

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Вятский государственный университет»  
(Киров, Россия)

Институт биологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук  
(Сыктывкар, Россия)

Ляонинский институт науки и технологии  
(Бэньси, провинция Ляонин, КНР)

## **ЭКОЛОГИЯ РОДНОГО КРАЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Материалы  
II Международной научно-практической конференции  
23–24 апреля 2025 г.

Книга 2

Киров, 2025

УДК 504.06(470.342)(082)  
ББК 20.1+74.200.57  
Э 400

Печатается по рекомендации Научного совета ВятГУ

**Ответственный редактор:**

**Т. Я. Ашихмина**, д-р техн. наук, профессор, зав. НИЛ биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Вятского государственного университета

**Редакционная коллегия:**

**И. Ф. Чадин**, директор, канд. биол. наук, **С. Г. Литвинец**, проректор, канд. с.-х. наук, **Л. И. Домрачева**, профессор, д-р биол. наук, **Л. В. Кондакова**, профессор, д-р биол. наук, **А. С. Олькова**, профессор, д-р биол. наук, **И. Г. Широких**, в. н. с., д-р биол. наук, **Т. А. Адамович**, доцент, канд. геогр. наук, **Е. В. Береснева**, профессор, канд. пед. наук, **Е. В. Дабах**, с. н. с., канд. биол. наук, **М. А. Зайцев**, доцент, канд. пед. наук, **Г. Я. Кантор**, с. н. с., канд. техн. наук, **Е. А. Клековкина**, н. с., доцент, канд. геогр. наук, **Т. И. Кутявина**, с. н. с., канд. биол. наук, **С. В. Пестов**, н. с., доцент, канд. биол. наук, **В. В. Рутман**, м. н. с., **В. М. Рябов**, старший преподаватель, **Е. В. Рябова**, доцент, канд. биол. наук, **М. Л. Сазанова**, н. с., доцент, канд. биол. наук, **Н. В. Сырчина**, доцент, канд. хим. наук, **Е. В. Товстик**, доцент, канд. биол. наук, **А. И. Фокина**, доцент, канд. биол. наук, **О. В. Чернова**, доцент, канд. хим. наук, **С. В. Шабалкина**, доцент, канд. биол. наук.

Э 400      Экология родного края: проблемы и пути их решения : материалы II Международной научно-практической конференции. Книга 2. (г. Киров, 23–24 апреля 2025 г.). – Киров : Вятский государственный университет, 2025. – 388 с.

ISBN 978-5-98228-289-7 (Книга 2)  
ISBN 978-5-98228-290-3

В книгу 2 сборника материалов II Международной научно-практической конференции «Экология родного края: проблемы и пути их решения» вошли статьи по результатам и методам изучения биологии и экологии растений, животных и микроорганизмов в изменяющихся условиях окружающей среды. Значительное место в сборнике занимают материалы по результатам и методам экологического мониторинга.

Сборник материалов конференции предназначен для научных работников, преподавателей, специалистов природоохранных служб и ведомств, аспирантов, студентов высших учебных заведений.

За достоверность сведений, изложенных в материалах конференции, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Благодарим руководство филиала «КЧХК» АО «ОХК «УРАЛХИМ» в г. Кирово-Чепецке за партнерство и сотрудничество.

УДК 504.06(470.342)(082)  
ББК 20.1+74.200.57

ISBN 978-5-98228-289-7 (Книга 2)  
ISBN 978-5-98228-290-3

© Вятский государственный университет  
(ВятГУ), 2025

Общая суммарная степень загрязнения озера Каменик равна 4,1, что соответствует сильной степени загрязнения. Об этом свидетельствует наличие элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.), ряски малой (*Lemna minor* L.) и рдеста блестящего (*Potamogeton lucens* L.).

Общая суммарная трофность озера составила 2,9, что соответствует мезотрофному типу водоема.

Таким образом, за период исследования на территории озера Каменик было обнаружено 19 видов макрофитов, относящихся к 16 родам, 11 семействам и 3 классам.

По показателям степени загрязнения и суммарной трофности озеро Каменик испытывает угнетение от регулярных сбросов воды на реке Кострома, что приводит к резким перепадам уровня воды. Это приводит к экологическим изменениям: озеро зарастает, глубина снижается, на дне образуется большой слой ила.

#### **Библиографический список**

1. Вейсберг Е. И. Структура и динамика сообществ макрофитов озер Ильменского заповедника. Миасс : ИГЗ УрО РАН, 1999. 121 с.
2. Власов Б. П., Гигевич Г. С. Индикаторная роль макрофитов при оценке состояния водоемов Беларуси // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем : сб. материалов междунар. конф. СПб. : ЛЕМА, 2007. С. 161–164.
3. Денисова И. А., Драбкова В. Г., Прыткова М. Я. Проблема зарастания озер, причины и экологические последствия // Экология зарастающего озера и проблема его восстановления. СПб. : Наука, 1999. С. 5–11.
4. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов. Л. : Наука, 1981. 187 с.
5. Глушенков О. В. Школа гидробиологии : теория и практика учебных гидробиологических исследований : учебно-методическое пособие. Чебоксары : Новое время, 2013. 176 с.
6. Культиасов И. М. Экология растений : учебник. М. : МГУ имени М. В. Ломоносова, 1982. 354 с.

### **К ИЗУЧЕНИЮ СВЯЗИ ФИТОПЛАНКТОНА С СОДЕРЖАНИЕМ ФЕНОЛОВ И РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ВОДОЕМАХ**

**К. И. Абрамова**

*Институт проблем экологии и недропользования  
Академии наук Республики Татарстан,  
г. Казань, Россия, kseniaiv@yandex.ru*

На примере нижнего течения реки Казанки (Казань, Республика Татарстан) проведен анализ корреляционной связи состава и структуры фитопланктона с содержанием фенолов и растворенного кислорода в воде. Обсуждается влияние метеорологических факторов на степень взаимосвязи фитопланктона с гидрохимическими показателями.

Ключевые слова: фитопланктон, кислородный режим, фенолы, корреляционная связь, атмосферные осадки, река Казанка.

Фитопланктон является основой водных пищевых цепей, играет ключевую роль в функционировании водных экосистем. Его развитие зависит от абиотических факторов окружающей среды. В свою очередь, фитопланктон влияет на химический состав воды, участвуя в процессах фотосинтеза, минерализации и газообмена. Благодаря своей фотосинтетической активности вносит вклад в обогащение воды кислородом [1], а продукты его метаболизма могут быть источником вторичного загрязнения воды фенолами в период массового развития водорослей [2–4]. В то же время процесс самоочищения водоемов от фенолов происходит под влиянием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами, с затратами растворенного кислорода [5]. Таким образом, абиотические факторы и биотические компоненты в водоемах неразрывно связаны. Экосистема водоема – это единство биотических сообществ и их физико-химической среды [6].

Изучение корреляционных связей структуры и состава фитопланктона с гидрохимическими показателями является не только фундаментальной научной задачей, но и практической необходимостью. Оно необходимо для формирования методов рационального управления водными ресурсами и минимизации антропогенной нагрузки. Цель работы – изучение корреляционной связи количественного развития фитопланктона с содержанием фенолов и растворенного кислорода.

Объектом нашего исследования стал слабопроточный эвтрофный участок нижнего течения р. Казанки, располагающийся в центральной части города-миллионника Казани (Республика Татарстан). Акватория находится под техногенным прессом. Принимает значительные объемы ливневых сточных вод с городской территории. Имеет важное природно-эстетическое, рекреационное и экологическое значение. Мониторинг акватории проводился в весенне-летнюю межень 2017–2020 гг. путем отбора проб из поверхностного слоя воды с борта лодки.

Акватория исследуемого участка Казанки подвержена эвтрофикации, «цветению воды» цианобактериями (ЦБ) [7, 8]. Систематически фиксируются высокие показатели биохимического и химического потребления кислорода, приводящего к возникновению локального дефицита  $O_2$  в акватории. Кроме того, отмечается превышение ПДК<sub>рх</sub> (предельно допустимая концентрация рыбохозяйственного значения) по фенолам [9].

Многолетние наблюдения за данным речным участком позволили выявить корреляционную связь структуры фитопланктона с содержанием фенолов и растворенного кислорода в воде.

В летний период в условиях доминирования ЦБ, численность которых составляет более 160 млн кл./л и биомасса – 11 мг/л, вторичное загрязнение устьевой области реки фенолами связано с массовым развитием *Aphanizomenon flos-aquae* и *Planktothrix agardhii* (0,66,  $p < 0,05$ ). В период

«цветения» воды Cyanoprokaryota (доля от общей численности и биомассы достигает более 90%) содержание фенолов может подниматься до уровня 3–4 ПДК<sub>рх</sub>. В сезон активного развития диатомовых водорослей (в конце весны и в начале лета) содержание фенолов не превышает ПДК<sub>рх</sub>. Корреляционная связь между количественными показателями Bacillariophyta и фенольными соединениями отрицательная ( $-0,62$ ,  $p < 0,05$ ). Кроме того, их связь с другими группами фитопланктона (криптофитовые, динофитовые; менее 5% от общей), слабая или отсутствует. Установлено, что одним из факторов, регулирующих корреляцию фитопланктона с содержанием фенола, является количество выпавших осадков. В условиях теплого дождливого лета и активного развития ЦБ возрастает риск увеличения содержания фенолов в устьевом участке р. Казанки [10].

Содержание растворенного кислорода в воде за весь период наблюдений не опускалось ниже нормативных значений и варьировало в пределах 6,2–17,0 мгО<sub>2</sub>/л. На динамику содержания растворенного кислорода в водоемах влияет видовой состав альгофлоры [11]. Обогащение воды кислородом в Казанке преимущественно связано ( $p < 0,05$ ) с зелеными (0,69) и диатомовыми (0,56) водорослями. Состав зеленых представлен пор. Sphaeropleales (р. *Desmodesmus*, *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, *Tetradesmus*, *Coelastrum*) и Chlamydomonadales (р. *Chlamydomonas*, *Pandorina*). Диатомеи представлены центричными формами, р. *Nitzschia* и *Synedra* [12].

В то время как ЦБ являются фотосинтезирующими организмами, их обилие с содержанием растворенного кислорода в устьевом участке имеет высокую отрицательную связь ( $-0,76$ ). Это обусловлено чрезмерным развитием Cyanoprokaryota и значительным вкладом их в образование органического вещества (0,60–0,78), приводящим к снижению содержания растворенного кислорода. Увеличение органического вещества (по показателям биологического (БПК<sub>5</sub>) и химического потребления (ХПК) кислорода) в реке связано преимущественно с развитием синезеленых (0,60–0,78) и динофитовых (0,53–0,69).

Установлено влияние метеорологических показателей (количество выпавших осадков и температура воздуха) на количественные показатели фитопланктона и кислородный режим. В условиях сухого и теплого лета на слабопроточном участке Казанки активный рост ЦБ может приводить к преобладанию деструкционных процессов над продукционными, к повышению ПДК<sub>рх</sub> органических веществ и уменьшению содержания растворенного кислорода.

Обобщая вышесказанное, следует отметить, что низкопроточные акватории, находящиеся в черте крупных городов, уязвимы к антропогенным воздействиям и подвержены эвтрофикации, «цветению» ЦБ. Особое пристальное внимание должно быть обращено на водоемы в условиях сухого и теплого летнего сезона. В этот период возрастают риски увеличения содержания фенолов и органического вещества, уменьшения содержания раство-

ренного кислорода, формирования дефицита  $O_2$  в воде и, как следствие, замора гидробионтов и замедления процесса самоочищения.

### Библиографический список

1. Девяткин В. Г., Метелева Н. Ю. О роли фитопланктона в формировании кислородного режима водоема в связи с климатическими вариациями // Вода: химия и экология. 2012. № 12. С. 68–74.
2. Sakevich A. I., Usenko O. M. Phenol compounds in water of Dnieper reservoirs // *Gidrobiol. Zh.* 2002. Vol. 38. No. 4. P. 103–112.
3. Changes in water hydrochemistry in Bays of the Bratsk Reservoir caused by forest harvesting operations / V. I. Poletaeva, M. V. Pastukhov, N. A. Zaguroloko, G. A. Belogolova // *Water Resources*. 2018. Vol. 45. No. 3. P. 369–378.
4. Zyska-Haberecht B., Niemczyk E., Lipok J. Metabolic relation of cyanobacteria to aromatic compounds. DOI: 10.1007/s00253-018-9568-2 // *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2019. Vol. 103. No. 3. P. 1167–1178.
5. Временные указания по санитарной охране водоемов от загрязнения фенолами / под ред. Ю. Лебедева. М. : Мин-во здравоохранения СССР, 1958. 31 с.
6. Одум Ю. Экология. В 2 т. Т. 1. М. : Мир, 1986. 328 с.
7. Абрамова К. И., Токинова Р. П. Межгодовая динамика летнего фитопланктона в устьевой области реки Казанки (г. Казань) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2020. Т. 29. № 3. С. 89–94.
8. Абрамова К. И., Токинова Р. П. Пространственное распределение цианобактерий в фитопланктоне реки Казанки // *Российский журнал прикладной экологии*. 2023. № 1. С. 21–27.
9. Оценка вклада загрязняющих веществ в формирование класса загрязненности поверхностных вод / В. С. Валиев, Д. В. Иванов, Р. Р. Шагидуллин и др. // *Российский журнал прикладной экологии*. 2018. № 3. С. 57–64.
10. Абрамова К. И., Токинова Р. П., Шагидуллин Р. Р. Анализ связи фитопланктона с содержанием фенолов в устьевой области реки Казанки (г. Казань) // *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*. 2020. № 137. С. 38–46.
11. Пронина Г. И., Корягина Н. Ю., Терентьев П. В. Воздействие фитопланктона на кислородный режим рыбохозяйственного водоема в условиях низких температур // *Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство*. 2016. № 1. С. 52–61.
12. Анализ корреляционной связи между развитием фитопланктона и кислородным режимом устьевой области реки / К. И. Абрамова, Р. П. Токинова, Н. Р. Водунов, Р. Р. Шагидуллин // *Труды Карельского научного центра РАН*. 2021. № 5. С. 20–31.