2024 года.

Объектом исследования выступает участок реки Охты в пределах городской черты от Охтинского водохранилища до устья. Предметом служат результаты гидрохимических и гидрофизических наблюдений, проведенных на 13 станциях в летний период.

Река Охта крупнейший правый приток реки Невы в черте города. Длина Охты от истока до устья составляет 90 км, из них 9 км река протекает в городе, площадь водосбора – 768 км<sup>2</sup> [2]. Река зарегулирована Охтинским водохранилищем, оно влияет на уровень и расход воды в реке, в нижнем течении влияние оказывает река Нева.

Наблюдения проводились на практике студентов экологов РГГМУ. Обследовано 13 станций. Были определены следующие параметры: цветность, pH, электропроводность, содержание растворенного кислорода, БПК<sub>5</sub>, концентрации азота нитритного, азота нитратного, азот аммонийного, фосфор фосфатов и содержание нефтепродуктов.

Воды реки Охты по водородному показателю относятся к нейтральным. По характеристике цветности воды – к высокой и очень высокой цветности. По минерализации воды слабоминерализованные.

Норматив по содержанию растворенного кислорода не выполнялся на 8 станциях, на 5 других станциях выполняется, но концентрации кислорода были невысоки. Концентрации растворенного кислорода принимают максимальные значения в начале исследованного участка реки, после прохождения плотины. Далее концентрации кислорода в целом снижаются, достигая минимума на станциях 5 и 6, после 4 станции происходит увеличение концентраций и на станции 1 в устье Охты составляет 6,21 мг/л – т.е. норматив по содержанию кислорода в водных объектах уже выполняется. По классификации содержания растворенного кислорода в летний период воды относятся к 4 классу качества – «грязные».

По показателю БПК<sub>5</sub> превышения предельно допустимых концентраций наблюдается на всех станциях, что говорит о загрязненности, связанной с высоким содержанием легкоокисляемых органических соединений.

По биогенным соединениям превышение ПДК наблюдалось по азоту нитритному на всем обследуемом участке реки, на 4 первых станциях от Охтинского водохранилища по азоту аммонийному. По азоту нитратному, фосфор фосфатов превышений не обнаружено. На станциях 1, 3, 5, 10 было превышение ПДК по нефтепродуктам.

По данным Ежегодника о качестве поверхностных вод в 2023 году качество вод в реке Охта в створах г. Санкт Петербург относились к 4-ому классу качества – «грязные» [5]. Что соответствует наблюдениям, проведенным в ходе практики в летний период 2024 г.

### Список использованных источников

1. Зуева Н.В., Примак Е.А., Бабин А.В., Зуев Ю.А., Урусова Е.С. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга // География и природные ресурсы. 2021. № 2. С. 32-40. DOI: 10.15372/GIPR20210204.
2. Фураева Д.И., Урусова Е.С. Оценка загрязненности реки Охта в летний период // Метеорологический вестник. 2017. №1. С. 52-60.
3. Белякова А.М., Зуева Н.В. Оценка качества воды городской реки по гидрохимическим индексам (река Охта, Санкт-Петербург) // Труды Карельского научного центра РАН. 2021. №9. С. 72-84. DOI: 10.17076/lim1458.
4. Гальцова В.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю. Экологический мониторинг состояния водных экосистем в условиях антропогенной нагрузки// Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Материалы V Международной конференции. СПб.: РГГМУ. 2009. 55-56.
5. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Поверхностные воды Карелии и Северо-Запада 2023: ежегодник / под редакцией М.М. Трофимчука / Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2024.596.

УДК [556.535:556.114)(470.23]«322»

## ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ЛУБЬИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

<sup>1</sup>*E. Евстратова*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, *Liza\_Fox\_17@mail.ru*

*Аннотация.* По результатам гидрохимического исследования реки Лубьи (25.06.2024) был определен нейтральный уровень pH (6.9-7.5), убывающая от истока к устью цветность (125-69 Pt-Co) и возрастающая электропроводность (158.3-450.0 мкСм/см), что указывает на повышенную минерализацию в черте города и после плотины. Отмечены неблагоприятные кислородные условия (мин. 3.94 мг/л) в устье и превышение ПДК по БПК5 почти повсеместно. Содержание нитритов превышает норму на всех станциях, а аммония – на большинстве. Обнаружено превышение ПДК нефтепродуктов на нескольких участках. Загрязнение наиболее выражено в районе Всеволожска и Санкт-Петербурга из-за антропогенной нагрузки.

*Ключевые слова:* биогенные вещества, загрязнение, качество воды, Санкт-Петербург

## HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE LUBYA RIVER IN THE SUMMER PERIOD

<sup>1</sup>*E. Evstratova*

1) *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, Liza\_Fox\_17@mail.ru*

*Abstract.* Based on the hydrochemical study of the Lubya River (June 25, 2024), the water showed a neutral pH (6.9-7.5), decreasing color (125-69 Pt-Co), and increasing electrical conductivity (158.3-450.0  $\mu$ S/cm) from source to mouth, indicating elevated mineralization within the city limits and downstream of a dam. Unfavorable oxygen conditions (min. 3.94 mg/L) were noted at the river mouth, and BOD5 levels exceeded the permissible concentration limits (PC) almost ubiquitously. Nitrite content surpassed the standard at all sampling stations, while ammonium levels were above the permissible threshold at most locations, except for two. Oil product concentrations exceeded PC levels at several sites. Pollution was most pronounced in the areas of Vsevolozhsk and Saint Petersburg due to anthropogenic pressure.

*Keywords:* Nutrients, Pollution, Water quality, Saint-Petersburg

Цель данной работы заключается в выявлении основных загрязняющих веществ, влияющих на качество воды в реке Лубья в летний период 2024 года, и определении их пространственного распределения по течению реки. Отбор проб для гидрохимического

исследования реки Лубьи проходил 25.06.2024. Пробы на точках (рисунок 1) отбирали с мостов при помощи батометра Паталаса для дальнейшего анализа на цветность, содержание нефтепродуктов, нитритов, нитратов, аммоний-ионов, фосфатов, БПК5, определения уровня pH, содержания кислорода и электропроводности.

В соответствии с Приказом [1], для водоемов рыбохозяйственного назначения установлены следующие нормативы: для растворенного кислорода не менее 6.00 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, для азота нитритного (N/NO<sup>2-</sup>) не более 0.02 мг/дм<sup>3</sup>, для азота нитратного (N/NO<sup>3-</sup>) не более 9 мг/дм<sup>3</sup>, для аммоний-иона (NH<sup>4+</sup>) не более 0.5 мг/дм<sup>3</sup>, для Фосфора фосфатов (P/PO<sup>4-</sup>) не более 0.15 мг/дм<sup>3</sup>, для нефтепродуктов не более 0.05 мг/дм<sup>3</sup>, для БПК<sub>5</sub> не более 2.1 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Часть измеренных показателей не нормируется, но имеет значение при оценке состояния водотока. Так цветность Лубьи имеет общую тенденцию к уменьшению от истока к устью и варьируется от 125 до 69 Pt-Co. Значения pH изменяются от 6.9 до 7.5, то есть находятся в нейтральном диапазоне. Это показывает отсутствие сильнокислых и сильнощелочных соединений в воде. От содержания растворенных минеральных веществ, то есть минерализации, напрямую зависит электропроводность воды. По данным измерений, значения электропроводности существенно вырастают от истока к устью. Они изменяются от 158.3 до 450.0 мкСм/см, причем самое стремительное возрастание происходит от точки л9 до точки л8(158.3–358.0). Минерализация возрастает после плотины (л8) и в черте города (точки л3 и л1).

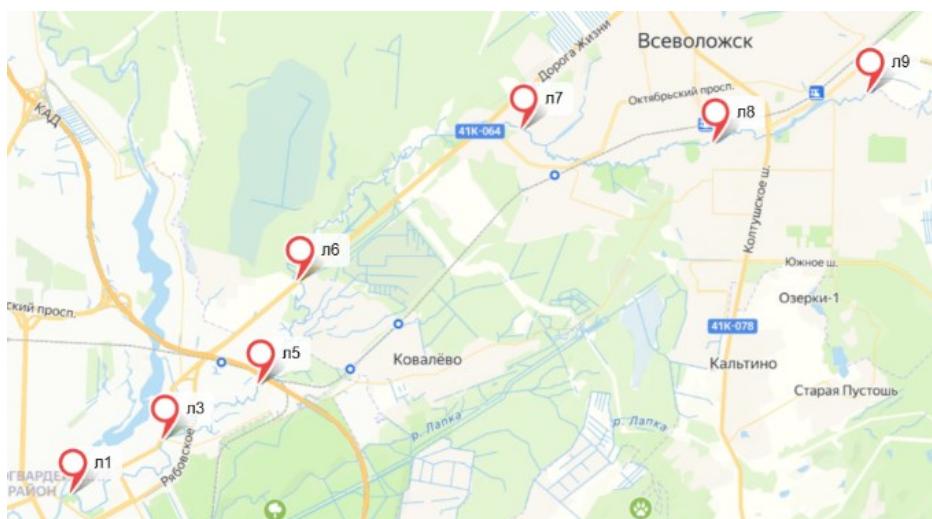


Рисунок 1 – Карта точек отбора проб на р. Лубья в 2024 г.

Важным фактором нормального функционирования водных экосистем является содержание кислорода в воде. На трех станциях (л8, л3, л1) наблюдаются неблагоприятные кислородные условия, то есть концентрация здесь ниже норматива, причем минимальное значение 3.94 мг/л наблюдается в устьевой зоне. Показатели БПК5 также, почти повсеместно, не соответствуют требованиям, единственным местом, в котором значения не превышают значение ПДК, является точка отбора проб л6.

Еще одним из важнейших показателей качества воды является количество содержащихся в ней биогенных соединений. В данной работе были проведены анализы содержания нитритов, нитратов, аммония и фосфатов. Максимальное допустимое содержание нитритов в природных водах составляет 0.02 мг/л. В Лубье содержание нитритов имеет тенденцию к возрастанию от истока (0.021 мг/л) к устью (0.10 мг/л) и на всех станциях значение ПДК превышено. Содержание нитратов в реке в норме и изменяется от 0.16 до 0.51 мг/л, причем максимальные значения наблюдаются также на устьевой станции. Наибольшее

содержание аммония в реке наблюдается в верхнем течении на станциях л7–л9. Значения изменяются от 1.2 до 1.9 мг/л. В нижнем течении концентрации ниже – от 0.072 до 0.56 мг/л. При этом только вода лишь на 2 станциях удовлетворяет нормам: л5 и л6. Значения концентраций фосфатов находятся в пределах рыбохозяйственного норматива.

Серьезной проблемой является загрязнение нефтепродуктами. Их содержание в Лубье изменяется в диапазоне от 0.04 до 0.07 мг/л и превышает нормативы в точках л8, л7 и л1.

Проведя анализ проб воды реки Луби в летний период 2024 г., можно сделать вывод, что самые загрязненные участки реки расположены в пределах Всеволожска и Санкт-Петербурга, поскольку в этих местах река испытывает сильную антропогенную нагрузку. Результаты работы хорошо согласуются с данными предыдущих исследований [2–4]. Однако они позволили получить более развернутую картину пространственной динамики загрязненности водотока.

#### Список использованных источников:

1. Приказ министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 13 июня 2024 года)
2. Алексеев Д.К., Шелутко В.А., Зуева Н.В., Колесникова Е.В., Урусова Е.С., Примак Е.А. Результаты исследований в области прикладной и системной экологии в РГГМУ // Гидрометеорология и экология. 2020. № 60. 306-324. DOI: 10.33933/2074-2762-2020-60-306-324
3. Зуева Н.В., Примак Е.А., Бабин А.В., Зуев Ю.А., Урусова Е.С. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга // География и природные ресурсы. 2021. Т. 42. № 2. 32-40. DOI: 10.15372/GIPR20210204
4. Урусова Е. С., Фураева Д. И. Высокие и экстремально высокие уровни загрязнённости реки Охта и её притоков в летний период // Сборник научных трудов конференции «Северная Пальмира» (22–23 ноября 2018 г.). СПб: НИЦЭБ РАН, 2018. 121-125.

УДК [556.535.8:556.114](204)(470.23)«2024»

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

*<sup>1</sup>I. Засим*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, i.zasim@eco.rshu.ru*

**Аннотация.** В исследовании описаны состав и разнообразие гидробиологических показателей водных объектов Ленинградской области, включая город Санкт-Петербург. В составе зоопланктона выявлены 59 видов, для зообентоса выявлены 99 видов. В составе обнаружены виды индикаторы α и β-мезосапробных условий. Результаты данного исследования могут использоваться для своевременного выявления негативных процессов, влияющих на качество вод и состояние водоемов Санкт-Петербурга.

**Ключевые слова:** гидробиологические характеристики, зоопланктон, макрозообентос, Санкт-Петербург.

## ASSESSMENT OF THE QUALITY OF WATER OF THE RIVERS OF ST. PETERSBURG AND LENINGRAD REGION BASED ON HYDROBIOLOGICAL DATA

*<sup>1</sup>I. Zasim*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, i.zasim@eco.rshu.ru*

*Abstract.* The study describes the composition and diversity of hydrobiological indicators of water bodies in the Leningrad Region, including the city of St. Petersburg. 59 species were identified in the zooplankton, 99 species were identified for zoobenthos. The composition includes species that are indicators of  $\alpha$  and  $\beta$ -mesosaprobic conditions. The results of this study can be used for the timely detection of negative processes that affect the quality of water and the state of water bodies in St. Petersburg.

*Keywords:* hydrobiological characteristics, zooplankton, macrozoobenthos, Saint Petersburg.

Состояние донных и планктональных сообществ в малых и средних речных водотоках является индикатором антропогенного воздействия и экологической обстановки на территории населённых пунктов. Анализ функционирования речных систем в силу их динамичности невозможен без исследования их фауны. Гидробиологический анализ, в частности изучение отдельных элементов биоты реки – зоопланктона и макрозообентоса, является обязательным звеном комплексного исследования экосистемы водного объекта [1–3].

Цель исследования – определение качества вод ряда рек Санкт-Петербурга и Ленинградской области по характеристикам макрозообентоса и зоопланктона.

В основу работы легли материалы, собранные в осенний период 2021 года на 26 реках, протекающих по территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Обследованы 5 средних рек: Оредеж, Тосна, Нева, Луга, Охта; и 20 малых: Ковиши, Черная (исток р. Ковиши), Шингарка, Стрелка, Дудергофка, Лиговский канал, Кикенка, Дудергофский канал, Суида, Попова Ижорка, Славянка, Кузьминка, Веревка, Парица, Обводный канал, Фонтанка, Малая Невка, Малая Нева, Большая Невка, Большая Нева. Отбор и обработку проб зоопланктона и зообентоса проводили в соответствии с методическими рекомендациями по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах [4].

В зоопланктона рек Санкт-Петербурга и Ленинградской области было выявлено 59 видов из трёх систематических групп: 28 (47%) – коловратки (Rotifera); 21 (36%) – ветвистоусые ракообразные (Cladocera); 10 (17%) – веслоногие ракообразные (Copepoda) (рис. 1) [5].

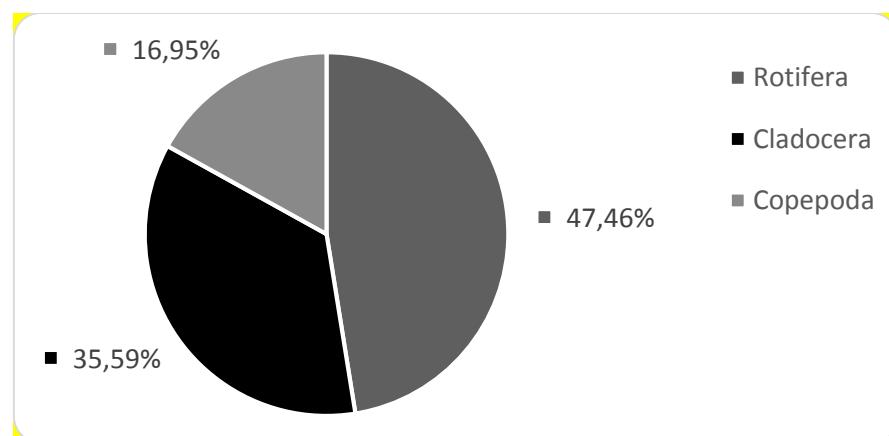


Рисунок 1 – Доля встречаемости основных таксономических групп зоопланктональных организмов в исследуемых водных объектах

В группе донных беспозвоночных установлено 90 видов, включающих виды: Oligochaeta – 28, Mollusca – 10, Chironomidae – 24; амфибиотические насекомые: личинки Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Heteroptera, Diptera (кроме Chironomidae) – 29; а также 8 видов относящихся к прочим таксономическим группам (рис. 2) [5].

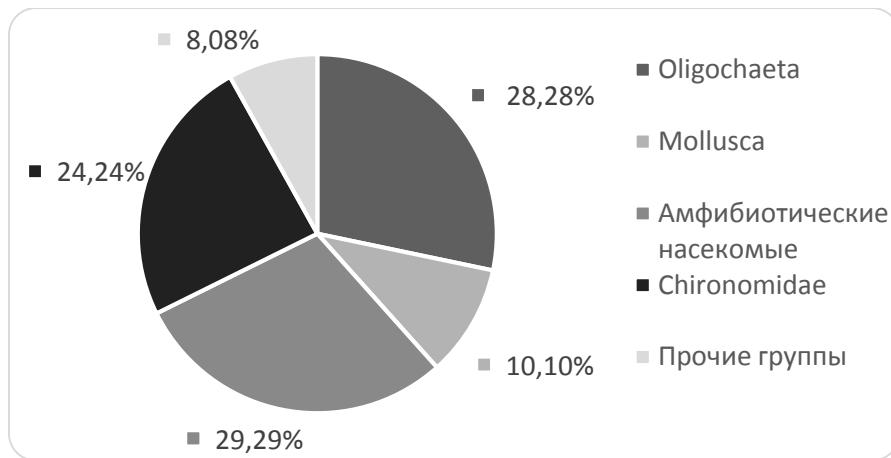


Рисунок 2 – Доля встречаемости основных таксономических групп бентосных организмов в исследуемых водных объектах. Примечание: Амфибиотические насекомые: личинки Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Heteroptera, Diptera (кроме Chironomidae).

Таксономический состав каждого из водотоков сформирован в соответствии с совокупностью особенностей экологических условий, связанных с природными и антропогенными факторами. Проведенные анализы проб зообентоса и зоопланктона выявили, что среди часто встречающихся видов в исследованных водных объектах преобладают  $\alpha$  и  $\beta$ -мезосапробы [1].

Данные, полученные в ходе исследования, могут быть использованы для изучения экологического состояния и биомониторинга водных объектов Ленинградской области и Санкт-Петербурга, а также для определения качества водной среды.

#### Список использованных источников

1. Зуева Н.В. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах: учебное пособие для высших учебных заведений // Н.В. Зуева, Д.К. Алексеев, А.Ю. Куличенко, Е.А. Примак, Ю.А. Зуев, Е.Ю. Воякина, А.Б. Степанова. СПб.: РГГМУ, 2019. 140.
2. Зуева Н.В., Примак Е.А., Бабин А.В., Зуев Ю.А., Урусова Е.С. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга // География и природные ресурсы. 2021. Т. 42. № 2. 32-40.
3. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы. СПб. 2020. 116.
4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. /Науч. ред. Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьева. Л.: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 1984. 33.
5. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.1. Зоопланктон / Отв. ред. В.Р. Алексеев, С.Я. Цалолихин. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.

УДК [504:911.375:551.583](470.23-25)

## РАЗВИТИЕ ВОДНО-ЗЕЛЕНОГО КАРКАСА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА КАК СПОСОБ АДАПТАЦИИ ГОРОДА К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

*<sup>1</sup>С. Зементов*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, zementovs@gmail.com*

*Аннотация.* Санкт-Петербург — один из крупнейших культурных и экономических центров России, известный своим уникальным архитектурным наследием и сложной системой водных путей.

Однако, как и многие другие крупные города, Петербург сталкивается с проблемами, вызванными изменением климата. Повышение уровня моря, учащающиеся наводнения, аномальная жара и усиление атмосферных осадков — лишь некоторые из тех факторов, которые угрожают стабильности городской среды. Одним из эффективных способов адаптации города к новым условиям является развитие водно-зеленого каркаса, представляющего собой сложную систему взаимосвязанных зеленых пространств и водных объектов. Этот доклад рассматривает значение водно-зеленого каркаса для Санкт-Петербурга, его роль в решении проблем, связанных с климатическими изменениями, а также действующие разработки и перспективы дальнейшего развития в данном направлении.

*Ключевые слова:* водно-зеленый каркас, регулирование, атмосфера, водный баланс, микроклимат

## DEVELOPMENT OF ST. PETERSBURG'S WATER-GREEN FRAME AS A WAY TO ADAPT THE CITY TO CLIMATE CHANGE

*<sup>1</sup>S. Zementov*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, zementovs@gmail.com*

*Abstract.* Saint Petersburg is one of the largest cultural and economic centers of Russia, known for its unique architectural heritage and complex system of waterways. However, like many other major cities, St. Petersburg is facing problems caused by climate change. Rising sea levels, increasing floods, heatwaves, and increased precipitation are just some of the factors that threaten the stability of the urban environment. One of the effective ways to adapt a city to new conditions is to develop a water-green frame, which is a complex system of interconnected green spaces and water bodies. This report examines the importance of the water-green frame for St. Petersburg, its role in solving problems related to climate change, as well as current developments and prospects for further development in this area.

*Keywords:* water-green framework, regulation, atmosphere, water balance, microclimate

Водно-зеленый каркас — это интегральная часть городской инфраструктуры, состоящая из природных и искусственных элементов, объединенных в единую сеть. Эта сеть включает в себя парки, скверы, лесопарки, водные объекты (реки, каналы, пруды), а также зеленые коридоры, связывающие эти элементы друг с другом. Основная цель водно-зеленого каркаса — обеспечение экологического баланса в городе, поддержание благоприятного микроклимата и защита от негативных воздействий климатических изменений.

В Санкт-Петербурге водно-зеленый каркас имеет особую значимость ввиду географического положения города на побережье Финского залива и наличия обширной сети рек и каналов. Городские зеленые зоны, такие как парковые ансамбли Летнего сада, Екатерининский сад, Юсуповский сад, Александровский парк и другие, составляют основу каркаса. Реки Нева, Фонтанка, Мойка и многочисленные каналы выполняют важные экологические функции, обеспечивая дренаж и регулирование водного баланса.

Одним из основных эффектов глобального потепления является повышение температуры воздуха, особенно в летний период. Зеленые насаждения и водные поверхности способствуют охлаждению воздуха, создавая комфортные условия для проживания. Деревья снижают температуру за счет тени и испарения влаги, а вода помогает поддерживать влажность и стабилизирует температурные колебания. В условиях усиливающейся жары водно-зеленый каркас становится критически важным для улучшения качества жизни горожан.

Санкт-Петербург расположен ниже уровня моря, что делает его уязвимым перед угрозой наводнений. В сочетании с изменением климата и увеличением частоты сильных дождей этот риск возрастает. Водно-зеленый каркас помогает справляться с избытком воды, действуя как природный фильтр и резервуар. Зеленые зоны, такие как парки и леса, задерживают воду, препятствуя образованию паводковых потоков, а система каналов обеспечивает эффективный отвод излишков воды. Развитие биопозитивных дренажных систем и установка "зелёных" крыш также способствует управлению сточными водами.

Растительность в составе водно-зеленого каркаса играет ключевую роль в снижении уровня загрязнения воздуха. Деревья и кустарники поглощают углекислый газ и другие вредные вещества, выделяя кислород. Благодаря этому улучшается качество воздуха, снижается нагрузка на дыхательную систему горожан и уменьшается негативное воздействие загрязненной атмосферы на здоровье людей. В контексте увеличения числа автомобилей и промышленных предприятий эта функция приобретает особое значение.

Список использованных источников:

1. Иванов А.В., Смирнов С.А. Влияние изменения климата на экосистемы Санкт-Петербурга // Экологический вестник. №4.2019. 45–56.
2. Петров Г.И., Захарова М.Н. Разработка концепции водно-зеленого каркаса для мегаполисов России // Вестник городского планирования. №6. 2020. 23–31.

**УДК 556.535.8(282.256.1)**

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РЕКУ ОБЬ (ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ-ЮГРА)**

*<sup>1</sup>Л.Е. Зобнина, <sup>1</sup>И.А. Музыка, <sup>1</sup>Е.С. Урусова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, zobnina\_liudmila@bk.ru*

*Аннотация.* Приводятся результаты исследования материалов ежегодников о качестве поверхностных вод Российской Федерации, докладов об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, Томской области за период 2020-2023 гг. для реки Обь на пунктах в г. Сургут, г. Нижневартовск, с. Александровское. Изучены содержание и возможные превышения концентрации загрязняющих веществ в поверхностных водах реки Обь. Выявлены случаи высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод.

*Ключевые слова:* Обь, мониторинг, ПДК, УКИЗВ, антропогенное воздействие.

## **ANALYSING THE IMPACT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE OB RIVER (KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG-YUGRA)**

*<sup>1</sup>L.E. Zobnina, <sup>1</sup>I.A. Muzyka, <sup>1</sup>E.S. Urusova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, zobnina\_liudmila@bk.ru*

*Abstract.* The results of the study of materials of yearbooks on the quality of surface waters of the Russian Federation, reports on the environmental situation in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Yugra, Tomsk region for the period 2020-2023 for the Ob River at points in Surgut, Nizhnevartovsk, Alexandrovskoye village are given. The content and possible exceedances of pollutant concentrations in surface waters of the Ob River were studied. Cases of high and extremely high pollution of surface waters were identified.

*Keywords:* Ob River, monitoring, MPCs, UKIZV, anthropogenic impact.

Река Обь длиной 3650 километров образуется при слиянии рек Катунь, и Бия и является второй по длине рекой в России. Впадает Обь в Обскую губу Карского моря и является одной из крупнейших рек Арктического бассейна. Протекает по территории пяти регионов России: Алтайский край, Новосибирская область, Томская область, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ямало-Ненецкий автономный округ.

Ханты-Мансийский автономный округ является основным нефтегазоносным районом России и одним из крупнейших нефтедобывающих регионов мира, относится к регионам –

донорам и находится в числе лидеров по объему промышленного производства. Основные отрасли промышленности округа – топливная промышленность, электроэнергетика, лесная, деревообрабатывающая и деревоперерабатывающая промышленность. Водные ресурсы округа представлены речной сетью, озерами, искусственными водоемами, а также болотами.

В 2022 г. вода р. Обь в пункте г. Нижневартовск, створ 0,5 км выше г. Нижневартовска оценивалась 4-м классом качества, разрядом "а" ("грязная"); величина УКИЗВ составила 4,58. В пункте г. Нижневартовск, створ 5,8 км ниже г. Нижневартовска вода оценивалась 4-м классом качества, разрядом "а" ("грязная"); величина УКИЗВ составила 4,51. В пункте г. Сургут, створ 4 км выше г. Сургута вода оценивалась 4-м классом качества, разрядом "а" ("грязная"); величина УКИЗВ составила 4,39. В пункте г. Сургут, створ 22 км ниже г. Сургута вода оценивалась 4-м классом качества, разрядом "а" ("грязная"); величина УКИЗВ составила 4,58. В пункте с. Александровское, створ 1 км ниже с. Александровское вода оценивалась 4-м классом качества, разрядом "а" ("грязная"); величина УКИЗВ составила 4,22 [2, 3].

Природные воды автономного округа по значению рН в большинстве своём нейтральные или слабокислые; с низким содержанием солей (хлориды, сульфаты, фосфаты) и характеризуются чрезвычайно высоким содержанием металлов – железа, марганца, меди, цинка. Эти металлы обладают высокой миграционной способностью в ландшафтах кислого глеевого класса, поэтому интенсивно поступают из почвы в грунтовые воды и затем – в реки.

Поэтому отмечается несоответствие ПДК большого количества проб по таким показателям как рН, железо общее, марганец, цинк, медь и ионам аммония [1].

Превышения ПДК сульфатов, нитратов, ртути и хлоридов составляют менее 1% проб. Причинам и этого являются геохимические особенности таежных заболоченных ландшафтов со свойственной им кислой реакцией почв.

Характерной природной особенностью поверхностных вод автономного округа также являются значительные сезонные колебания гидрохимического состава. Максимальные значения показателей загрязнения достигаются в период зимней межени, когда низкие расходы и температура воды способствуют увеличению концентраций веществ [1].

Особую актуальность для оценки экологической ситуации в регионе представляют концентрации нефтепродуктов и хлоридов в поверхностных водах, которые характеризуют техногенные потоки загрязняющих веществ в районах нефтепромыслов.

За последние пять лет, доля проб, превышающих экологический норматив составляла около 3,5 - 5% в начале года. Любой случай превышения ПДК свидетельствует об интенсивном техногенном влиянии, представляющем угрозу для водных экосистем. Динамика снижения концентраций хлоридов в поверхностных водах отражает снижение негативного влияния нефтегазового комплекса на окружающую среду в результате усиления природоохранных мероприятий [1].

Функционирование локальных пунктов наблюдений территориальной системы обеспечивается предприятиями-недропользователями и Правительством автономного округа (координатор - Природнадзор Югры) [2].

#### Список использованных источников

1. Ежегодник-2022 «Качество поверхностных вод Российской Федерации» / Росгидромет, ФГБУ "Гидрохимический институт"; гл. ред. М. М. Трофимчук. Ростов-на-Дону, 2023. 613.
2. Доклад «Об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе - Югре в 2022 году» / Природнадзор Югры; Ханты-Мансийский ЦГМС - филиал ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС»; Филиал «Уральский региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология». Ханты-Мансийск, 2023.237.
3. Доклад «Об экологической ситуации в Томской области в 2022 году» / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области ОГБУ «Облкомприрода». Томск, 2023. 143.

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Р. ОККЕРВИЛЬ

*<sup>1</sup>Е. Казанина, <sup>1</sup>Д. Петров*

*1) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург, Россия, evakazanina1234@gmail.com*

*Аннотация.* В докладе рассмотрены результаты исследования экологического состояния реки Оккервиль, расположенной в городской черте Санкт-Петербурга. По результатам проведенных гидрохимических исследований проведен анализ экологического состояния водотока за последние пять лет. В докладе отмечены превышения нормативов качества по таким компонентам, как Al, Cu, Fe, Mn, Zn и аммонийному азоту, установлены основные источники загрязнения. В докладе приложены рекомендации по восстановлению водного объекта на основе полученных данных. Результаты исследования могут быть использованы для разработки природоохранных мероприятий и мониторинга состояния малых рек Санкт-Петербурга.

*Ключевые слова:* река Оккервиль, загрязнение рек в городской среде, гидрохимический анализ, оценка качества вод.

## ENVIRONMENTAL STATUS ASSESSMENT OF THE OKKERVIL RIVER

*<sup>1</sup>Е. Казанина, <sup>1</sup>Д. Петров*

*1) Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia,  
evakazanina1234@gmail.com*

*Abstract.* The report presents the results of a study of anthropogenic pollution of the Okkervil River in St. Petersburg, Russia. The study was conducted using hydrochemical analysis, which made it possible to assess the ecological state of the river over a five-year period. The report notes non-compliance with quality standards for several components, including Al, Cu, Fe, Mn and Zn, ammonium nitrogen. The report identifies the main sources of pollution and provides recommendations for restoring the quality of the water body based on the collected data. These results can be used to develop and implement measures to protect the environment of the river and other small water bodies in the city.

*Keywords:* The Okkervil River, pollution of rivers in the urban environment, hydrochemical analysis, assessment of water quality.

Малые реки играют ключевую роль в экосистемах урбанизированных территорий, выполняя важные функции, однако в текущих условиях они часто подвергаются значительному техногенному воздействию, что приводит к ухудшению их состояния.

Река Оккервиль, являясь притоком Невы второго порядка, испытывает серьезную нагрузку из-за сбросов промышленных и бытовых стоков, а также отсутствия системного мониторинга её состояния [1]. Несмотря на важность водной артерии, официальные гидрохимические съемки на ней не проводятся, что затрудняет оценку степени загрязнения и разработку мер по её восстановлению.

Отбор проб воды р. Оккервиль проводился в течение нескольких лет в створах на Уткином, Клочковом, Товарищеском, безымянном (д. Новосергиевка) мостах (рисунок 1). Пробы, отобранные в створе вблизи д. Новосергиевка принимаются за пробы воды с фоновыми концентрациями анализируемых элементов. С помощью метода индуктивно связанной плазмы был проведен количественный анализ на ряд элементов, а также аммоний-ион (колориметрия). Особый интерес вызывает содержание Al, Cu, Fe, Mn, Zn (таблица 1), поскольку по данным элементам были обнаружены превышения ПДК.

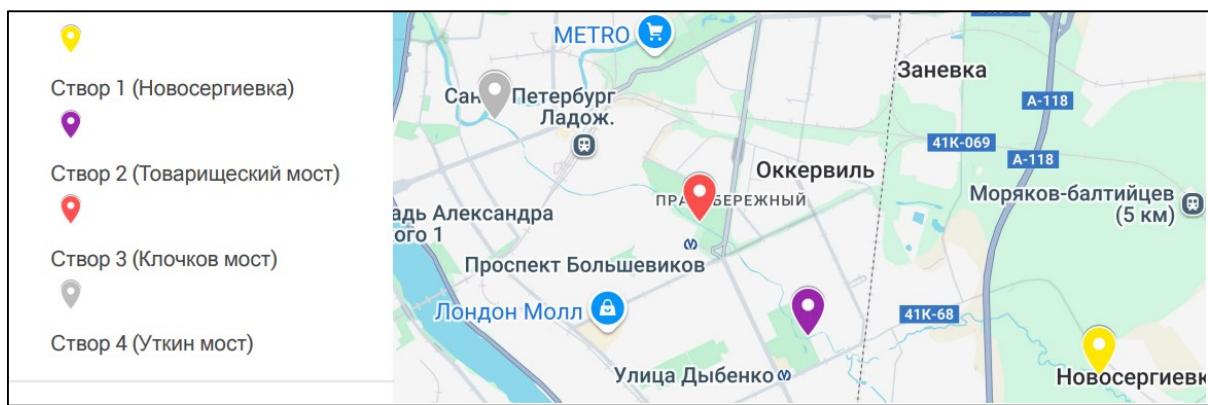


Рисунок 1 – Расположение четырёх контрольных створов на реке Оккервиль (материал авторов)

Существенное воздействие на гидроэкосистему оказывают сточные воды с Северной водопроводной станции ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», образующиеся при промывке фильтров (для осветления воды в качестве коагулянта используется сульфат алюминия) [4].

Превышения ПДК железа, марганца и, возможно, цинка в отобранных пробах связаны, преимущественно, с естественным поступлением элементов в водоток, поскольку повышенные концентрации железа и марганца характерны для болотистых ландшафтов.

Также в 2024 г. замечено превышение показателя аммонийного азота (не более 0,4 мг/л): на Уткином мосту в 3,4 ед. (1,34 мг/л), на Товарищеском мосту в 6,9 ед. (2,77 мг/л), ниже Клочкового моста в 60 ед. (24 мг/л) [2]. Экстремальные превышения в створе 3 вызваны сбросами хозяйствственно-бытовых сточных вод ФКУ «ИК №7».

Рекомендации: организация регулярного мониторинга, очистка русла и уборка прибрежных территорий, замена коагулянтов на Северной водопроводной станции, контроль сброса сточных вод, ликвидация источников загрязнения.

Таблица 1 – Результаты анализа проб воды, отобранных в контрольных створах р. Оккервиль (материал авторов)

Створ	Год анализа	Содержание компонента в пробе воды, мг/дм <sup>3</sup>				
		Al*	Cu*	Fe*	Mn**	Zn*
д. Новосергиевка	2024	0,043	0,0078	0,455	1,61	0,019
	2023	0,11	0,0092	0,763	2,36	0,0024
	2022	0,080	0,011	0,242	0,947	0,025
Товарищеский мост	2024	8,45	н/д	0,544	0,432	0,014
	2023	5,21	0,053	0,514	0,241	0,014
	2022	7,74	0,011	0,566	0,313	0,012
	2021	7,90	0,030	0,400	0,186	0,0071
Клочков Мост	2024	6,78	н/д	0,517	0,295	0,011
	2023	6,08	0,0073	0,713	0,442	0,018
	2021	4,42	0,029	0,781	0,607	0,014
Уткин мост	2024	4,30	н/д	0,910	0,230	0,011
	2023	5,17	0,0067	0,725	0,417	0,012
	2022	3,03	0,043	5,42	0,694	0,024
	2021	8,01	0,084	0,975	0,214	0,013
	2020	4,99	0,043	1,03	0,368	0,024
	2019	10,6	0,022	1,24	0,27	0,025

\* ПДК<sub>р/х</sub>, мг/дм<sup>3</sup>: Al – 0,04, Cu – 0,001, Fe – 0,1, Zn – 0,01 [2]. \*\* ПДК<sub>к.б.</sub>, мг/дм<sup>3</sup>: Mn – 0,01 [3]

#### Список использованных источников

- Поверхностные воды / Экологический портал Санкт-Петербурга. – URL: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=54> (дата обращения 31.01.2025).

2. Приказ Минсельхоза России N 552. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: дата введения 2016-12-13.
3. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: дата введения 2021-03-01. 1029 с.
4. Технологии очистки // Официальный сайт ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». – URL: [https://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/tehnologii\\_ochistki/](https://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/tehnologii_ochistki/) (дата обращения 22.02.2025).

УДК 504.5:629.331

## СУММАРНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВДОЛЬ ТРАССЫ Е-20 «НАРВА»

*А.М. Капитонова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, annakap.2002@mail.ru*

**Аннотация.** В работе была проведена оценка экологического состояния почвенного покрова вдоль трассы Е-20 «Нарва». Изучено валовое и подвижное содержание тяжелых металлов, рассчитан суммарный показатель загрязнения территории ( $Z_c$ ). Результаты расчетов коэффициента концентрации загрязнителей ( $K_c$ ) показали, что почвенный покров на исследуемых участках на расстоянии 5 метров от дорожного полотна слабо загрязнен тяжелыми металлами такими как цинк, медь, никель и кобальт. Загрязнение свинцом и кадмием оценивается как сильное. На расстоянии 50 и 150 метров значения  $K_c$  не превышают значений категории «слабое загрязнение». По суммарному показателю загрязнения почвенный покров на всех участках относится к категориям умеренно загрязненных и к допустимой категории загрязнения.

**Ключевые слова:** автотрасса, загрязнение почв, тяжелые металлы, химический состав, экологический мониторинг

## TOTAL POLLUTION OF SOIL COVER WITH HEAVY METALS ALONG THE E-20 "NARVA" ROAD

*A.M. Kapitonova*

*Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, annakap.2002@mail.ru*

**Abstract.** The ecological state of the soil cover along the E-20 "Narva" highway was assessed. The content of heavy metals was studied, and the total pollution index of the territory ( $Z_c$ ) was calculated. The results the pollutant concentration coefficient ( $K_c$ ) showed that the soil cover in the studied areas at a distance of 5 meters from the roadway is slightly polluted with heavy metals such as zinc, copper, nickel and cobalt. Pollution with lead and cadmium is assessed as strong. At a distance of 50 and 150 meters, the  $K_c$  values do not exceed the values of the "weak pollution" category. According to the total pollution index, the soil cover in all areas belongs to the permissible pollution category.

**Keywords:** highway, soil pollution, heavy metals, chemical composition, environmental monitoring

Транспортная инфраструктура и её развитие оказывают негативное влияние на природу и здоровье людей. Это проявляется в виде шумового загрязнения, ухудшения качества воздуха и нарушения природного ландшафта. Высокая интенсивность движения транспорта на автомагистралях приводит к выбросам вредных веществ в атмосферу, которые затем оседают на поверхности почвы и грунтов. И если атмосферный воздух и поверхностные воды относятся к числу сред с динамическими показателями, то почва является малоподвижной средой, в которой миграция поступающих элементов происходит медленно, что приводит к накоплению в почве загрязняющих веществ. Например, негативной

особенностью тяжелых металлов, накопленных в почве, является инертность изменений, то есть при отсутствии нового загрязнения уменьшение концентраций происходит очень медленно. Придорожные почвы загрязняются такими тяжелыми металлами автотранспортного происхождения, как цинк, молибден, никель, хром, при стирании тормозных колодок и при износе автопокрышек – кадмием, свинцом, молибденом, цинком [1]. Помимо этого, на придорожных участках скапливаются отработавшие газы, масла, топливо и тормозная пыль. Мусор, масляные пятна, шины и другие материалы, выброшенные вдоль дорог или сброшенные с автомобилей, также способствуют загрязнению окружающей среды. Металлическая и резиновая пыль, выделяющаяся в процессе движения автомобилей, может содержать токсичные вещества и оказывать негативное воздействие на почву. Поэтому вполне объяснимо обеспокоенность жителей районов, где находится много потенциально опасных транспортных объектов [2].

Трасса Е-20 «Нарва», ведущая от Санкт-Петербурга к российско-эстонской границе, относится к числу одной из самых загруженных дорог на северо-западе Ленинградской области. Вдоль трассы располагается значительное количество населенных пунктов, в том числе Красное Село, вошедшее в состав города Санкт-Петербург. В районе посёлка Алексеевка Кингисеппского района от трассы отходит ответвление к морскому порту Усть-Луга, который оказывает услуги по перевалке и дополнительной обработке большого количества категорий грузов [3].

Оценка загрязнения придорожной территории вредными веществами почве является актуальной темой исследования. Цель работы - оценить почвенное состояние участков придорожной зоны трассы Е20 «Нарва» выбросами автотранспорта.

Изучение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе проводилось при помощи портативного газоанализатора «Элан плюс» с мая по сентябрь. Отбор точечных почвенных проб проводился методом конверта по диагонали, на расстоянии 5 метра от дорожного полотна из слоя 0-10 см. а также на расстоянии 50 и 100 м от дороги. Образцы почв свежими доставляли в лабораторию для анализа. Анализ почвенных образцов на содержание тяжелых металлов проводился на основе нормативного документа РД 52.18.191-2018 [4]. Уровень химического загрязнения почв находили путем сопоставления содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в загрязненной почве с установленными предельно допустимыми и ориентировочно допустимыми концентрациями (ПДК и ОДК соответственно).

Установлено, что исследуемые участки трассы активно подвергались загрязнению веществами от деятельности автотранспорта. Изучение содержания валовой и подвижной формы некоторых тяжелых металлов показало, что в почвах и грунтах, прилегающих к трассе, содержатся концентрации, превышающие ПДК. В их число входят свинец (4,8 ПДК), цинк (8 ПДК), кобальт (3ПДК).

Суммарный показатель загрязнения участков исследования по содержанию тяжелых металлов в почве показал, что они находятся в категории от «умеренно опасная» до категории «допустимого загрязнения» почв тяжелыми металлами. По концентрации изученных тяжёлых металлов в почвах исследуемых участков расположились в следующий убывающий ряд: марганец > цинк > свинец > медь > кобальт > кадмий. Концентрация тяжелых металлов на всех изученных участках снижалась при удалении от дорожного полотна и была минимальной на расстоянии 100 метров от дороги. Исключением являлся марганец, концентрация которого возрастила при удалении от дороги, но это является нормой для дерново-подзолистых почв, содержащих в своем составе большое количество железомарганцевых конкреций.

Подводя итоги, можно отметить, что придорожная зона изучаемой трассы испытывает высокую антропогенную нагрузку, но в целом, состояние почвенного покрова удовлетворительное, не переходящая в категорию опасного загрязнения земель по содержанию тяжелыми металлами. Наибольшие концентрации загрязняющих веществ выявлены на расстоянии 5 метров от автодороги. Это объясняется тем, что большая часть

токсикантов, поступающих с выбросами автотранспорта, оседает в пределах 5-10 метров от дороги.

#### Список использованных источников

1. Дементьев А.А., Ляпкало А.А., Коновалов О.Е., Цурган А.М. Влияние автомобильного транспорта на качество жизни горожан, проживающих на разной удаленности от автомобильных дорог // Российский медико-биологический вестник им. Академика И.П. Павлова. 2016. №3. 67-73.
2. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2022 году/ Под редакцией А.В. Германа, И.А. Серебрицкого. СПб.: 2023. 226.
3. Радкевич М.В. Выявление значимости некоторых факторов, влияющих на загрязнение воздуха автомобильно-дорожным комплексом // Автомобильный транспорт. 2013. №32. 106-110.
4. Трасса А180 «Нарва» на карте [Электронный ресурс] — URL: <https://www.rudorogi.ru/roads/a180> (дата обращения 05.03.2025).
5. РД 52.18.191-2018 Массовая доля кислоторастворимых форм металлов в пробах почв, грунтов и донных отложений. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектрометрии 2025 год. Последняя редакция. [Электронный ресурс] — URL:[https://www.centrmag.ru/catalog/product/rd\\_521819189\\_metodika\\_vypolneniya\\_izmereniy\\_massovoy\\_d/?srsltid=AfmBOorOwIurw-NM2oY32vTrQMpz2DdoI9iuiOd4pY-nIIk6wZd32q8B](https://www.centrmag.ru/catalog/product/rd_521819189_metodika_vypolneniya_izmereniy_massovoy_d/?srsltid=AfmBOorOwIurw-NM2oY32vTrQMpz2DdoI9iuiOd4pY-nIIk6wZd32q8B).

УДК [551.510.42:504.5:629.331](470.23-25)

## ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

*<sup>1</sup>А. Конаков, <sup>1</sup>Е.Колесникова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, alexkon2003@gmail.com*

*Аннотация.* Статья посвящена анализу загрязнения атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербург, вызванного автотранспортом. Основное внимание уделено сравнению концентраций основных загрязняющих веществ (диоксид азота, оксид азота, оксид углерода и диоксид серы) в двух районах: Василеостровском и Пушкинском за 2023 год. Данные получены с помощью автоматизированных систем мониторинга. Исследование подчеркивает влияние транспортной нагрузки на качество воздуха.

*Ключевые слова:* автомобильный транспорт, загрязнение воздуха, загрязняющее вещество

## IMPACT OF MOTOR TRANSPORT ON ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN THE CITY OF ST. PETERSBURG

*<sup>1</sup>А. Konakov, <sup>1</sup>Е. Kolesnikova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, alexkon2003@gmail.com*

*Abstract.* The article is devoted to the analysis of atmospheric air pollution in the city of St. Petersburg caused by motor transport. The main attention is paid to the comparison of concentrations of the main pollutants (nitrogen dioxide, nitrogen oxide, carbon monoxide and sulfur dioxide) in two districts: Vasileostrovsky and Pushkinsky for 2023. The data were obtained using automated monitoring systems. The study emphasizes the impact of transport load on air quality.

*Keywords:* road transport, air pollution, pollutant

В современных мегаполисах, таких как Санкт-Петербург, наблюдается ряд серьезных экологических проблем, среди которых особое внимание стоит уделить загрязнению атмосферного воздуха. Основным фактором, оказывающим негативное воздействие на качество воздушной среды, является автотранспорт, доля которого в общем объеме выбросов вредных веществ постоянно увеличивается. Интенсивные процессы урбанизации, рост

количества транспортных средств и высокая плотность транспортной инфраструктуры создают значительную нагрузку на окружающую среду, что приводит к ухудшению экологической обстановки и негативным последствиям для здоровья людей и экосистем[1].

Данные с концентрациями основных загрязняющих веществ были получены с официального сайта ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», где публикуются ежегодные отчеты о состоянии атмосферного воздуха в городе Санкт-Петербург, в которых представлены среднегодовые концентрации в единицах ПДК с.г для всех загрязняющих веществ, за исключением диоксида серы, чья концентрация дана в ПДК с.с [3]. Все концентрации измеряются с помощью автоматизированных систем мониторинга, предназначенных для автоматического сбора, обработки и передачи полученной информации о состоянии атмосферного воздуха. Такие станции размещены по всему городу и позволяют оценить качество атмосферного воздуха как всего города, так и конкретного района [4].

Для исследования были выбраны два района: Пушкинский и Василеостровский с целью сравнить и оценить влияние транспорта на атмосферный воздух на самых загруженных центральных улицах города и на дорогах с менее сложной дорожной обстановкой. На графике (рисунок 1) представлены концентрации основных загрязняющих веществ диоксида азота, оксида азота, диоксида серы и оксида углерода. Видно, что концентрации всех загрязняющих веществ в Василеостровском районе превышают значения концентраций загрязняющих веществ в Пушкинском районе, за исключением диоксида серы, концентрация которой в Пушкинском районе больше, чем в Василеостровском. Содержание диоксида азота в 2023 году в центре города (Василеостровский район) превышает концентрацию в Пушкине на 56% (0,9 долей ПДК с.г – В.О., пр. Кима д. 26 лит. А; 0,4 долей ПДК с.г – г. Пушкин, Тиньков пер. д. 4). Концентрация оксида азота в центре города превышает концентрацию в отдаленном от центра районе в 4 раза или на 75%. Концентрация оксида углерода невелика как в центре города, так и в Пушкинском районе 0,1 и 0,08 соответственно, разница составила всего 20%. Содержание диоксида серы в атмосферном воздухе города Пушкин больше, чем в Василеостровском районе города Санкт-Петербурга на 77% (0,09 и 0,03 соответственно).

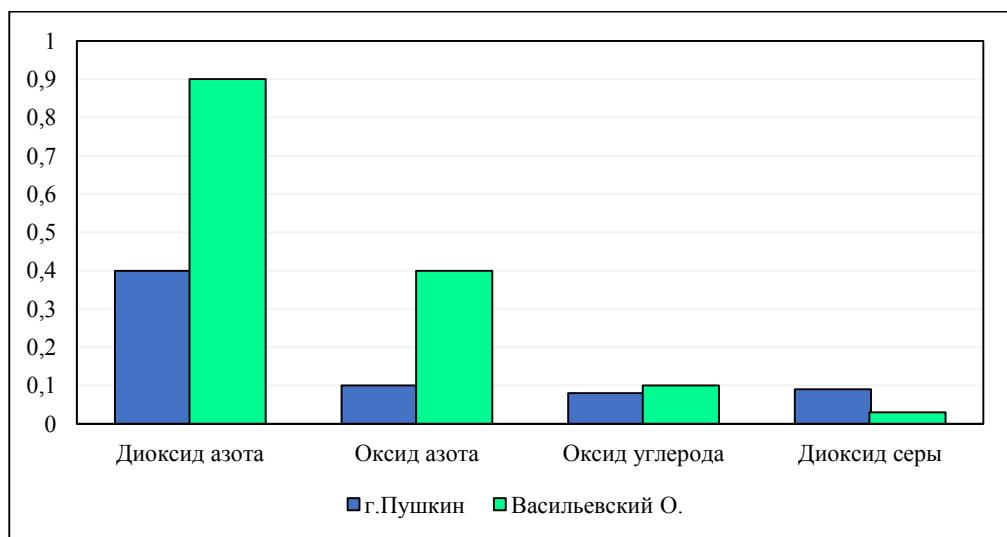


Рисунок 1 – Концентрации основных загрязняющих веществ (в единицах ПДКс.г. для всех ЗВ/ ПДК с.с для диоксида серы)

Обобщая все вышеперечисленное, можно сделать вывод о том, что концентрации основных загрязняющих веществ в Василеостровском районе выше, чем в отдаленном от центра Пушкинском районе, за исключением диоксида серы. Концентрации в центре города выше, что связано с большим количеством транспорта с бензиновыми двигателями, из-за которого дорожная обстановка становится сложнее, становится больше заторов и, как

следствие, больше выбросов. Большая концентрация диоксида серы в Пушкинском районе связано в свою очередь с тем, что вблизи автоматизированной системы мониторинга располагается Царскосельский металлообрабатывающий завод и склад железобетонных изделий, к которым осуществляются постоянные рейсы грузовых автомобилей, оборудованных дизельными двигателями, а так же около системы мониторинга организована стоянка грузовых автомобилей, что так же способствует повышенным выбросам диоксида серы [5].

#### Список использованных источников

1. Колесникова Е.В., Музалевская А.А. Влияние автотранспорта на загрязнение атмосферного воздуха Санкт-Петербурга // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2024. № 1. 69–83. DOI: 10.15593/2409-5125/2024.01.05.
2. Алексеев Д.К., Примак Е.А., Канухина А.Ю., Виноградов Ф.В. Динамика зеленых насаждений в Санкт-Петербурге и климатические риски// Успехи современного естествознания. 2024. № 8. 6-11. DOI: 10.17513/use.38297.
2. Сайт ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Статья: мониторинг загрязнения окружающей среды. Режим доступа: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=552>, свободный. Дата обращения: 22.02.2025 г.
4. Алексеев Д. К., Гальцова В.В., Дмитриев В.В. Экологический мониторинг: современное состояние, подходы и методы. Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2011. 302.
5. Каримходжаев Н., Нумонов М.З. Сравнительный анализ токсичности выхлопных газов автомобилей и пути ее снижения // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. 11(80). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10963>. Дата обращения: 22.02.2025.

УДК [628.4:504](470.23)

## ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ ГАТЧИНА

<sup>1</sup>*B. Кузнецов*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, v.kuznetsov@eco.rshu.ru

*Аннотация.* В работе рассматриваются основные проблемы по обращению с твёрдыми коммунальными отходами (далее – ТКО), установленные в ходе анализа системы обращения с ТКО в городе Гатчина, а также возможные пути решения данных проблем. Особое внимание в работе уделено проблемам сбора, накопления и сортировке ТКО. Рассматриваются технологии сбора отходов, одноточечная и многоточечная системы накопления отходов, основные виды сортируемых фракций. Кроме того, рассматриваются этапы дальнейшей транспортировки отходов, а также подходы к их утилизации и захоронению отходов, их достоинства и недостатки, и приводятся новые данные о государственных решениях данных проблем.

*Ключевые слова:* ТКО, анализ, транспортирование, сортировка, утилизация.

## MAIN PROBLEMS AND ISSUES OF MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT IN GATCHINA

<sup>1</sup>*V. Kuznetsov*

1)Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, v.kuznetsov@eco.rshu.ru

*Abstract.* The paper examines the main problems of municipal solid waste (here and after referred to as MSW) management identified during the analysis of the MSW management system in Gatchina, as well

as possible solutions to these problems. Particular attention is paid to the problems of MSW collection, accumulation and sorting. Waste collection technologies, single-flow and multi-flow waste accumulation systems, and the main types of sorted fractions are considered. In addition, the stages of further waste transportation are considered, as well as approaches to their utilization and waste disposal, their advantages and disadvantages, and new data on government solutions to these problems are provided.

*Keywords:* MSW, analysis, transportation, sorting, utilization.

Неправильное обращение с ТКО, приводит к таким экологическим проблемам, как: загрязнение плодородных земель, природных вод повышение заболеваемости населения, исчерпание природных ресурсов. Для предотвращения подобных негативных проявлений антропогенной деятельности необходимо проводить комплексный анализ системы обращения с отходами.

Проводить подобный анализ можно различными методами, в данном исследовании, как и в большинстве других, применялись следующие методы: анализ открытых официальных данных из разных источников и натурные обследования площадок накопления ТКО. Для проведения анализа эффективности функционирования системы обращения с отходами, потребовалось первоначально установить критерии её более и менее эффективного функционирования.

По результатам исследования системы обращения с отходами в городе Гатчина в микрорайоне Аэродром было установлено, что в городе применяется многопоточная система сбора отходов на контейнерных площадках с сортировкой пластика и стекла (что составляет 30 % от морфологического состава отходов), которые вывозятся и перерабатываются на Тверском заводе вторичных полимеров ООО «Total Cycle» и ООО «ГРРЦ» в городе Пушкин. При этом контейнеры для сбора отдельных фракций отходов наблюдались на 9 из 14 площадок, однако территориально ими охватывалось только 60% территории микрорайона. Остальные же виды отходов вывозились в 2024 году для захоронения на полигоны отходов в пос. Новый Свет (5 км), пос. Мшинская (75 км), сейчас вывозятся на территорию промзоны «Фосфорит» г. Кингисепп (95 км), то есть дальность транспортировки отходов увеличивается с годами, а также из-за роста отходов происходит исчерпание мощностей полигонов отходов. Очевидно, что более дальняя транспортировка отходов снижает экономический и экологический эффект переработки.

На основе анализа выявленных фактов в системе обращения с ТКО в городе Гатчина можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1. В городе применяется эффективная система сбора отходов на контейнерных площадках, в отличие от мусоропроводного сбора отходов, который возможно присутствует ещё в некоторых домах, но часто приводит к антисанитарии, а кроме этого, не дает раздельно собирать отходы. Проблему антисанитарии, согласно одному из исследований [1] всё-таки можно избежать, установив специальное зачистное устройство в мусоропроводе, однако подобное не всегда практикуется из-за необходимости организации подведения и отведения воды для устройства. Вакуумный сбор отходов в целом не распространён в России из-за высокой цены и сложности установки;

2. На данной территории применяется многопоточная система накопления отходов. В целом, данная система позволяет получать качественное вторичное сырьё при переработке так как отходы не смешиваются, как в однопоточной системе, но требуется использование большего числа контейнеров. Если уж применять многопоточное накопление отходов, то имеет смысл сортировать не только стекло и пластик (30 % отходов), но и добавить фракции органических отходов для дальнейшего компостирования (36 % отходов) и бумаги, картона (16 %), железа (5 %), что снизит количество захораниваемых отходов на полигонах и вернёт ресурсы в хозяйственный оборот. Также следует повысить число контейнеров для сортировки отходов для увеличения охвата территории до 100 %;

3. Из предыдущего пункта следует, что нужно строить новые заводы по переработки отходов в Ленинградской области для утилизации новых видов отходов, так как даже сейчас

отходы пластика приходиться перевозить в Тверскую область (500 км), что является экономически невыгодным.

Также можно отметить, тот факт, что Российский экологический оператор планирует решить проблему переработки отходов в Ленинградской области и Санкт-Петербурге и планирует уже в 2025 году ввести в эксплуатацию экотехнопарк с мощностью до 400 тыс. тонн отходов в год, что позволит перерабатывать до 40 % образующихся отходов Гатчины.

#### Список использованных источников

1. Орлов Е. В. Особенности водоснабжения и водоотведения систем мусороудаления зданий // Вестник МГСУ. 2014. № 10. С. 141-146.

**УДК [628.4:504](571.151)**

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ

*<sup>1</sup>E. C. Кулакова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, kulikova.katencka@yandex.ru*

**Аннотация:** Работа посвящена анализу современного состояния системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Республике Алтай. Проблема образования отходов особенно актуальна для регионов с высоким туристическим и культурным направлением. Алтай знаменит уникальными природными ландшафтами, многие из которых включены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО, богатым биоразнообразием и самобытной культурой. Важность благополучия региона также зависит от эффективной работы системы обращения с ТКО. Исследование помогло выявить ряд актуальных вопросов и предложить рекомендации по их устраниению. Анализ нынешней системы управления отходами в Республике Алтай может быть использован для разработки стратегических документов, направленных на улучшение системы обращения с ТКО, а также для информирования населения и повышения экологической культуры в области грамотного обращения с отходами.

**Ключевые слова:** твёрдые коммунальные отходы, система обращения, Республика Алтай, туризм

## ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE ALTAI REPUBLIC

*<sup>1</sup>E. Kulikova,*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
kulikova.katencka@yandex.ru*

**Abstract:** The work is devoted to the analysis of the current state of the municipal solid waste management system in the Altai Republic. The problem of waste generation is especially relevant for regions with a high tourist and cultural destination. Altai is famous for its unique natural landscapes, many of which are included in the UNESCO World Heritage List, rich biodiversity and distinctive culture. The importance of the region's well-being also depends on the effective operation of the MSW management system. The study helped to identify a number of relevant issues and offer recommendations for their elimination. The analysis of the current waste management system in the Altai Republic can be used to develop strategic documents aimed at improving the MSW management system, as well as to inform the public and enhance environmental culture in the field of competent waste management.

**Keywords:** municipal solid waste, management system, Altai Republic, tourism

Человечество по мере его развития сталкивается с множеством экологических проблем, одной из которых является образование твёрдых коммунальных отходов в процессе жизнедеятельности. Увеличение численности населения, рост потребления и как следствие образование большого количества отходов, требует разработки новых решений в области обращения с ТКО [1]. В особенности эта проблема значительна для субъектов РФ культурного и туристического характера. В связи с этим, целью данной работы является анализ современного состояния системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Республике Алтай и предложением рекомендаций по её улучшению

Постоянно увеличивающийся поток организованных и неорганизованных туристов, а также собственный вклад местных жителей и предприятий, обуславливает рост отходов производства и потребления, что способствует осложнению экологической и санитарноэпидемиологической обстановки и накладывает на местные органы самоуправления повышенную ответственность. Актуализируется проблема сбора, утилизации и захоронения отходов на полигонах, и, как следствие, растёт их площадь. Ситуация осложняется не отложенным учётом объёмов образования и перемещения отходов, которые в туристическом секторе можно оценивать по весьма условным параметрам. Процесс обращения с твёрдыми коммунальными отходами характеризуется наличием нескольких стадий, большого количества групп участников и функциональных элементов: потребителей, производителей различных отходов, коммунальных организаций [2].

Решение проблемы регулирования возрастающего потока отходов, в том числе в туристической отрасли экономики Республики Алтай, возможно только на основе разработки и реализации единой, эффективной комплексной системы управления в сфере обращения с отходами производства и потребления, экологически ориентированной и экономически целесообразной [2].

Для должного анализа современного состояния системы обращения с ТКО в Республике Алтай, исследование основано на изучении нормативных документов, статистических данных, научных публикациях и государственных отчётов, а также на материалах, предоставленных региональными органами власти и экологическими организациями.

В ходе работы были выявлены проблемы, с которыми сталкивается Республика Алтай в сфере управления отходами, а именно: несвоевременный сбор и транспортирование отходов, ненадлежащее складирование крупногабаритного мусора на контейнерных площадках, недостаточное количество мусорных контейнеров, строительство мусоросортировочных центров находится в стадии слабого развития, тарифы на оказание услуг по вывозу ТКО одни из самых высоких в Сибирском федеральном округе, а также наблюдается неэффективное взаимодействие органом местного самоуправления и регионального оператора по вопросам обращения с отходами [3].

Проведённый, в ходе исследования, анализ современного обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Республике Алтай позволил выделить ряд рекомендаций по улучшению состояния системы обращения с ТКО:

1. Редактирование региональных нормативных документов в области обращения с ТКО в Республике Алтай по следующим позициям:

- тарифы на оказание услуг регионального оператора по обращению с твёрдыми коммунальными отходами;
- разработка усовершенствованной территориальной схемы обращения с отходами;
- повышение штрафных санкций за несвоевременный сбор, транспортирование отходов, ненадлежащую утилизацию и размещение;

2. Стимулирование развития среднего и крупного бизнеса в области утилизации отходов, дополнительное субсидирование от государства.

3. Усиление наблюдения Российского экологического оператора (РЭО) за исполнением своих обязанностей региональных операторов, в том числе в Республике Алтай

В результате подробного анализа и освещения актуальных предложений по улучшению состояния системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами в Республике Алтай, опубликованная работа может быть предложена для разработки долгосрочных программ, направленных на усовершенствование системы управления ТКО, а также для привлечения внимания федеральных и региональных органов власти к проблеме образования большого количества отходов и их несанкционированного размещения.

#### Список использованных источников

1. Мочалова Л. А., Гриненко Д. А., Юрек В. В. Система обращения с твёрдыми коммунальными отходами: зарубежный и отечественный опыт // Известия УГГУ. 2017. Вып. 3(47). 97–101.
2. Сафонова А. А. Актуальность совершенствования системы обращения с твердыми коммунальными отходами на территории Республики Алтай / А. А. Сафонова; науч. рук. О. А. Пасько // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К. И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина, Томск, 8-12 апреля 2019 г.: в 2 т. Томск: Изд-во ТПУ, 2019. Т. 1.531-533.
3. Соколова О. Г., Полежаева М. В., Чухарева Е. В. Формирование модели управления твёрдыми коммунальными отходами // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2019. Выпуск 3. 130-143.

УДК [712.4:911.375](470.23-25)

## ЗЕЛЕНЫЙ КАРКАС САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ

<sup>1</sup>А. Леонтьева

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, leo.n.teva@yandex.ru

*Аннотация.* Экологический каркас города представляет собой комплексный подход к организации городской среды, направленный на сохранение и восстановление природных систем, а также на обеспечение благоприятных условий для жизни населения. В данной работе рассматриваются основные понятия и определения, лежащие в основе концепции экологического каркаса города.

*Ключевые слова:* зеленые насаждения, экологический каркас, адаптация, климатические изменения

## THE GREEN FRAME OF ST. PETERSBURG: DEFINITION AND MAIN FUNCTIONS

<sup>1</sup>А. Leonteva

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, leo.n.teva@yandex.ru

*Abstract.* The ecological framework of the city is an integrated approach to the organization of the urban environment, aimed at preserving and restoring natural systems, as well as providing favorable living conditions for the population. This thesis examines the basic concepts and definitions underlying the concept of the ecological framework of the city.

*Keywords:* green spaces, ecological framework, adaptation, climate change

Важную роль в планировочной структуре городов играют зеленые насаждения. Особенное выделяют их влияние на пространственно-временное распределение поля риска здоровью населения [1] и микроклиматические характеристики. Обычно отмечаются следующие факторы воздействия зеленых насаждений на микроклимат урбанизированных территорий: радиационный баланс, скорость ветра, температурный режим, аэрозольный состав и влажность приземного слоя воздуха. В работах разных авторов неоднократно

выделялись как мезоклиматические различия между городом и пригородом или между крупными районами населенного пункта, так и микроклиматические различия метеорологических величин [2, 3].

В последнее время в литературе широкое распространение получил термин «экологический каркас». Данное понятие не является в Российской Федерации категорией законодательства. Поэтому для обозначения озелененных территорий в городах, используют термин «зеленые насаждения», под которым понимается совокупность древесной, кустарниковой и травянистой растительности на определенной территории. Ряд авторов отмечают, что данное определение не учитывает основные эмерджентные черты экологического каркаса (целостность, связность и иерархичность зеленых элементов), и так же не учитывает набор составных элементов экологического каркаса [4]. Однако, благодаря новому ГОСТ Р 71473-2024 появился единый термин «водно-зеленого каркаса», под которым понимается система соединенных определенным образом водных и зеленых пространств, интегрированных в планировочную структуру городов и прилегающих к ним территорий, позволяющая установить непрерывные биологические связи и обеспечить движение флоры и фауны.

Основными структурными компонентами зеленого каркаса классически считаются ядра каркаса, экологические коридоры и буферные зоны. Водно-зелёный каркас обеспечивает баланс между природной и городской средами. Основным значением такого каркаса является воссоздание и поддержание целостности природной территории, защита от негативного воздействия промышленной деятельности [5].

В конце 2023 года вступил в действие новый Генеральный план Санкт-Петербурга, в нем есть «зеленая» рекреационная зона Р2, занимающая несколько больше, чем четверть площади города (26,4%). Зона, предназначенная для отдыха граждан, включает в т. ч. территории общего пользования, занятые лесопарками, парками, садами, скверами, городскими лесами, а также территории общего пользования, предназначенные для размещения зеленых насаждений общего пользования. В состав зоны также включаются территории, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное значение [6].

Следует подчеркнуть, что развитие водно-зеленого каркаса Санкт-Петербурга выделено в качестве одного из приоритетных адаптационных мероприятий (п. 7.2) Регионального плана адаптации Санкт-Петербурга к изменениям климата. В связи с этим актуальной является задача по определению основных структурных элементов (объектов) водно-зеленого каркаса Санкт-Петербурга [6].

#### Список использованных источников

1. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К. Влияние зеленых насаждений на динамику загрязнения воздуха в городах// Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2021. № 1. 58-73. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.01.05
2. Алексеев Д.К., Примак Е.А., Канухина А.Ю., Виноградов Ф.В. Динамика зеленых насаждений в Санкт-Петербурге и климатические риски// Успехи современного естествознания. 2024. № 8. 6-11. DOI: 10.17513/use.38297
3. AlexeevD., DmitrichevaL., Mikhiteva E., KanukhinaA. Dynamics of Green Areas in St. Petersburg and Adaptation to Climate Change // Advances in Ecology and Environmental Engineering. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. (2024). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-64423-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-64423-8_3)
4. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития// Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. Вып. 2. 127-146. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2018.201.
5. ГеоргицаИ.М. Специфика городского экологического каркаса// Ярославский педагогический вестник. 2011. Т. 3, № 2. 133.
6. Садикова И.Б., Павловский А.А. О водно-зеленом каркасе Санкт-Петербурга// Окружающая среда Санкт-Петербурга. Зеленый каркас города. 2024. №4(34). 12 – 14.

## ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РЕКИ ОХТЫ ПО ДАННЫМ ПОЛЕВЫХ РАБОТ 2024 ГОДА

*<sup>1</sup>П. Лозовская*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, p\_lv0@mail.ru

**Аннотация.** Цель работы охарактеризовать растительный покров реки Охты в её нижнем течении в г. Санкт-Петербург. Видовой список макрофитов реки в 2024 г. Состоит из 14 видов. Лидирующим по встречаемости и обилию является *Nuphar lutea*, также широко распространены и обильны *Sagittaria sagittifolia* и *Ceratophyllum demersum*. По течению реки происходит уменьшение количества видов на станциях. Максимальное зафиксированное количество видов на станции – 9, минимальное – 1 вид. На основании анализа данных полевых работ 2024 г., было установлено, что видовое богатство низкое.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, качество воды, макрофиты, малая река, Санкт-Петербург, урбанизированная территория

## CHARACTERISTICS OF THE VEGETATION COVER OF THE OKHTA RIVER ACCORDING TO FIELD WORK DATA FOR 2024

*<sup>1</sup>P. Lozovskaya*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, p\_lv0@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the work is to characterize the vegetation cover of the Okhta River in its lower reaches in St. Petersburg. The species list of macrophytes of the river in 2024 consists of 14 species. *Nuphar lutea* is the leader in occurrence and abundance, *Sagittaria sagittifolia* and *Ceratophyllum demersum* are also widespread and abundant. There is a decrease in the number of species at the stations as the river flows. The maximum recorded number of species at the station is 9, and the minimum is 1 species. Based on the analysis of fieldwork data in 2024, it was found that the species richness is low.

**Keywords:** biodiversity, water quality, macrophytes, small river, St. Peterburg, urbanized area

В настоящее время проблема загрязнения окружающей среды является одной из важнейших и актуальных. Все элементы окружающей среды подвергаются загрязнению, в частности водные объекты. Большему загрязнению подвергаются реки, протекающие по высоко урбанизированной территории.

Река Охта относится к категории малых рек. Экосистемы малых рек весьма чувствительны даже к незначительному антропогенному воздействию, а регулярное поступление сточных вод может привести к существенному ухудшению качества воды в реке. Это приводит к уменьшению биоразнообразия водных экосистем [1, 2]. Растительный покров рек так же трансформируется при антропогенном воздействии. В предыдущих исследованиях выявлены изменения во флоре реки Охты [3, 4, 5]. По данным докладов об экологической ситуации в Санкт-Петербурге. Охта является наиболее загрязненной рекой города [6]. Таким образом, целью работы является охарактеризовать растительный покров реки Охты в её нижнем течении в г. Санкт-Петербург летом 2024 г.

Предмет исследования: характеристики макрофитов реки Охты в летний период 2024г. Объектом данного исследования является река Охта, протекающая по территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Охта течет с севера на юг и впадает в Неву в 12.5 км от ее устья. Является крупнейшим правым притоком реки Невы в черте города. Длина Охты от истока до устья составляет 90 км. В среднем течении расположено несколько населенных пунктов, на территории

которых впадают некоторые небольшие ручьи и речки. Далее река течет по территории Санкт-Петербурга. В черте города расположено Охтинское водохранилище с площадью зеркала 1.08 км<sup>2</sup>. Водоем отделяется от нижнего плеса плотиной, поднимающей уровень воды до 7–8 м. Охта является судоходной рекой на протяжении 8 км от устья [7].

Исследования проводились в рамках практики студентов экологов РГГМУ. Полевые исследования выполнены на 13 точках по течению реки от Охтинского водохранилища до устьевой зоны. Макрофиты изученного участка реки Охты в июне 2024 года представлены 14 видами, принадлежащими к 9 семействам. Все виды являются сосудистыми растениями и относятся к отделу Покрытосеменные (Magnoliophyta). К классу Однодольных (Liliopsida) принадлежит 12 видов, а к классу Двудольных (Magnoliopsida) 2 вида. Самым крупным семейством по числу обнаруженных видов являются Рдестовые (*Potamogetonaceae*): рдест Берхтольда (*Potamogeton berchtoldii* Fieb.), рдест пронзенолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.), рдест альпийский (*Potamogeton alpinus* Balb.), рдест плавающий (*Potamogeton natans* L.), рдест курчавый (*Potamogeton crispus* L.), рдест сплюснутый (*Potamogeton compressus* L.).

Виды с самой высокой встречаемостью и наибольшим обилием, которые произрастили на более чем половине изученных станций: кубышка желтая (*Nuphar lutea* L.), она встречалась на 70% станций и имеет наибольшее обилие, стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.) и роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.) встречены на 60% станций.

Единично встречающимися на исследуемом участке реки видами являются: горец земноводный (*Persicaria amphibia* L.), ряска малая (*Lemma minor* L.), многокоренник обыкновенный (*Spirodela polyrhiza* L.), двукисточник тросниковидный (*Phalaroides arundinacea* L.), ежеголовник всплывающий (*Sparganium emersum* Rehmann).

По течению реки происходит уменьшение количества видов на станциях. Максимальное зафиксированное количество видов на станции – 9, минимальное – 1 вид. Таким образом, на всём протяжении исследованного участка реки отмечается низкое видовое богатство.

#### Список использованных источников

1. Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю., Примак Е.А., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Степанова А.Б. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2019. 140.
2. Зуева Н.В., Мостовая М.А., Лешукова А.И. Характеристики макрофитов в оценке качества воды малых рек Санкт-Петербурга // В сборнике: Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. Сборник материалов международной конференции. 2011. 137-142.
3. Зуева Н. В., Гальцова В. В., Дмитриев В. В., Степанова А. Б. Использование структурных характеристик сообществ макрофитов как индикатора экологического состояния малых рек Запада Ленинградской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. 2007. № 4. 60-71.
4. Зуева Н.В., Бобров А.А. Использование макрофитов в оценке экологического состояния малой реки (на примере реки Охты, Санкт-Петербург) // Биология внутренних вод. 2018. № 1. С. 45-54.
5. Зуева Н.В., Примак Е.А., Бабин А.В., Зуев Ю.А., Урусова Е.С. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга // География и природные ресурсы 2021 № 2. 32–40.
6. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2020 году. Под ред. Д.С.Беляева, И.А.Серебрицкого (2021). Ижевск: ООО «ПРИНТ». [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/tid\\_78f63e26052a4c1aa8022cb0d8548f72.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/tid_78f63e26052a4c1aa8022cb0d8548f72.pdf)
7. Состояние окружающей среды в Ленинградской области: информационно-аналитический сборник / Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. СПб., 2022. 528.

## ОЦЕНКА ЗАГРЯНЕННОСТИ РЕКИ СЛАВЯНКА

*<sup>1</sup>А. Лукьянчук*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, [alinalukancuk@gmail.com](mailto:alinalukancuk@gmail.com)

*Аннотация.* Данная статья посвящена исследованию и оценке загрязненности реки Славянка с использованием гидрохимических показателей в период с 2023 по 2025 год. Особое внимание уделено выявлению внутригодовой динамики концентрации исследуемых показателей. Так как установленная динамика неестественна, это свидетельствует о существенном антропогенном влиянии на реку.

*Ключевые слова:* динамика, загрязненность, антропогенное влияние, гидрохимические показатели, река Славянка

## ASSESSMENT OF THE CONTAMINATION OF THE SLAVYANKA RIVER

*<sup>1</sup>A. Lukyanchuk*

1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
[alinalukancuk@gmail.com](mailto:alinalukancuk@gmail.com)

*Abstract.* This article is devoted to the study and assessment of pollution of the Slavyanka River using hydrochemical indicators in the period from 2023 to 2025. Particular attention is paid to the identification of intra-annual dynamics of the indicators under consideration. Since the established dynamics are unnatural, this indicates a significant anthropogenic impact on the river.

*Keywords:* dynamics, pollution, anthropogenic impact, hydrochemical indicators, Slavyanka River

Множество рек, которые протекают по урбанизированным территориям испытывают постоянное антропогенное воздействия за счет сброса коммунально-бытовых стоков и промышленных сточных вод [1,2]. Примером такого водного объекта является река Славянка. Она является рыбохозяйственным объектом первой категории, а также приемником очищенных коммунально-бытовых сточных вод от очистных сооружений г. Пушкин. Наблюдения за качеством воды реки Славянка осуществляется Северо-западным УГМС в одной точке, расположенной в устье реки перед её впадением в Неву. При этом, по длине реки Славянка государственный мониторинг загрязненности не проводится. Также особый интерес представляет выявление внутригодовых закономерностей гидрохимического режима реки Славянка, так как такое исследование еще не проводилось из-за отсутствия детальной информации загрязняющих веществ [3]. В связи с этим, целью работы является оценка загрязненности реки Славянка.

Отбор проб для анализа загрязненности реки проводился на четырех точках, ежемесячно с июня 2023 года по январь 2025 года (рисунок 1). Пункты отбора проб называются соответственно: Сл-1, Сл-2, Сл-3, Сл-4. Для анализа были выбраны следующие показатели: концентрации ионов аммония, нефтепродуктов, фосфора фосфатного, азота нитритного, растворенного кислорода и градус цветности. Выбор обусловлен тем, что по данным литературных источников именно загрязнение органическими и биогенными веществами является приоритетным для реки [4].

Река Славянка относится к рыбохозяйственному объекту первой категории, то ПДК для анализа гидрохимических показателей взяты из действующего приказа об утверждении нормативов качества воды водных объектов [5].



Рисунок 1 – Карта-схема с обозначениями точек отбора проб

На основании анализа исследуемых гидрохимических показателей можно сделать вывод о том, что река Славянка подвергается сильному антропогенному воздействию, вследствие чего, качество вод реки низкое на всем ее протяжении и в течении рассматриваемого периода претерпевает значительные изменения. Так, уменьшились показатели концентрации растворенного кислорода в воде, которые зависят от температуры воды и количества органических веществ в водном объекте. Стоит отметить то, что естественного сезонного увеличения концентраций азота и фосфора в осенне-зимний период в реке не наблюдается. Внутригодовая динамика по всей длине реки для исследуемых показателей имеет схожие черты, в первую очередь значения фосфатного фосфора и ионов аммония. Важно отметить резкую смену концентрации рассматриваемых показателей между станциями Сл-1 и Сл-2. Связано это с прохождением реки через систему прудов города Павловск, которые, по-видимому, выступают в качестве естественных геохимических барьеров для реки. На рисунке 1 отображены все точки отбора проб, точка Сл-1 находится ближе всего к истоку, а точка Сл-4 к устью.

#### Список использованных источников

1. Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: Новые горизонты / Алексеев Д.К., Зуева Н.В., Розенкова И.В., Урусова Е.С., Шелутко В.А. // Метеорологический вестник. 2017. Т. 9. № 2. С. 1-8.
2. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга / Н. В. Зуева, Е. А. Примак, А. В. Бабин [и др.] // География и природные ресурсы. – 2021. – Т. 42, № 2. – С. 32-40. – DOI 10.15372/GIPR20210204. – EDN AWSTWL.
3. Шелутко, В. А. Вопросы оценки качества поверхностных вод по гидрохимическим данным / В. А. Шелутко, Е. В. Колесникова, Е. С. Урусова // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: Сборник трудов, Санкт-Петербург, 07–09 июля 2009 года / Министерство образования и науки Российской Федерации, ГОУ ВПО Российской государственный

- гидрометеорологический университет. – Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2010. – С. 30-39. – EDN XSXMBH.
4. Загрязненность реки Славянка биогенными веществами в районе города Пушкин/ Пилюгина, А. А., Урусова Е.С. // Молодая наука - 2016: Материалы VII Открытой международной молодежной научно-практической конференции, посвященной 70-летию основания Краснодарского регионального отделения Русского географического общества и 20-летию основания Филиала РГГМУ в г. Туапсе, Туапсе, 03–04 апреля 2016 года под редакцией М.С. Аракелова, С.А. Мерзаканова. – Туапсе: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский Дом - Юг", 2017. – С. 106-108. – EDN ZAZLRL.
5. Акт министерств и ведомств "Приказ: Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" от 13.12.2016 № 552 // Российская газета. - 2016 г. - с изм. и допол. в ред. от 26.02.2025.

**УДК 616.4+616.36**

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И РАБОТОЙ ПЕЧЕНИ**

***<sup>1</sup>Ш.Р. Мамадалиева, <sup>1</sup>У.Р. Юсупова***

*1) Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека. Ташкент, Узбекистан,  
mamadaliyevashohista849@gmail.com*

**Аннотация.** Заболевания щитовидной железы занимают одно из ведущее место по распространенности среди патологий эндокринной системы. Эти заболевания особенно распространены в регионах с дефицитом йода. Жители Узбекистана также живут в зоне дефицита йода. В результате часто возникают заболевания щитовидной железы. За последние пять лет число эндокринных заболеваний увеличилось, растет и среди молодежи. В результате возникают и побочные заболевания, связанные с обменом веществ. Одно из них - заболевания печени. Печень участвует во многих метаболических процессах в организме и, в свою очередь, регулируется гормонами щитовидной железы. С целью изучения влияния гипотиреоза щитовидной железы на ферменты печени крысам массой 180-220 г перорально вводили препарат мерказолил в дозе 1,2 мг/100гр. Когда модель гипотиреоза была получена в течение 21 дня, были определены уровни ферментов печени АЛТ (алаанинаминотрансферазы), АСТ (аспартатаминотрансферазы), а также билирубина. Согласно результатам, у пациентов с гипотиреозом наблюдалось повышение уровня ферментов печени в плазме крови. Данное научное исследование проводится с целью изучения влияния гипотиреоза на ферменты печени, а также коррекционного действия на неё некоторых полифенолов и микроэлементов.

**Ключевые слова:** гипотиреоз, мерказолил, печень, АЛТ, АСТ.

## **RELATIONSHIP BETWEEN THE THYROID GLAND AND THE LIVER**

***<sup>1</sup>Sh.R. Mamadaliyeva, <sup>1</sup>U.R. Yusupova***

*1) National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, Uzbekistan,  
mamadaliyevashohista849@gmail.com*

**Abstract.** Thyroid diseases occupy one of the leading places in the prevalence among pathologies of the endocrine system. Especially in areas with iodine deficiency, these diseases are common. The people of Uzbekistan also live in an iodine-deficient region. The result is a high incidence of thyroid disease. Over the past five years, the number of endocrine disorders has increased and is also increasing among young people. As a result, side diseases associated with the exchange of substances are also arising. One of them is liver-related diseases. The liver is involved in many metabolic processes in the body and, in turn, is regulated by thyroid hormones. In order to study the effect of hypothyroidism disease of thyroid gland on liver enzymes, rats with a mass of 180-220 gr were called hypothyroidism by peroral administration of the drug mercazolyl in an amount of 1.2 mg/100g. During 21 days of hypothyroidism model origin, the liver's ALT (alanine

aminotransferase), AST (aspartate aminotransferase) enzymes, as well as bilirubin levels were checked. According to the results, in hypothyroidism, an increase in the content of liver enzymes in the blood plasma was observed. This scientific study is carried out in order to study the effect of thyroid hypothyroidism on liver enzymes and the corrective effects of certain polyphenols and microelements on it.

*Keywords:* Hypothyroidism, mercazolyl, liver, ALT, AST.

The thyroid gland is covered with follicles that synthesize two thyroid hormones, thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3), which regulate the main energy metabolism in the body [1]. These hormones accelerate metabolic processes, enhance the synthesis of proteins and vitamins, play an important role in the development and differentiation of all cells, including hepatocytes [2]. Thyroid hormones (triiodothyronine and thyroxine) are important for metabolic balance in the liver and the body as a whole. Dysregulation of the hypothalamic-pituitary-thyroid connection can lead to metabolic disorders in the liver, affecting lipid metabolism, glucose regulation, and protein synthesis. In addition, a decrease in the concentration of thyroid hormones increases the risk of liver steatosis, which is associated with metabolic dysfunction by inducing lipotoxicity, inflammation, and fibrosis [3]. Patients with thyroid dysfunction often suffer from symptoms of metabolic regulation disorders, including fatigue and weight changes. An increase in thyroid function in humans raises the level of the process of basic metabolism. When thyroid function decreases, however, there is a decrease in the process of basic metabolism [4].

This scientific research work was carried out in white male rats with a mass of 180-220 gr. In order to call hypothyroidism, the drug mercazolyl was sent to the stomach through a special probe in an amount of 1.2 mg/100g [9]. During the call of the disease model, rats of all groups were fed standard food, kept under the same conditions. For 21 days, when the hypothyroidism model was called healthy and the rats in the hypothyroidism group found the amount of liver enzymes in the blood plasma results were compared.

There is a complex relationship between thyroid hormones and the liver. Thyroid hormones regulate liver function by modulating the basal metabolic rate in hepatocytes. The liver, in turn, controls the systemic endocrine function of thyroid hormones [5,6]. That is, in the deiodination of liver, thyroid hormones, it also carries out the formation and transport of their active and inactive forms [2]. Local control of the thyroid gland is achieved by the synthesis and expression of deiodinase enzymes by the liver. The enzyme deiodinase I is expressed in high amounts by the liver and the amount of plasmatic T3 ensures homeostasis as well as the release of reversible T3 from the bloodstream [7]. In addition, the liver is the main organ in the body that carries out the metabolism of cholesterol and triglycerides, and thyroid hormones play an important role in the homeostasis of lipids in the liver [6].

During the study, when rats in the healthy and hypothyroidism group were tested for the amount of liver enzymes in the blood plasma, it was observed that the amount of ALT and AST enzymes increased by 1.2 times compared to the healthy group in the hypothyroidism group. Currently, in order to correct these cases, correction is carried out using polyphenols isolated from several plants. Serum liver enzymes are often observed to be abnormal in the hypofunction of the thyroid gland. In hypothyroidism, a slight increase in the concentration of spontaneous plasma alanine aminotransferase (ALT) may be associated with a decrease in thyroid hormones. In addition, increased aspartate aminotransferase (AST) may be associated with myopathy caused by hypothyroidism [8].

Under experimental hypothyroidism, an increased state of liver enzymes in blood plasma may be the result of impaired liver cell function when thyroid hormones are reduced. During the study, positive results are expected due to the high biological activity of polyphenols used for correction purposes.

#### References

1. Mullur R, Liu YY, Brent GA. Thyroid hormone regulation of metabolism. // Physiol Rev. (2014) 94:355–82. doi: 10.1152/physrev.00030.2013.

2. А.О. Буеверов, П.О. Богомолов, О.А. Нечаева, А.В. Зилов1, Причинно-следственная связь патологии щитовидной железы и печени <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-15-88-94>
3. Rohit A Sinha, Eveline Bruinstroop, Pol M Yen Effects of thyroid hormones and tyromimetics on the liver // Nat Rev Gastroenterol Hepatol 2025 yil yanvar;22(1):9-22. doi: 10.1038/s41575-024-00991-4. EPub 2024, 17 octabr.
4. Iwen KA, Schroder E, Brabant G. Thyroid hormones and the metabolic syndrome. // Eur Thyroid J. (2013) 2:83–92. doi: 10.1159/000351249.
5. Singh BK., Sinha RA., Zhou J., Xie SY., You SH., Gauthier K., et al. FoxO1 deacetylation regulates thyroid hormone-induced transcription of key hepatic gluconeogenic genes. // J Biol Chem. (2013) 288:30365–72. doi: 10.1074/jbc.M113.504845 20.
6. Malik R., Hodgson H. The relationship between the thyroid gland and the liver. // QJM (2002) 95:559–69. doi: 10.1093/qjmed/95.9.559.
7. Schneider MJ., Fiering SN., Thai B., Wu SY., St Germain E., Parlow AF., et al. Targeted disruption of the type 1 selenodeiodinase gene (Dio1) results in marked changes in thyroid hormone economy in mice. // Endocrinology (2006) 147:580–9. doi: 10.1210/en.2005-0739.
8. E. Piantanida, S. Ippolito, The interplay between thyroid and liver: implications for clinical practice // Journal of Endocrinological Investigation <https://doi.org/10.1007/s40618-020-01208-6> Received: 22 January 2020 / Accepted: 27 February 2020.
9. Sabanov V.I., Dzhioev I.G., Lolaeva A.T. The activity of lipid peroxidation, antioxidant protection and the myocardium condition in experimental hypo- and hyperthyroidism // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 6, 2017.

УДК [614.2:616.24](470)«2015/2019»

## ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ЗА ПЕРИОД С 2015 ПО 2019 ГГ.

<sup>1</sup>*K. Сазонова, <sup>1</sup>E. Колесникова*

1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, *sazonova.k.d@mail.ru*

**Аннотация.** В статье исследуется динамика заболеваемости населения России болезнями органов дыхания за период с 2015 по 2019 годы. На основе данных Росстата проанализированы региональные различия в распространении респираторных патологий, связанных с промышленными выбросами и транспортной нагрузкой. Было выявлено, что Северо-Западный федеральный округ занимает лидирующую позицию в рейтинге болезней органов дыхания (БОД), поэтому особое внимание было уделено городу Санкт-Петербург, в котором один из наиболее высоких уровней респираторных патологий. Установлена взаимосвязь между концентрацией вредных веществ и ростом заболеваемости. Результаты подчеркивают важность принятия дополнительных мер для снижения негативного воздействия на здоровье населения.

**Ключевые слова:** заболеваемость, болезни органов дыхания, загрязнение атмосферного воздуха, региональное различие

## DYNAMICS OF RESPIRATORY DISEASES MORBIDITY IN THE POPULATION OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD FROM 2015 TO 2019.

<sup>1</sup>*K. Sazonova, <sup>1</sup>E. Kolesnikova*

1) *Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, sazonova.k.d@mail.ru*

**Abstract.** The article studies the dynamics of morbidity of the Russian population with respiratory diseases for the period from 2015 to 2019. Regional differences in the prevalence of respiratory pathologies associated with industrial emissions and transport load are analysed on the basis of Rosstat data. It was found that the Northwestern Federal District takes the leading position in the ranking of respiratory diseases (RBD), so special attention was paid to the city of St. Petersburg, which has one of the highest levels of

respiratory pathologies. A relationship between pollutant concentrations and increased morbidity was established. The results emphasise the importance of taking additional measures to reduce the negative impact on public health.

*Keywords:* morbidity, respiratory diseases, air pollution, regional differences

Показатель болезней органов дыхания (БОД) является одной из главных социально-экономических проблем в Российской Федерации, потому что он занимает лидирующую позицию в системе общей заболеваемости. Основными причинами высокого уровня БОД являются выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и выхлопные газы от автотранспортного средства. По данным Росстата на долю БОД приходится 53%, далее идут заболевания эндокринной системы – 11%, третье место занимают болезни кожи и мочеполовой системы и на все остальные болезни приходится менее 5% [2]. Поэтому целью данной статьи является выявление региона, который вносит наибольший вклад в распространение болезней органов дыхания.

Анализ производился за период с 2015 по 2019 гг. среди федеральных округов Российской Федерации (ЦФО – Центральный федеральный округ, СЗФО – Северо-Западный, ЮФО – Южный, СКФО – Северо-Кавказский, ПФО – Приволжский, УФО – Уральский, СФО – Сибирский, ДФО – Дальневосточный).

На рисунке (1) представлена динамика изменения количества людей с БОД по Федеральным округам. Самый низкий показатель (2015 – 248,3; 2019 – 257,5), связанный с респираторными патологиями, имеет Северо-Кавказский Федеральный округ, что обуславливается благоприятными климатическими условиями, малой долей промышленных предприятий, меньшая урбанизация (в сравнении с другими регионами). Самый высокий уровень заболевших имеет Северо-Западный федеральный округ (2015 – 405,8; 2019 – 443) [3]. Эти значения связаны с тем, что в регионе высокий уровень урбанизации, холодный и влажный климат [2], что способствует развитию респираторных заболеваний, огромное количество промышленных предприятий, из-за которых в атмосферном воздухе содержится высокая концентрация канцерогенных и неканцерогенных веществ, и сложные транспортные узлы, создающие серьезную транспортную нагрузку.

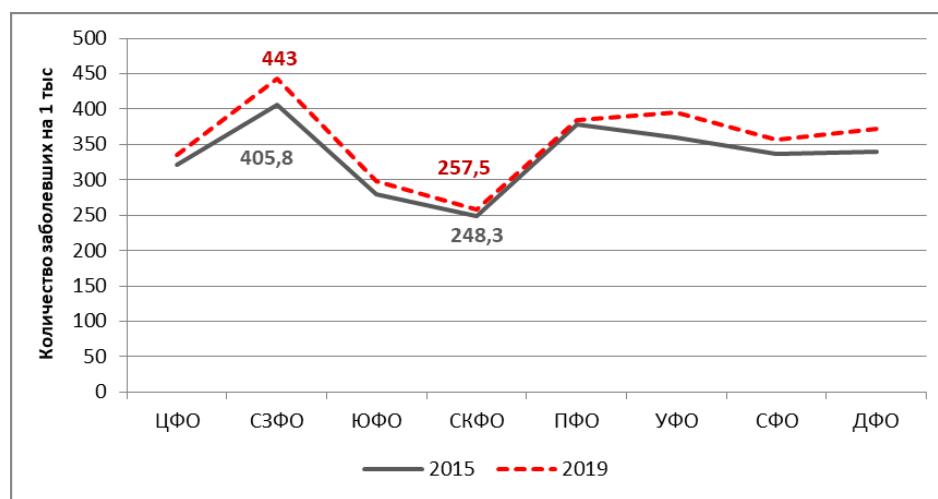


Рисунок 1 – Динамика изменения количества людей с БОД по федеральным округам РФ за 2015 и 2019 гг. на 1000 тыс. Источник: составлено автором по [3].

В свою очередь, один лишь Санкт-Петербург вносит больший вклад в исследуемый социально-экономический показатель. Город находится на втором месте среди прочих по России по количеству людей, имеющих проблемы с органами дыхания. Это связано с тем, что Санкт-Петербург является крупной агломерацией, в которой сосредоточено различные отрасли промышленности (от нефтеперерабатывающей до пищевой промышленности), что способствует большой концентрации таких канцерогенных веществ как: бензол,

формальдегид, толуол, этилбензол, взвешенные вещества и ксиолы, которые, в свою очередь, повышают канцерогенный риск и, как следствие, уровень развития БОД. Например, в Санкт-Петербурге хронический канцерогенный риск считается умеренным, то у 1 человека из 1000 может развиться онкология в течение жизни. Количество людей, подвергшихся респираторным патологиями, увеличивается, самый большой уровень этого показателя зафиксирован в СЗФО. Данный факт был также подтвержден на примере Санкт-Петербурга. Чтобы снизить количество людей с БОД, следует ввести ограничение проезда машин с низким экологическим классом, установки очистки воздуха на промышленных предприятиях и постоянный мониторинг по состоянию качества атмосферного воздуха.

#### Список использованных источников

1. Быстрицкая Е. В., Биличенко Т. Н. Заболеваемость, инвалидность и смертность от болезней органов дыхания в Российской Федерации (2015–2019) // Пульмонология. – 2021. – Т. 31, № 5. – С. 551–561. – DOI: 10.18093/0869-0189-2021-31-5-551-561. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region\\_Pokaz\\_2022.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2022.pdf) (дата обращения 03.03.2025)
2. Климат Санкт-Петербурга и Ленинградской области [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=2> (дата обращения 12.02.2025)
3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region\\_Pokaz\\_2022.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2022.pdf)

УДК [712.4:528.8](1-21)

## ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В МОНИТОРИНГЕ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕНЫХ ЗОН

*<sup>1</sup>C. Saposhko*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

*Аннотация.* В данной работе рассмотрен вопрос дистанционного мониторинга, его значимость для контроля состояния городских зелёных зон, а также способы сбора и анализа информации, в частности подробно рассмотрен такой инструмент как вегетационные индексы.

*Ключевые слова:* дистанционный мониторинг, зелёные зоны, вегетационные индексы

## REMOTE SENSING DATA IN MONITORING URBAN GREEN AREAS

*<sup>1</sup>S. Saposhko*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia*

*Abstract.* This paper examines the issue of remote monitoring, its significance for monitoring the condition of urban green areas, as well as methods for collecting and analyzing information, in particular, such a tool as vegetation indices is considered in detail.

*Keywords:* remote monitoring, green areas, vegetation indices

С каждым годом растущая урбанизация и изменение климата ставят перед городами новые вызовы, требующие комплексного подхода к управлению природными ресурсами. В условиях глобального потепления и ухудшения экологической ситуации, сохранение и рациональное использование городских зелёных насаждений становится не только актуальной задачей, но и необходимым условием для обеспечения устойчивого развития мегаполисов. Зелёные пространства играют ключевую роль в поддержании экосистемных услуг, таких как улучшение качества воздуха, снижение температуры, управление дождовыми водами и поддержание биоразнообразия [1].

Основным способом контроля за состоянием зелёных насаждений является дистанционный мониторинг, который позволяет собирать информацию о природных процессах и состояниях экосистем, не требуя непосредственного физического присутствия на месте, так как он основывается на сборе данных через различные устройства, которые могут быть установлены на спутниках, дронов, самолетах, а также на стационарных станциях, расположенных в труднодоступных или опасных для человека местах. Кроме того, мониторинг состояния зелёных насаждений с использованием вегетационных индексов способствует более эффективному управлению этими ресурсами. Это позволяет не только выявлять проблемные зоны и принимать меры по восстановлению экосистем, но и планировать новые зелёные пространства, что в свою очередь улучшает качество жизни горожан [2].

Наиболее важным инструментом для мониторинга состояния зелёных насаждений, ввиду лёгкости получения и широкого спектра задач, являются вегетационные индексы, основанные на спутниковых данных, позволяют получать объективные и количественные характеристики здоровья вегетации, её плотности и распределения [3].

#### Список использованных источников

1. Низамутдинов Т.И., Колесникова Е.В., Алексеев Д.К. Влияние зеленых насаждений на динамику загрязнения воздуха в городах// Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2021. № 1. 58-73. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.01.05
2. Алексеев Д.К., Примак Е.А., Канухина А.Ю., Виноградов Ф.В. Динамика зеленых насаждений в Санкт-Петербурге и климатические риски// Успехи современного естествознания. 2024. № 8. 6-11. DOI: 10.17513/use.38297
3. Alexeev D., Dmitricheva L., Mikhteeva E., Kanukhina A. Dynamics of Green Areas in St. Petersburg and Adaptation to Climate Change // Advances in Ecology and Environmental Engineering. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham. 2024. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-64423-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-64423-8_3)

УДК 556.535.8:[504.5+628.31](470.23)

## ВЛИЯНИЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕК

*<sup>1</sup>K. Созыгашева, <sup>1</sup>E. Урусова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, kristinusozigasheva8@mail.ru*

*Аннотация.* Целью статьи является анализ влияния коммунально-бытовых сточных вод на загрязненность рек Санкт-Петербурга и Ленинградской области – Славянки и Ижоры. В статье дана краткая характеристика исследуемых объектов. На основании анализа концентраций химических элементов было установлено, что реки Славянка и Ижора достаточно сильно подвержены влиянию сточных вод и загрязнены.

*Ключевые слова:* сточные воды, качество вод, малые реки, река Славянка, река Ижора

## IMPACT OF MUNICIPAL WASTEWATER ON RIVER POLLUTION

*<sup>1</sup>K. Sozygasheva, <sup>1</sup>E. Urusova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,  
kristinusozigasheva8@mail.ru*

*Abstract.* The purpose of the article is to analyze the impact of municipal and domestic wastewater on the pollution of the rivers of St. Petersburg and Leningrad region - Slavyanka and Izhora. The article

gives a brief characterization of the studied objects. Based on the analysis of chemical element concentrations it was found that the Slavyanka and Izhora rivers are quite strongly influenced and polluted by wastewater.

*Keywords:* wastewater, water quality, small rivers, Slavyanka river, Izhora river

Проблема загрязнения окружающей среды является наиболее актуальной в наше время. Загрязнению подвержены все компоненты окружающей среды, в особенности вода. Вследствие увеличения численности населения количество коммунально-бытовых сточных вод, поступающих в водные объекты, растет. Это ведет к изменению качества природных вод.

Реки Славянка и Ижора относятся к категории малых рек. По данным Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга, по состоянию на 2023 год реки Ижора и Славянка характеризуются как грязные [1]. Экосистемы малых рек весьма чувствительны даже к незначительному антропогенному воздействию, а регулярное поступление сточных вод может привести к существенному ухудшению качества воды в реке [2, 3]. Таким образом, целью работы является оценка влияния сброса коммунально-бытовых сточных вод на загрязненность малых рек Славянки и Ижоры.

Предмет исследования: концентрации химических элементов с 2011 по 2023 год. Объектами данного исследования являются реки Славянка и Ижора.

Реки Ижора и Славянка относятся к высшей категории рыбохозяйственного значения. Река Славянка является левым притоком реки Невы и впадает в нее в 27 км от устья. Протекает по территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Исток реки расположен в 9 км от города Павловск в заболоченной низине. Общая протяженность реки составляет 39 км, водосборная площадь равна 249 км<sup>2</sup> [4]. Река Ижора также является левым притоком реки Невы, впадая в нее в 34 км от устья. Исток реки – родник у села Скворицы – расположен на Ижорской возвышенности. Общая протяженность реки составляет 87 км, прямое расстояние от истока до устья – 40,5 км. Водосборная площадь около 1000 км<sup>2</sup> [4].

Наблюдения на реках Славянка и Ижора производились с мая по ноябрь в двух створах. Фоновый створ расположена в 500 м выше по течению от источника сброса сточных вод, контрольный в 500 м ниже по течению, соответственно.

Наблюдения на данных реках производятся по множеству показателей, однако общими являются следующие: концентрация растворенного кислорода, БПК<sub>5</sub>, ХПК, концентрация взвешенных веществ, концентрация азота общего, фосфора общего и фосфора фосфатов, концентрация цинка, меди, марганца, железа, алюминия, а также нефтепродуктов и АСПАВ.

Превышение ПДК на реке Славянка наблюдалось в фоновом и в контрольном створах по концентрации нефтепродуктов, алюминия, железа, марганца, меди и цинка, фосфора фосфатов, а также по БПК<sub>5</sub>. Количество превышений ПДК взвешенных веществ в контрольном створе составляет 55%. Концентрация растворенного кислорода в большинстве случаев не опускалась ниже установленного норматива в контрольном и фоновом створах. Концентрация АСПАВ не превышала ПДК в большинстве случаев. Значения БПК<sub>5</sub>, ХПК, взвешенных веществ, азота общего, фосфора общего и фосфора фосфатов, АСПАВ и нефтепродуктов, алюминия, марганца и цинка возрастили после сброса сточных вод.

Превышение ПДК на реке Ижора с 2011 по 2023 год в фоновом и контрольном створах наблюдалось по таким же показателям, как и на реке Славянка. Концентрация растворенного кислорода в большинстве случаев была выше или равна установленному нормативу. Значения в контрольном створе после сброса сточных вод возрастают по следующим показателям: нефтепродукты, АСПАВ, БПК<sub>5</sub>, ХПК, алюминий, железо, марганец, цинк, фосфор фосфатов, фосфор общий и азот общий, взвешенные вещества.

Таким образом, на основе анализа полученных данных было выявлено, что реки Славянка и Ижора достаточно сильно загрязнены, так как превышение значений ПДК в

исследуемый период отмечено для БПК<sub>5</sub>, взвешенных веществ, нефтепродуктов, алюминия, железа, марганца, меди и цинка, фосфора фосфатов. Сброс коммунально-бытовых сточных вод приводит к изменению химического состава воды в реках, что может неблагоприятно сказываться на гидробионтах, приводить к уменьшению биоразнообразия.

#### Список использованных источников

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2023 году / Под ред. А.В. Германа, И.А. Серебрицкого – СПб.: 2024. – 221 с.
2. Использование структурных характеристик сообществ макрофитов как индикатора экологического состояния малых рек Запада Ленинградской области / Н. В. Зуева, В. В. Гальцова, В. В. Дмитриев, А. Б. Степанова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7. Геология. География. – 2007. – № 4. – С. 60-71. – EDN RTTJRN.
3. Интегральная оценка экологического благополучия малых рек Ленинградской области и Санкт-Петербурга / Н. В. Зуева, Е. А. Примак, А. В. Бабин [и др.] // География и природные ресурсы. – 2021. – Т. 42, № 2. – С. 32-40. – DOI 10.15372/GIPR20210204. – EDN AWSTWL.
4. Состояние окружающей среды в Ленинградской области: информационно-аналитический сборник / Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. — СПб., 2022. — 528 с.
5. Козлова, А. В. Оценка качества вод р. Славянка с использованием гидрохимических показателей / А. В. Козлова, Н. В. Зуева, Е. С. Урусова // Четвертые Виноградовские Чтения. Гидрология от познания к мировоззрению: сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова, Санкт-Петербург, 23–31 октября 2020 года / Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство ВВМ", 2020. – С. 681-684. – EDN AXNLNL.
6. Козлова, А. В. Оценка качества вод реки Ижоры / А. В. Козлова, Н. В. Зуева, Е. С. Урусова // Четвертые Виноградовские Чтения. Гидрология от познания к мировоззрению: сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова, Санкт-Петербург, 23–31 октября 2020 года / Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург: ООО "Издательство ВВМ", 2020. – С. 895-899. – EDN FGAKFV.
7. Урусова, Е. С. Оценка влияния сточных вод от очистных сооружений городов на загрязненность малых рек / Е. С. Урусова, А. А. Пилюгина // Геопоиск-2016: Материалы I Всероссийского конгресса молодых ученых-географов, Тверь, 03–09 октября 2016 года. – Тверь: Тверской государственный университет, 2016. – С. 750-756. – EDN YNDXIT.

УДК [502.174:621.039.58](470.23)«2023»

## ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛАЭС НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ЗА 2023 ГОД

*<sup>1</sup>Р. Стрелков, <sup>1</sup>Е. Колесникова*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,  
г. Санкт-Петербург, Россия, romanzap16@gmail.com*

**Аннотация.** В данной работе проводится оценка воздействия деятельности Ленинградской атомной электростанции (ЛАЭС) на экологическую обстановку в 2023 году. Актуальность исследования обусловлена важностью экологического мониторинга атомных объектов в условиях растущего внимания общественности к вопросам безопасности и защиты окружающей среды. Основная цель работы заключается в анализе влияния эксплуатации ЛАЭС на различные компоненты экосистемы, включая водные ресурсы, атмосферный воздух и биоразнообразие. Для достижения этой цели были использованы данные экологического мониторинга. Результаты показывают, что деятельность ЛАЭС в 2023 году не оказала значительного негативного влияния на окружающую среду, что подтверждается соблюдением всех регламентированных норм и стандартов. Однако выявлены некоторые аспекты, требующие дополнительного исследования.

**Ключевые слова:** мониторинг, радиационный контроль, сбросы и выбросы вредных химических веществ, санитарно-защитная зона.

# LNPP ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT FOR 2023

*<sup>1</sup>R. Strelkov, <sup>1</sup>E. Kolesnikova*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, romanzap16@gmail.com*

*Abstract.* This work assesses the impact of the activities of the Leningrad Nuclear Power Plant (LNPP) on the environmental situation in 2023. The relevance of the study is due to the importance of environmental monitoring of nuclear facilities in the context of growing public attention to safety and environmental protection issues. The main objective of the work is to analyze the impact of LNPP operation on various ecosystem components, including water resources, atmospheric air and biodiversity. To achieve this goal, environmental monitoring data were used. The results show that the activities of LNPP in 2023 did not have a significant negative impact on the environment, which is confirmed by compliance with all regulated norms and standards. However, some aspects requiring additional research have been identified.

*Keywords:* monitoring, radiation control, discharges and emissions of harmful chemicals, biodiversity restoration

Ленинградская атомная электростанция (ЛАЭС) представляет собой важный компонент энергетического комплекса Российской Федерации, обеспечивая значительную долю выработки электроэнергии. В условиях современных вызовов, связанных с изменением климата и глобальными экологическими проблемами, оценка воздействия операций атомных электростанций на окружающую среду становится крайне актуальной. Атомная энергетика, несмотря на свои преимущества в виде низких выбросов парниковых газов, сопряжена с высоким уровнем ответственности, особенно в контексте потенциального воздействия на экосистемы и здоровье человека.

ЛАЭС включает в себя несколько энергоблоков, которые используют ядерное деление для производства электроэнергии. Операция атомной станции связана с производством радиоактивных отходов, выбросами в атмосферу и гидросферу, а также возможными аварийными ситуациями, которые могут привести к радиационному загрязнению.

В рамках данного доклада будет представлена оценка воздействия также и на окружающую среду, проведенная за 2023 год, с акцентом на комплексный подход к анализу влияния ЛАЭС на экологическую обстановку в регионе. Объектами мониторинга и контроля являются источники поступления вредных химических и радиоактивных веществ и компоненты окружающей среды: сточные воды и водные объекты, выбросы в атмосферу и атмосферный воздух, общепромышленные отходы, почвенный покров, донные отложения.



Рисунок 1 – Виды производственного экологического контроля на Ленинградской АЭС

В соответствии с нормативными требованиями производственный экологический контроль на Ленинградской АЭС осуществляется по направлениям природопользования, представленным на рис. 1.

В 2023 году ЛАЭС продемонстрировала уровень выбросов парниковых газов, составляющий 4% от общерегиональных показателей. Сбросы охлаждающей воды составили 200 м<sup>3</sup>/с, что поднимает вопросы о влиянии на ближайшие водоемы и экосистему в целом, а именно: температурный режим, содержание растворенного кислорода и качества воды. Все замеры радиационного фона в пределах норм, установленных российским законодательством и международными стандартами. Уровни радиации не превышали фоновые значения, что свидетельствует о нормальной работе станции.

В целом деятельность ЛАЭС в 2023 году не привела к критическим изменениям в экологической обстановке, однако выявленные проблемы требуют внимания и своевременных мер. Системный подход к оценке воздействия позволит не только сохранить экологическое равновесие, но и обеспечить устойчивое развитие региона.

#### Список использованных источников

1. Ларионов, Н. М. Промышленная экология: учебное пособие. М., 2014. 11-24.
2. Отчет по экологической безопасности Ленинградской АЭС за 2023 год.

УДК [502.175:621.311.21](203)(571.51)

## МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС

*<sup>1</sup>В. Тихонова, <sup>2</sup>С. Солодухина*

*1) КГБПОУ «ДГЭТ имени А.Е. Бочкина», г. Дивногорск, Россия, tihonovaverjnika874@mail.ru  
2) Филиал «ДЭБС» МБОУ ДО «ДДТ»*

*Аннотация.* В данной работе проведён экологический мониторинг атмосферного воздуха в районе КГЭС. Определены метеопараметры: температура воздуха, с помощью цифрового оборудования изучено распределение ионизирующего излучения, содержание кислорода иmonoоксида углерода, шумовое загрязнение на разном расстоянии от КГЭС. Исследования ученых Института вычислительного моделирования СО РАН (2021) не выявили значительных перепадов температуры воздуха и концентрации взвешенных частиц над акваторией Енисея в нижнем бьефе Красноярской ГЭС. Для замеров использовались как стационарные посты мониторинга, так и специально разработанное навесное оборудование для квадрокоптеров.

*Ключевые слова:* Красноярская ГЭС, мониторинг, атмосферный воздух.

## AIR MONITORING IN THE AREA OF THE KRASNOYARSK HYDROELECTRIC POWER STATION

*<sup>1</sup>V. Tikhonova, <sup>2</sup>S. Solodukhina*

*1) KGBPOU "DGET named after A.E. Bochkin", Divnogorsk, Russia,  
tihonovaverjnika874@mail.ru  
2) Branch "DEBS" MBOU DO "DDT"*

*Abstract.* In this work, environmental monitoring of the atmospheric air in the KGES area was carried out. The meteorological parameters were determined: air temperature, the distribution of ionizing radiation, oxygen and carbon monoxide content, noise pollution at different distances from the KGES were studied using digital equipment. Research by scientists from the Institute of Computational Modeling SB RAS (2021) did not reveal significant differences in air temperature and suspended particle concentrations over the Yenisei River in the lower pool of the Krasnoyarsk hydroelectric power station. Both stationary monitoring posts and specially designed attachments for quadcopters were used for measurements.

*Keywords:* Krasnoyarsk hydroelectric power station, monitoring, atmospheric air.

В последние пять лет на территории Красноярской ГЭС превалирует загрязнение атмосферы веществами третьего класса опасности. Повышенная влажность способствует

образованию смога, который смешивается с автомобильными и промышленными выбросами. Незамерзающий Енисей в районе гидроэлектростанции повлиял на микроклимат всего бассейна реки, от Дивногорска до Красноярска и далее вниз по течению. Цель исследования заключалась в организации и проведении экологического мониторинга в районе КГЭС. В рамках поставленной цели решались следующие задачи: определить метеопараметры (температура воздуха, направление и скорость ветра, влажность воздуха); с помощью цифрового оборудования определить распределение ионизирующего излучения, содержание кислорода иmonoоксида углерода, шумовое загрязнение на разном расстоянии от КГЭС.

Таблица 1 – Результаты исследования

Место исследования	Показатель	Ед.измерения	Значение	Прибор
Парк смотровой площадки КГЭС	Влажность	t, RH, %	28%	Датчик влажности
Смотровая площадка ГЭС	Влажность	t, RH, %	54,2%	Датчик влажности
Парк смотровой площадки КГЭС	Температура	t, $^{\circ}$ C	-1,7	Датчик температуры
Смотровая площадка ГЭС	Температура	t, $^{\circ}$ C	-1,8	Датчик температуры
Парк смотровой площадки КГЭС	Звук (Шумовое излучение)	t, MC	6,64	Датчик звука
Парк смотровой площадки КГЭС	Ионизирующее излучение	mkP/ч	23	Датчик ионизирующего излучения
Смотровая площадка ГЭС	Ионизирующее излучение	mkP/ч	16	Датчик ионизирующего излучения
Парк смотровой площадки КГЭС	Радиация	USV/ч	0,17	SOEKS QVANTVM
Смотровая площадка ГЭС	Радиация	USV/ч	0,24	SOEKS QVANTVM
Парк смотровой площадки КГЭС	Пыль	PM <sub>1</sub> Мкг/м <sup>3</sup>	1	Датчик пыли
Смотровая площадка ГЭС	Пыль	PM <sub>1</sub> Мкг/м <sup>3</sup>	2	Датчик пыли
Парк смотровой площадки КГЭС	Освещение	E, лк	400,3	Датчик освещения

По данным исследования ученых Института вычислительного моделирования СО РАН в 2021 году не выявлено значительных перепадов температуры воздуха и концентрации взвешенных частиц над акваторией Енисея в нижнем бьефе Красноярской ГЭС [1]. Для минимизации загрязнения воздуха на ГЭС применяются защитные фильтрационные системы перед выбросом вредных веществ в атмосферу, а также осуществляется постоянный мониторинг состояния атмосферы. Загрязнение почвы вокруг Красноярской ГЭС может происходить различными путями: прямое попадание тяжелых металлов из источника загрязнения; перенос ветром загрязняющих веществ; загрязнение кислотными дождями; использование агрохимикатов.

Высокая степень заболоченности и засоленности почв также является негативным фактором. Свалки бытовых и промышленных отходов оказывают существенное негативное воздействие на окружающую среду. Важно отметить, что проблема загрязнения почв свинцом, кадмием, цинком, фтором и др. актуальна не только для Красноярской ГЭС, но и для всего края.

По данным на 11 ноября 2024 года, качество воздуха в Дивногорске оценивается как отличное (таблица 1). В воздухе присутствуют некоторые загрязняющие вещества, такие как двуокись азота (NO<sub>2</sub>), частицы PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub>, диоксид серы (SO<sub>2</sub>), озон (O<sub>3</sub>) и угарный газ (CO). Источники загрязнения - процессы горения (коммунальное отопление, выработка

электроэнергии, транспорт), промышленная деятельность. В ходе сравнения результатов выполненных полевых работы по определяемым параметрам и ранних исследований превышений не обнаружено.

Список использованных источников

1. Государственный доклад "О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2022 году". <http://www.mpr.krsksstate.ru/envir/page5849/0/id/65197>

УДК [502.174+349.6]:711.4(24)

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И РЕШЕНИЙ

*<sup>1</sup>Т.Д. Федотова, <sup>1</sup>Н.Г. Бобылев*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, n.bobylev@rshu.ru*

*Аннотация.* Подземные городские пространства играют важную роль в современной урбанистике, позволяя эффективно использовать ограниченные территории и увеличивать полезную площадь городов на 15-25%. Основные экологические проблемы связаны с качеством воздуха, микробиологическим загрязнением, шумом и психологическим комфортом. Современные технологии, такие как системы мониторинга и интеллектуальная вентиляция, позволяют улучшить экологическую ситуацию и снизить энергопотребление. В России регулирование экологической безопасности осуществляется через законодательные акты и строительные нормы, однако требуется их актуализация. Экологически безопасные подземные пространства могут стать важным элементом устойчивого развития городов при внедрении инновационных технологий.

*Ключевые слова:* Экологическая безопасность, городское подземное пространство

## ENVIRONMENTAL SAFETY OF UNDERGROUND URBAN SPACES: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF PROBLEMS AND SOLUTIONS

*<sup>1</sup>T. Fedotova, <sup>1</sup>N. Bobylev*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia,*

*Abstract.* Underground urban spaces play an important role in modern urbanism, allowing efficient use of limited territories and increasing the useful area of cities by 15-25%. The main environmental problems are related to air quality, microbiological pollution, noise and psychological comfort. Modern technologies such as monitoring systems and intelligent ventilation can improve the environmental situation and reduce energy consumption. In Russia, environmental safety regulation is carried out through legislative acts and building codes, but their updating is required. Environmentally safe underground spaces can become an important element of sustainable urban development with the introduction of innovative technologies.

*Keywords:* Environmental safety, urban underground space

Подземные городские пространства становятся всё более значимым компонентом современной урбанистической среды, предоставляя возможности для эффективного использования ограниченных городских территорий [2]. По данным исследований, эффективное использование подземного пространства может увеличить полезную площадь городов на 15-25%. Основные экологические проблемы подземных пространств связаны с качеством воздуха, микробиологическим загрязнением, шумовым воздействием и психологическими аспектами пребывания человека под землей [6].

В современных городах подземные пространства используются для транспортной инфраструктуры, инженерных коммуникаций, торговых комплексов и паркингов. Мировой опыт показывает, что подземные пространства могут быть не только функциональными, но и экологически безопасными при условии внедрения соответствующих технологий.

Экологическая безопасность определяется множеством факторов, включая качество воздуха, микроклимат, освещение и уровень шума. Концентрация загрязняющих веществ в воздухе подземных сооружений может превышать уровень загрязнения наружного воздуха в 1,5-4 раза [1].

Комплексные системы мониторинга параметров среды позволяют в реальном времени контролировать качество воздуха и другие экологические показатели. Интеллектуальные системы вентиляции способны адаптивно регулировать параметры работы в зависимости от текущей загрузки помещений, что позволяет снизить энергопотребление на 20-40 % [5;7].

В Российской Федерации регулирование экологической безопасности подземных пространств осуществляется через систему законодательных актов в области градостроительства и санитарно-эпидемиологического благополучия населения [3]. Важную роль играют строительные нормы и правила, содержащие конкретные требования к параметрам среды. Анализ нормативно-правовой базы показывает, что существующие требования не всегда соответствуют современному уровню научных знаний и технологических возможностей [4].

Обеспечение экологической безопасности подземных городских пространств требует интеграции знаний из различных областей науки и техники. Современные подходы основаны на концепции "умного" здания с интеграцией систем мониторинга и управления. Анализ международного опыта показывает, что экологически безопасные подземные пространства могут стать важным элементом устойчивого развития городов [2]. Для реализации этого потенциала необходимо совершенствование нормативно-правовой базы и развитие новых технологий очистки воздуха и обеззараживания [4].

#### Список использованных источников

1. Asadzadeh S.M., Li Q. Indoor Environmental Quality in Underground Spaces: A Comprehensive Review // Building and Environment. 2023. Vol. 228. 109811
2. Sterling R.L., Nelson P.P. City Resilience and Underground Space Use // Tunnelling and Underground Space Technology. 2021. Vol. 98. 103219.
3. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. (2022). СП 120.13330.2022 Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003.
4. Ильина А.А., Калугин А.В. Анализ нормативной базы проектирования подземных сооружений с учетом экологических требований // Промышленное и гражданское строительство. 2023. №4. 32-38.
5. Гарипов В.С., Лебедев А.Т. Интеллектуальные системы мониторинга экологической безопасности подземных пространств // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. №5. 576-589.
6. Шубин И.Л., Гагарин В.Г. Вентиляция и кондиционирование воздуха подземных сооружений: требования и реальность // АВОК. 2022. №3. 14-21.
7. Ochiai T., Fujishima A. Photocatalytic Air Purification Technology for Indoor Environment: Recent Advances and Applications // Catalysts. 2021. Vol. 11(6). 728.

УДК [574.5:581.526.325](282.247.21)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В НЕВСКОЙ ГУБЕ

*<sup>1</sup>Л. Чемерис*

*1) ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург, Россия, iosina03@mail.ru*

**Аннотация.** Невская губа представляет собой уникальную экосистему, в которой фитопланктон играет ключевую роль. Целью данной работы является установление основных экологических факторов, влияющих на интенсивность развития фитопланктона по литературным данным. В данной работе рассмотрено влияние биогенных соединений, кислородного режима,

глубины, солености, степени проточности воды и температуры на развитие фитопланктона. Знание этих факторов необходимо для мониторинга состояния экосистемы.

*Ключевые слова:* экосистема, температура, освещенность, питательные элементы, биомасса

## ENVIRONMENTAL FACTORS DETERMINING THE INTENSITY OF PHYTOPLANKTON DEVELOPMENT IN THE NEVA BAY

*<sup>1</sup>L. Chemiris*

*1) Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, iosina03@mail.ru*

*Abstract.* The Neva Bay is a unique ecosystem in which phytoplankton plays a key role. The purpose of this work is to establish the main environmental factors based on the literature data. In this paper, the influence of biogenic compounds, oxygen regime, depth, salinity, degree of water flow and temperature on the intensity of phytoplankton development will be considered. Knowledge of these factors is necessary to monitor the state of the ecosystem. The study, conducted on the basis of literature data, allowed for a deeper understanding of how various environmental factors, such as water temperature, light level, and others, affect the rate of phytoplankton development in a given ecosystem. These factors are key to maintaining the vital functions of phytoplankton communities, which, in turn, play an important role in maintaining ecosystem functions.

*Keywords:* ecosystem, temperature, light, nutrients, biomass

Невская губа – это экосистема, которая является частью более широкой системы рек и моря, она играет важную роль в поддержании биологического разнообразия и устойчивости окружающей среды [1]. В частности, фитопланктон, как основа пищевой цепи, занимает центральное место в экосистемных процессах, обеспечивая не только питание для рыб и других водных организмов, но и участвуя в биохимических процессах.

Цель работы: установление основных экологических факторов в Невской губе, влияющих на интенсивность развития фитопланктона (на основе литературных данных).

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью глубокого понимания факторов, влияющих на динамику развития фитопланктона в Невской губе, особенно в условиях изменения климата и антропогенного воздействия. В последние годы наблюдается изменение температуры воды, колебания уровня освещенности (мутности воды) и изменение содержания биогенных соединений (азот и фосфор), что может существенно повлиять на динамику фитопланктонных сообществ [2].

Факторы, влияющие на формирование «цветения» воды и динамику фитопланктона, были выделены на основе анализа литературы [1–5]. Они включают биогенные соединения, кислородный режим, глубину, соленость, степень проточности воды, освещенность (мутность) и температуру. К основным факторам, влияющим на развитие фитопланктона отнесены следующие. Соединения азота и фосфора (биогенные соединения) необходимы для растений, как питательные вещества. Формирование цветения происходит при соотношении в воде азота и фосфора 1:20 [3].

Температура – температура воды также играет важную роль: каждый вид фитопланктона имеет оптимальный температурный диапазон для максимальной продуктивности, а изменения температуры могут как ускорять, так и замедлять рост водорослей [3].

Кислородный режим в природных водах. Дефицит кислорода у дна приводит к гибели донных животных на значительных участках дна, что приводит к увеличению фосфора, который в свою очередь приводит к снижению азота. Цианобактерии восполняют потерю азота из атмосферы на поверхности воды, что является следствием ее цветения [3].

Глубина (как комплекс связанных факторов) – на большей глубине свет ослабляется, и фотосинтетические организмы испытывают недостаток в освещении, что может

ограничивать их рост и биомассу. В мелководной зоне Курортного района биомасса фитопланктона неуклонно возрастала за последние годы. А глубоководный район характеризуется наиболее низкой биомассой водорослей [3].

Степень проточности воды (активность перемешивания водных масс) и штилевые условия. Степень проточности воды и активность перемешивания водных масс способствуют равномерному распределению фитопланктона и питательных веществ, тогда как штилевые условия могут создавать неравномерность в их распределении [3].

Освещенность (Мутность) воды. Увеличение мутности воды вызывает ослабляющее воздействие, как на водоросли планктона, так и на обрастания [2]. Так, например, в зонах повышенной мутности воды число видов было в 1,5-5 раз ниже, чем на отдельных участках остальной акватории в 2007 году [4]. Также для фитопланктона свет является одним из основных факторов и даёт возможность фотосинтеза, роста и развития [6]. Важно отметить, что в условиях эвтрофирования, вызванного сбросами сточных вод и другими антропогенными факторами, наблюдается значительное увеличение биомассы фитопланктона, что может привести к негативным экологическим последствиям, таким как гипоксия и ухудшение качества воды [4-5]. Фитопланктон является основой питания зоопланктона, что напрямую влияет на его рост и видовой состав. Интенсивность пресса зоопланктона на фитопланктон является важным фактором, определяющим продуктивность и состав сообщества планкtonных продуцентов [7-8]. Понимание экологических факторов, определяющих интенсивность развития фитопланктона в Невской губе, является необходимым для эффективного управления этой уникальной экосистемой. Учитывая важность фитопланктона как основы пищевой цепи, необходимо продолжать исследования в этой области, чтобы обеспечить устойчивость и сохранение экосистемы Невской губы.

#### Список использованных источников

1. Акулич Э.В., Дмитриев В.В. Оценка внутригодовой изменчивости основных компонентов экосистемы Невской губы Финского залива и влияние факторов на скорости процессов массообмена в экосистеме //Материалы XV междунар. студ. науч. конф. «Студенческий научный форум 2023». 2023. 24-29.
2. Никулина В.Н., Голубков М.С. Структура и функционирование фитопланктона в эстуарии реки Невы в 2011–2016 гг // Труды Зоологического института РАН Том 324, № 1, 2020, 162–174.
3. Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. М. 2008. 477.
4. Суслопарова О.Н., Шурухин А.С., Мицкевич О.И., Терещенкова Т.В., Хозяйкин А.А., Митковец В.Н. Оценка влияния интенсивных гидротехнических работ, проводимых в последние десятилетия в прибрежных районах Невской губы на ее биоту// Ученые записки Российского Государственного Гидрометеорологического университета № 28. 2013. 110-120.
5. Ляшенко О.А., Педченко А.П., Суслопарова О.Н. Мониторинг состояния фитопланктона Лужской губы Финского залива в условиях природного и антропогенного воздействий // Труды ВНИРО. 2020. Т. 179. 149-160.
6. Арапов А.С. Факторы, влияющие на развитие фитопланктона и рост популяции во время «цветения» воды // Научное сообщество студентов. Междисциплинарные исследования // Электронный сборник статей по материалам XLVI студенческой международной научно-практической конференции. Том 11(46). 2018. 104-108.
7. Группа гидробиологии Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ "ВНИРО" ("ВНИИПРХ") Роль зоопланктона в пищевой цепочке водных экосистем // Филиалпресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО». 2021.
8. Жданов В.С., Кан В.А., Неверова Г.П., Жданова О.Л. Влияние зоопланктона на эволюцию фитопланктона // Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН г. Владивосток // Региональные проблемы. 2022. Т. 25, № 3. 158-160.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

*<sup>1</sup>Д. Элмуродова, <sup>1</sup>Р. Атаниязова*

*1) Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и профзаболеваний*

*г. Ташкент, Узбекистан, dilya7362514@gmail.com*

**Аннотация.** В статье рассмотрено состояние атмосферного воздуха в промышленных городах Ташкентской области Республики Узбекистан по загрязнению основными загрязняющими веществами (взвешенные частицы (пыль), диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода) в период за 2021-2023 годы. Показано, что среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе одних промышленных городов немногого превышают нормативы качества, в других отмечается превышение среднесуточных предельно допустимых концентраций (ПДК).

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферного воздуха, промышленные города, здоровье населения, мониторинг, загрязняющие вещества

## AIR POLLUTION IN INDUSTRIAL CITIES AND ITS IMPACT ON PUBLIC HEALTH

*<sup>1</sup>D. Elmurodova, <sup>1</sup>R. Ataniyazova*

*1) Research Institute of Sanitation, Hygiene and Occupational Diseases,*

*Tashkent, Uzbekistan, dilya7362514@gmail.com*

**Abstract.** In the article the state of atmospheric air in industrial cities of the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan by the pollution of the main pollutants (suspended particles (dust), sulfur dioxide, nitrogen dioxide, carbon monoxide) in the period 2021-2023 have been discussed. It has been shown that the average annual concentrations of the main pollutants in the atmospheric air of some industrial cities slightly exceed the quality standards, in others there is an excess of the average daily maximum permissible concentrations (MPC).

**Key words:** air pollution, industrial cities, public health, monitoring, pollutants

Загрязнение атмосферного воздуха в промышленных городах является одной из наиболее значимых экологических проблем. В результате воздействия вредных веществ повышается риск возникновения респираторных, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, особенно среди уязвимых групп населения, включая детей и пожилых людей.

В городах Ангрен, Алмалык, Бекабад и Чирчик Ташкентской области Республики Узбекистан расположены различные промышленные предприятия. В этих городах основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются выбросы промышленных предприятий химической промышленности, цветной и черной металлургии, а также автотранспорт.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в промышленных городах Ташкентской области осуществляется Агентством гидрометеорологической службы (Узгидромет) при Министерстве экологии, охраны окружающей среды и изменения климата. В городах Ангрен, Алмалык, Бекабад и Чирчик расположены по 3 стационарных поста наблюдения загрязнения атмосферного воздуха [1, 2]. Мониторинг качества атмосферного воздуха проводится путем отбора проб аспирационным методом (или проведением инструментальных замеров) и анализом отобранных проб в лаборатории [3].

Для оценки качества атмосферного воздуха используется сравнение фактических концентраций загрязняющих веществ с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК), а также применяется комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) [3].

Загрязнение атмосферного воздуха в промышленных городах Ташкентской области приведено на рисунке.

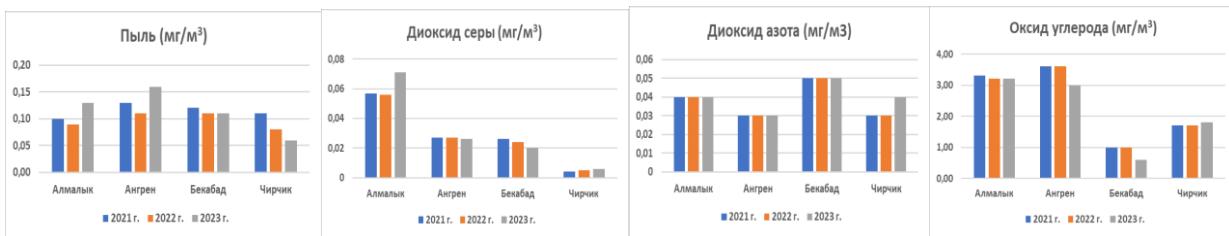


Рисунок 1 – Загрязнение атмосферного воздуха промышленных городов Ташкентской области

Концентрация пыли в атмосферном воздухе в городах Ташкентской области находилась в пределах 0,06-0,13 мг/м<sup>3</sup> (0,4-0,9 ПДК), только в Ангрене в 2023 г. наблюдалось превышение – 1,1 ПДК (0,16 мг/м<sup>3</sup>). Концентрация диоксида серы в атмосферном воздухе городов была от 0,020 до 0,027 мг/м<sup>3</sup> (0,4-0,5 ПДК), только в Алмалыке наблюдалась превышение ПДК от 1,1 до 1,4 (0,056-0,071 мг/м<sup>3</sup>). По оксиду углерода превышение ПДК наблюдалось в Ангрене от 1,0 до 1,2 ПДК (3,0-3,6 мг/м<sup>3</sup>) и Алмалыке - 1,1 ПДК (3,2 до 3,3 мг/м<sup>3</sup>), в других городах концентрация оксида углерода была ниже ПДК (0,6-1,7 мг/м<sup>3</sup>). Превышение ПДК по диоксиду азота наблюдалось только в г. Бекабаде (1,3 ПДК), в остальных городах концентрация диоксида азота в атмосферном воздухе была в пределах 0,03-0,04 мг/м<sup>3</sup> (0,8-1,0 ПДК). Следует отметить, что в г. Чирчике превышений среднегодовых концентраций загрязняющих веществ не было отмечено.

Анализ данных мониторинга атмосферного воздуха за 2021-2023 годы показал, что наибольший уровень загрязнения наблюдается в городах Алмалык и Бекабад, где параметры (ИЗА) превышает пороговые значения. Наиболее значимые превышения ПДК отмечены по пыли, диоксиду серы и диоксиду азота. Можно заключить, что промышленные города Ташкентской области характеризуются повышенным уровнем загрязнения воздуха, что связано с высокой концентрацией выбросов от промышленных предприятий и автотранспорта. Известно, что в промышленных городах с высоким загрязнением атмосферного воздуха фиксируется высокая заболеваемость респираторными заболеваниями, бронхиальной астмой и хроническими обструктивными болезнями легких, также выявляется корреляция между загрязнением воздуха и ростом заболеваемости населения сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Для снижения загрязнения атмосферного воздуха городов необходимо усиление контроля за качеством воздуха, внедрение современных систем очистки выбросов и развитие экологически чистых технологий. Важным направлением является проведение профилактических мероприятий среди населения, направленных на снижение негативного влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье. Результаты исследования подтверждают необходимость разработки и реализации комплексных мер по снижению загрязнения атмосферного воздуха в промышленных городах Ташкентской области. Внедрение экологических стандартов и мониторинговых программ позволит минимизировать влияние загрязняющих веществ на здоровье населения и улучшить качество жизни в регионе.

#### Список использованных источников

- Обзор состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах Республики Узбекистан на территории деятельности Узгидромета за 2021-2023 годы г. Ташкента.
- <https://monitoring.meteo.uz>
- РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М.: Госкомгидромет, 1991. 683.

## Содержание

<b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ .....</b>	<b>3</b>
ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ	
Д. Алексеев .....	3
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСТРОВЕ ВАЛААМ	
Е. Воякина .....	5
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА	
Т.И. Низамутдинов, Е.В. Абакумов .....	7
AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF ARABLE SOILS IN THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT	
Т. Nizamutdinov, E. Abakumov .....	7
МАКРОФИТЫ ВОДОТОКОВ И ВОДОЕМОВ ПОЛУОСТРОВОВ СРЕДНИЙ И РЫБАЧИЙ	
Н. Потиевская, Н. Зуева, О. Гришуткин, А. Бобров .....	10
ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ФЛУОРИСЦЕНТНЫМИ МЕТОДАМИ	
И. Семадени .....	12
ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГООБРАЗОВАНИЯ	
А.И. Тимофеева .....	14
<b>СЕКЦИЯ 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ.....</b>	<b>17</b>
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	
И. Акчурин .....	17
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЛХОВСКОЙ ГУБЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ	
В. Андреев, Е. Воякина .....	19
ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА «А» В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В РАЙОНЕ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА В ПЕРИОД МАКСИМАЛЬНОГО ПРОГРЕВА ВОДЫ	
Н. Аниканов, Е. Воякина .....	21
ОСОБЕННОСТИ ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЗЕР НА О. ВАЛААМ	
Е.В. Аниферова, Е.Ю. Воякина .....	23
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНДОВ КОНЦЕНТРАЦИИ ОКСИДА УГЛЕРОДА И МЕТАНА ПО ДАННЫМ НАЗЕМНЫХ И ОРБИТАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ	
А. Белов .....	25
АДЕКВАТНОЕ ОПИСАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ДАННЫХ: ОТ МОДЕЛИ РАССЕИВАЮЩЕЙ ЧАСТИЦЫ К ПОЛЯРИЗАЦИОННОМУ СПЕКТРОМЕТРУ	
А. Бобровский, Н. Дьяченко, Е. Михтеева, И. Потапова, А. Скобликова, П. Хлябич, Т. Яковлева .....	27
ВИДЕОФИКСАЦИЯ КАК СПОСОБ УЧЕТА МАКРОЗООБЕНТОСА НА ПРИМЕРЕ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА	
Ю. Воробьева .....	29
РАСЧЕТ ПРОЕКТНЫХ РАСХОДОВ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СНОУБЕР	
А. Гезлан .....	32

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХ МЕТОДИК УЧЕТА ПЛАВАЮЩЕГО МУСОРА В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ

Е.А. Голубева, М.В. Гаврило, А.А. Ершова ..... 33

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЗАПУСКА АЗОТНОГО ЦИКЛА В ИСКУССТВЕННЫХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

М. Гончарж ..... 35

## ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ПРИБРЕЖНЫХ МЕЛКОВОДИЙ НА ОСНОВАНИИ ПОДВОДНЫХ РАЗРЕЗОВ

Д. Гусев ..... 36

## РЕЛЬЕФ ДНА КАК ФАКТОР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СИСТЕМЫ ОЗЁР ОЗЕРЯВКИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СЕБЕЖСКИЙ»

Е. А. Долженко, А. Д. Чирков, М. П. Кашкевич ..... 39

## ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЯДА ОСТРОВОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Е. Дрюкова ..... 41

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ КЕЛАНИ. ШРИ-ЛАНКА

Дугганна Ралалаге Кавиша Бандара, А.В. Сикан ..... 43

## ДИНАМИКА ХЛОРОФИЛЛА «А» В МАЛЫХ ОЗЁРАХ О. ВАЛААМ

С.А. Козинцева, Е.Ю. Воякина ..... 46

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЗЕРА СИСЬЯРВИ (ВАЛААМСКИЙ АРХИПЕЛАГ)

В.Е. Колосова, Е.Ю. Воякина ..... 47

## МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИОННОГО И ТЕПЛОВОГО СТОКА РЕКИ ПЕЧОРА

Ю. Кузнецова, Д. Алексеев ..... 49

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

П.И. Кузьмин, Д.М. Пункевич, М.И. Служева, А.Д. Берников, К.В. Паймеров, Е.Д. Вязников, И.А. Потапова ..... 51

## НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗМЕНЕНИЯМИ ПЛОЩАДИ ВОДНОГО ЗЕРКАЛА оз. ЛЕЩЕВОЕ (о. ВАЛААМ) ПРИ ПОМОЩИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Д. Малышева, А. Тихонова, А. Иванов, А. Аристова, В. Коровин ..... 53

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗЕРА ТУЗКАН В ЗОНЕ ВПАДЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ГОЛОДНОСТЕПСКОГО КОЛЛЕКТОРА

А. Мухаметзянова, Н. Верещагина, Т. Кудышкин ..... 55

## ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ЗАЛИВА ЛЕЩЕВОГО ОЗЕРА О. ВАЛААМ

В. А. Новикова, С. А. Козинцева, Е. В. Аниферова, Е. Ю. Воякина ..... 57

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕКИ ЛУГА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

А. Похресьная ..... 59

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МИКРОПЛАСТИКА В ВЫБОРГСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ В 2024 ГОДУ

В.А. Прощакова, А.А. Ершова ..... 61

## ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕКИ ВОЛХОВ СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА

Д. Степанов, Е. Урусова ..... 63

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОД РЕКИ ДОН ПО КОМПЛЕКСУ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗА ПЕРИОД С 2021 ПО 2023 ГГ.

Н. Харченко, Е. Колесникова ..... 65

ДИНАМИКА ЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАЛОЙ НИКОНОВСКОЙ БУХТЫ В 2022-2024 ГОДАХ

А. Яковлев, Н. Аниканов, Е. Воякина ..... 67

**СЕКЦИЯ 2. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ..... 70**

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В АРКТИКЕ

П. Авдеенко, <sup>1</sup>О. Мандрыка ..... 70

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А. Аксенов, Т.Ю. Яковлева ..... 72

РОЛЬ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

А. Алексеев ..... 73

ПРОБЛЕМЫ И ПОТРЕБНОСТИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН В СЕКТОРЕ «ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ, ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО»

О.А. Белоруссова, Ю.И. Ковалевская, Е.Я. Рижия ..... 75

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ АЛМАЛЫКСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА)

А. Вишнякова, Н. Атабаева ..... 77

ВОЗДЕЙСТВИЕ ДОБЫЧИ ЛИТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В АРГЕНТИНЕ: АКТУАЛЬНОСТЬ НОВЫХ СТРАТЕГИЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

К. Гаттабриа, М.А. Мошкова, И.В. Дорошенко ..... 80

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БУРУНДИ

Н. Гахимбаре ..... 81

ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЕЧНЫХ РАКОВ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ: ВАРИАНТ РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ

Н. Гнездова ..... 83

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РЕКИ ЛУБЬЯ БИОГЕННЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

В. Дорохов, Н. Зуева, А. Лукьянчук ..... 85

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИВНЕВЫМИ СТОКАМИ: ДОЖДЕВЫЕ САДЫ

П. Жульева, Е. Копцева ..... 87

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ УЗБЕКИСТАНА

С.Р. Исабеков, Б.Э. Нишонов ..... 90

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В БАССЕЙНЕ НИЖНЕГО ДОНА

С. Кактыш ..... 92

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СЛЕДА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ АО «ОКЕАНРЫБФЛОТ» ..... 93

М. Катасонова ..... 93

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ

К.В. Матвеев .....	95
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕКРАЦИОННОГО ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	
А. Николаев, Я. Бубнова .....	97
ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕДИЦИИ КАК ЭЛЕМЕНТА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
К.А. Петров, А.А. Попова .....	99
ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ГРЕБЕНЧАТОГО ТРИТОНА ( <i>TRITURUS CRISTATUS</i> ) НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ДУДЕРГОФСКИЕ ВЫСОТЫ»	
Г. Поддубский, Н. Гнездова, М. Гончарж .....	101
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА НА ВОДНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ	
А. Попова, П. Лекомцев .....	103
РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКОТУРИЗМА В ПОДПОРОЖСКОМ РАЙОНЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	
Е.Р. Редкова .....	108
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ - СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ	
Е.Я. Рижия, Л.Е. Дмитричева .....	110
МЕТОДЫ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТИЯНЫХ ОТХОДОВ	
Е. Ружицкая .....	112
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ УЗБЕКИСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
А.А. Салижонов, М.Д. Камалова .....	114
ПЕТРОГЛИФЫ СЕВЕРО-ЗАПАДА КАК МАТЕРИАЛ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	
В. Сапунов, Н. Воронов, М. Карпенко .....	116
ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МОРСКИХ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ	
Д. Семенов .....	118
ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. ПЕТРА ПЕРВОГО	
А.П. Слукина .....	120
ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	
С. Смоленский, Н.Атабаева .....	122
РОЛЬ СТУДЕНЧЕСКОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ НА ПРИМЕРЕ СТУДЕНЧЕСКОГО СОВЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА РГГМУ	
В.Соколан .....	125
РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЛОНТЕРСТВА В УНИВЕРСИТЕТЕ НА ПРИМЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОЛОНТЕРСКОГО ЦЕНТРА «ЗЕЛЕНЫЙ ВЕК» (РГГМУ)	
Е. Тулякова .....	127
ОПЫТ ВОЛОНТЕРОВ РГГМУ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ	
Е. Уварова, Ю. Воробьева, Т.Ю. Яковлева .....	129
РАЗВИТИЕ ЭКОТУРИЗМА В УЗБЕКИСТАНЕ	
М. Халмирзаева .....	130

МОНИТОРИНГ ЗАСУХИ В РЕГИОНЕ НЬЮБЛЕ, ЧИЛИ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ SPEI (1993–2023) И ВЛИЯНИЕ ФЕНОМЕНА ENSO

Хуан Себастьян Рейес Фигероа ..... 132

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ

А. Чепрасова ..... 134

ТРАНСПОРТИРОВКА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ВАКУУМНЫМИ СИСТЕМАМИ

А. Шкирьтова, Н. Бобылёв ..... 135

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД И ХВОСТОХРАНИЛИЩ

Н.М. Яковлев, Т.В. Горюнова ..... 138

**СЕКЦИЯ 3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ..... 141**

ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГОРОДЕ ЛОМЕ (ТОГО)

Ч. Аджусси ..... 141

БИОИНДИКАЦИЯ ВОД Р. ОХТА С ПОМОЩЬЮ БИОТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ ЗА 2018 и 2022 г.

А. Аристова, М. Шерстобитова ..... 143

ВЛИЯНИЕ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ТЭЦ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА

В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

А. Архангельский, Е. Колесникова ..... 144

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВО В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРА

Д. Бытотов ..... 146

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ: НАКОПЛЕНИЕ И УДАЛЕНИЕ ИЗ АТМОСФЕРЫ

В. Громов ..... 148

КАЧЕСТВО ВОД РЕКИ ОХТЫ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ИЮНЕ 2024 ГОДА

А. Дугина, А. Лукьянчук ..... 150

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКИ ЛУБЬИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Е. Евстратова ..... 152

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД РЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

И. Засим ..... 154

РАЗВИТИЕ ВОДНО-ЗЕЛЕННОГО КАРКАСА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА КАК СПОСОБ АДАПТАЦИИ ГОРОДА К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

С. Зементов ..... 156

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РЕКУ ОБЬ

(ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ-ЮГРА)

Л.Е. Зобнина, И.А. Музыка, Е.С. Урусова ..... 158

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Р. ОККЕРВИЛЬ

Е. Казанина, Д. Петров ..... 160

СУММАРНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВДОЛЬ ТРАССЫ Е-20 «НАРВА»

А.М. Капитонова .....	162
ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ	
А. Конаков, Е.Колесникова .....	164
ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ ГАТЧИНА	
В. Кузнецов .....	166
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЁРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ	
Е.С. Куликова .....	168
ЗЕЛЕНЫЙ КАРКАС САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ	
А. Леонтьева .....	170
ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РЕКИ ОХТЫ ПО ДАННЫМ ПОЛЕВЫХ РАБОТ 2024 ГОДА	
П. Лозовская .....	172
ОЦЕНКА ЗАГРЯНЕННОСТИ РЕКИ СЛАВЯНКА	
А. Лукьянчук.....	174
ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И РАБОТОЙ ПЕЧЕНИ	
Ш.Р. Мамадалиева, У.Р. Юсупова .....	176
ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ БОЛЕЗНЯМИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ЗА ПЕРИОД С 2015 ПО 2019 ГГ.	
К. Сазонова, Е. Колесникова .....	178
ДАННЫЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В МОНИТОРИНГЕ ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕНЫХ ЗОН	
С. Сапешко .....	180
ВЛИЯНИЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ЗАГРЯНЕННОСТЬ РЕК	
К. Созыгашева, Е. Урусова.....	181
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛАЭС НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ ЗА 2023 ГОД	
Р. Стрелков, Е. Колесникова .....	183
МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В РАЙОНЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС	
В. Тихонова, С. Солодухина.....	185
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРОДСКОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ И РЕШЕНИЙ	
Т.Д. Федотова, Н.Г. Бобылёв.....	187
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В НЕВСКОЙ ГУБЕ	
Л. Чемерис.....	188
ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ	
Д. Элмуродова, Р. Атаниязова .....	191

*Электронное научное издание*

## **ЭКОГИДРОМЕТ – НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ**

*Сборник трудов*

*IV Международной молодежной научно-практической конференции «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон»*

*13-14 марта 2025 года*

Компьютерная верстка: Ю.С. Кузнецова, Т.Ю. Рузанова, Е.В. Астрафьева

Подписано к использованию 20.03.2025

Объем 7,63 МБ

Минимальные системные требования PC, MAC с процессором Intel 1,3 ГГц и выше;  
Microsoft Windows, MAC OSX; 256 Мб (RAM); Adobe Reader

Российский государственный гидрометеорологический университет  
192007, Санкт-Петербург, Воронежская улица, 79  
Тел.: +7 812 633-01-82