

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

Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education
Vyatka State University
(Kirov, Russia)

Institute of Biology of Komi Scientific Center
of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
(Syktyvkar, Russia)

Liaoning Institute of Science and Technology
(Benshi, Liaoning Province, PRC)

HOME COUNTRY ECOLOGY: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Proceedings
of the II International Scientific and Practical Conference
April 23–24, 2025

Chapter 2

Kirov, 2025

УДК 504.06(470.342)(082)

ББК 20.1+74.200.57

Н 76

Printed on the recommendation of the Scientific Council of VyatSU

Responsible editor:

T. Ya. Ashikhmina, Dr. of Engineering, Professor, Head of Biomonitoring Research Laboratory of the Institute of Biology of Komi Scientific Center of Ural branch of RAS and Vyatka State University.

Editorial Board:

I. F. Chadin, Director, Ph.D. in Biology, **S. G. Litvinets**, Vice-Rector, Ph.D. in Agricultural Sciences, **L. I. Domracheva**, Professor, Dr. of Biology, **L. V. Kondakova**, Professor, Dr. of Biology, **A. S. Olkova**, Professor, Dr. of Biology, **I. G. Shirokikh**, Leading Researcher, Dr. of Biology, **T. A. Adamovich**, Associate Professor, Ph.D. in Geography, **E. V. Beresneva**, Professor, Ph.D. in Pedagogic, **O. V. Chernova**, Associate Professor, Ph.D. in Chemistry, **E. V. Dabakh**, Senior Scientist, Ph.D. in Biology, **A. I. Fokina**, Associate Professor, Ph.D. in Biology, **G. Y. Kantor**, Senior Researcher, Ph.D. in Engineering, **E. A. Klekovkina**, Researcher, Associate Professor, Ph.D. in Geography, **T. I. Kutyavina**, Senior Scientist, Ph.D. in Biology, **S. V. Pestov**, Researcher, Associate Professor, Ph.D. in Biology, **V. V. Rutman**, Junior Researcher, **V. M. Ryabov**, Senior Lecturer, **E. V. Ryabova**, Associate Professor, Ph.D. in Biology, **M. L. Sazanova**, Researcher, Associate Professor, Ph.D. in Biology, **S. V. Shabalkina**, Associate Professor, Ph.D. in Biology, **N. V. Syrchina**, Associate Professor, Ph.D. in Chemistry, **E. V. Tovstik**, Associate Professor, Ph.D. in Biology, **M. A. Zaitsev**, Associate Professor, Ph.D. in Pedagogic.

Н 76 Home Country Ecology: Problems and Solutions : Proceedings of the II International Scientific & Practical Conference. Chapter 2. (Kirov, April 23–24, 2025). – Kirov : Vyatka State University, 2025. – 388 p.

ISBN 978-5-98228-289-7 (Chapter 2)

ISBN 978-5-98228-290-3

Chapter 2 of the Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference “Home Country Ecology: problems and solutions” includes papers on the results and methods of studying the biology and ecology of plants, animals and microorganisms in a changing environment. A significant place is occupied by materials on the results and methods of environmental monitoring.

The conference proceedings are intended for researchers, teachers, specialists of environmental services and departments, postgraduates, students of higher educational institutions.

The authors are responsible for the accuracy of the information contained in the conference proceedings. The opinion of the editorial board may not coincide with the opinion of the authors.

We would like to thank the management of the KCChK Branch of JSK URALCHEM in Kirovo-Chepetsk for partnership and cooperation.

УДК 504.06(470.342)(082)

ББК 20.1+74.200.57

ISBN 978-5-98228-289-7 (Chapter 2)

ISBN 978-5-98228-290-3

© Vyatka State University (VyatSU), 2025

6. Фролова С. В., Демин В. А. Методика выполнения измерений массовой концентрации лигнинных веществ в природных, питьевых, сточных и очищенных сточных водах фотометрическим методом // Комитет РФ по стандартизации, метрологии и сертификации ВНИИМ им. Менделеева (СПб.), МВИ 2-2003. Свидетельство № 242/212-03, 17.11.2003.

ПЛОЩАДЬ МЕЛКОВОДИЙ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УРОВНЯХ

O. В. Никитин¹, Н. Ю. Степанова², Р. С. Кузьмин¹, В. З. Латыпова²

¹ ООО «Экоаудит», г. Казань, Россия, olnova@mail.ru,

² Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия, step090660@yandex.ru

Мелководные зоны играют важную роль в функционировании водохранилищ. При колебании уровенного режима площадь мелководий может существенно изменяться, что напрямую влияет на экологическое состояние водоёма. В данной работе была оценена площадь мелководий Куйбышевского водохранилища при различных эксплуатационных уровнях.

Ключевые слова: водохранилище, Куйбышевское водохранилище, уровень воды, эксплуатационные уровни, мелководье, мелководная зона.

Мелководные зоны водохранилищ играют важную роль в поддержании биоразнообразия и устойчивости водных экосистем. Эти участки, характеризующиеся небольшой глубиной и высокой проницаемостью солнечного света, служат местами нереста, нагула и укрытия для многих видов рыб, а также важными биотопами для водоплавающих птиц, земноводных и беспозвоночных. Благодаря активным процессам фотосинтеза, мелководья являются зонами повышенной продуктивности, где формируется значительная часть органического вещества, поступающего в пищевые цепи водоёма [1, 2].

Кроме того, мелководные участки выполняют важные фильтрационные и биогеохимические функции, способствуя очистке воды от избытков биогенных элементов и загрязняющих веществ. Их растительность стабилизирует донные отложения, уменьшая эрозию берегов и заиление водохранилища. В условиях антропогенного воздействия и колебания уровенного режима (например, при сезонном регулировании стока или гидроэнергетических операциях) площадь мелководий может существенно изменяться, что напрямую влияет на экологическое состояние водоёма [3, 4]. В связи с этим, получение данных о связи динамики уровней воды и площади мелководий представляется ценным и актуальным [5].

Куйбышевское водохранилище (КВ) расположено в Среднем Поволжье и Нижнем Прикамье Европейской части России. Оно было создано в 1955–1957 гг. при строительстве плотины Жигулёвской ГЭС (ранее Куйбышевская ГЭС) на р. Волге вблизи Жигулёвска и Тольятти в Самарской области. Куйбышевское водохранилище является крупнейшим в Волж-

ско-Камском каскаде и одним из крупнейших в мире. Водохранилище занимает площадь 5900 км² и имеет общую емкость 57,3 км³. Акватория КВ имеет сложную конфигурацию: на всем протяжении обширные озерные участки (15–20 км) чередуются с узкими проливами, ширина которых не превышает 3–5 км [6, 7].

Куйбышевское водохранилище является водоёмом многоцелевого назначения, вследствие чего режимы его эксплуатации представляют собой сложный многокритериальный процесс, основанный на необходимости соблюдения баланса между устойчивым функционированием водной экосистемы и удовлетворением потребностей различных отраслей хозяйства. Основным инструментом управления для этого является регулирование уровенного режима водохранилища и поддержание уровня воды на оптимальных отметках посредством контроля расходов воды на входных створах (Чебоксарская и Нижнекамская ГЭС) и сбросов через гидротехнические сооружения Жигулёвской ГЭС. Решения о режимах сбросов принимаются на основе анализа фактической гидрологической обстановки, прогнозов приточности, а также с учетом сезонных и межгодовых изменений водного режима [3].

В настоящее время режим работы КВ устанавливается Федеральным агентством водных ресурсов Российской Федерации (Росводресурсы) на основании решения Межведомственной рабочей группы по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада в соответствии с действующими Основными правилами использования водных ресурсов Куйбышевского водохранилища на р. Волге, утвержденными приказом Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР от 11 ноября 1983 г. № 596. В соответствии с данными правилами для КВ установлены следующие основные эксплуатационные параметры: нормальный подпорный уровень (НПУ) – 53 м Балтийской системы (м БС), минимальный навигационный уровень – 49 м БС, уровень предполоводной сработки – 48 м БС и уровень мертвого объёма (УМО) – 45,5 м БС.

Цель данной работы – оценить площадь мелководий Куйбышевского водохранилища при различных эксплуатационных уровнях.

В пределах водохранилища выделяются глубоководные и мелководные зоны. Мелководная зона определяется как участок акватории, где верхняя граница соответствует уровню воды при НПУ, а нижняя – двухметровой [6, 8] или трёхметровой [2, 5] глубине при любом уровне воды. Сезонное регулирование уровня воды приводит к изменениям площади мелководной зоны. Весной водохранилище заполняется до НПУ, который поддерживается 2–3 месяца. После этого уровень постепенно снижается к зиме, достигая отметок на 4–7 м ниже НПУ. Это приводит к значительным изменениям площади акватории, включая зоны мелководий, которые при спаде уровня воды могут сильно сокращаться.

Мелководья можно разделить на две группы: обводнённые и осушённые участки. Это разделение принципиально важно, так как осушённые мелководья представляют собой особый ландшафтный элемент, характерный для

равнинных водохранилищ. Они имеют специфический режим, уникальный грунтовый комплекс, а также отличаются формированием особой флоры и фауны. Зимой грунты осушенных участков промерзают, а летом такие зоны зарастают наземной растительностью. Важным фактором является не только величина площади затопляемых и осушаемых мелководий, но и время начала и конца этих процессов, а также общая продолжительность затопления или осушения [8].

Площадь мелководий КВ в данной работе была определена на основе данных [9], отражающих площади водной поверхности при различных отметках уровня. Обводнённые мелководья определялись как участки акватории с глубинами до 2 и 3 м от текущего уровня воды в диапазоне от 53 (НПУ) до 45 м БС (рис. А). Площадь осушенных мелководий рассчитывалась как разница между площадью водоёма при НПУ и площадью при выбранном уровне. Полученные результаты хорошо аппроксимируются полиномами второй степени.

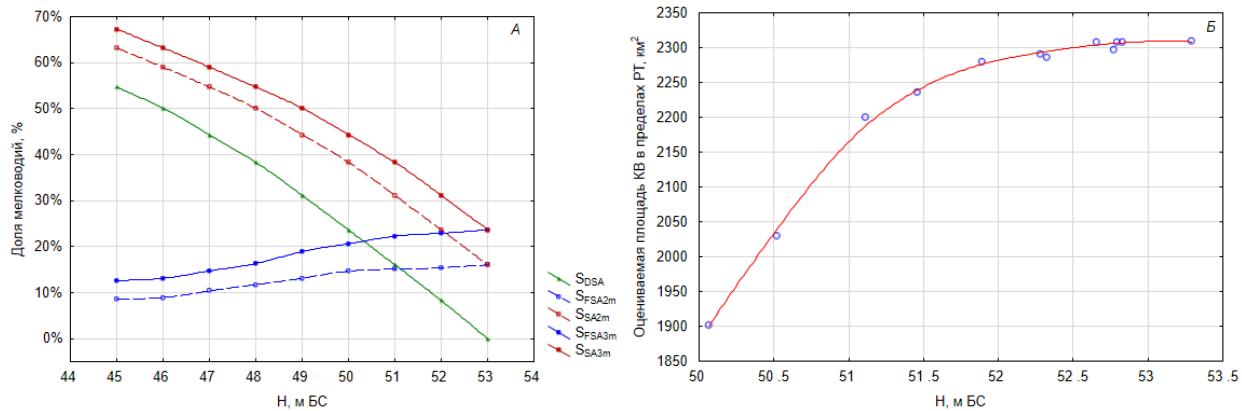


Рис. Динамика площади мелководий Куйбышевского водохранилища при разных уровнях воды (А); обозначения: S_{FSA2m}/S_{FSA3m} – обводнённые мелководья (≤ 2 м/3 м, синяя пунктирная/сплошная); S_{DSA} – осушенные мелководья (зелёная сплошная); S_{SA2m}/S_{SA3m} – общая площадь мелководий (≤ 2 м/3 м, красная пунктирная/сплошная).

Площадь акватории Куйбышевского водохранилища в пределах Республики Татарстан при разных уровнях воды по данным спутникового зондирования (Б)

Для расчёта доли лitorали Куйбышевского водохранилища глубиной менее двух (S_{FSA2m}) и трёх (S_{FSA3m}) метров, а также общей доли мелководий (S_{SA2m} и S_{SA3m} , включающей осушенные и затапливаемые участки) по гипсометрическим данным были получены следующие значимые ($p < 0,0001$) зависимости, в которых предиктором выступает уровень водохранилища (H , м БС; в диапазоне 45–53 м БС):

$$\begin{aligned}
 S_{FSA2m} &= 0,000105 \cdot H^2 - 0,125709 \quad (R^2 = 0,956); \\
 S_{SA2m} &= -0,00301 \cdot H^2 + 0,23575 \cdot H - 3,88911 \quad (R^2 = 0,999); \\
 S_{FSA3m} &= 0,000158 \cdot H^2 - 0,196457 \quad (R^2 = 0,974); \\
 S_{SA3m} &= -0,00277 \cdot H^2 + 0,21812 \cdot H - 3,52897 \quad (R^2 = 0,999).
 \end{aligned}$$

В указанном диапазоне уровенного режима доля обводнённых мелководий (S_{FSA2m} и S_{FSA3m}) в среднем составляет 13 и 18% от площади водохранилища, постепенно снижаясь с 16 и 24% при НПУ до 9 и 13% при УМО (45,5 м БС). Доля осущененных мелководий (S_{DSA}) варьируется в более широких пределах: от нулевого значения при НПУ до 55% при 45 м БС. При этом общая площадь мелководий (S_{SA2m} и S_{SA3m}) при УМО достигает значений 61 и 66%, в среднем составляя 42 и 48%. Также можно выделить акваторию с глубинами до 4 м, составляющую до трети площади водохранилища при НПУ, как потенциально наиболее активную зону пузырьковой эмиссии метана по литературным данным [10].

Доля мелководной зоны КВ относительно невелика по сравнению с другими волжскими водохранилищами. В литературе площадь мелководий при НПУ оценивается разными авторами от 10,5 до 15% общей площади, при этом отмечается, что основная часть мелководий сосредоточена в Волго-Камском и Волжском плёсах [6].

В 2019–2024 гг. уровенный режим водохранилища в период открытой воды изменялся в широком диапазоне значений от 50 до 53,3 м БС, что позволило получить информацию о площади водной поверхности (определенной по индексу MNDWI [7], рис. Б) и осушенных территорий при различных отметках уровня по данным спутникового зондирования. Например, при НПУ доля мелководий (S_{FSA3m}) в пределах Республики Татарстан составляет около 20% (от площади акватории 2310 км²).

Суточные и недельные колебания уровня воды, вызванные работой гидроузлов, также изменяют площадь акватории. Ветровые нагоны и сгоны дополняют эту картину, приводя к временным изменениям площади водного зеркала и мелководной зоны. При сильных ветрах такие изменения могут достигать десятков квадратных километров [11]. Также стоит отметить, что площади мелководных участков в водохранилищах не остаются постоянными во времени, а имеют тенденцию к увеличению. Прирост, в основном, обусловлен процессами переформирования берегов и за 10–25-летний период эксплуатации составляет 0,5–5% от их первоначальной площади, в частности для КВ прирост за 20-летний период составил 2,3% [8].

Эти динамические процессы напрямую влияют на экосистему водоёма. Мелководные участки являются важными зонами биологической продуктивности [1], особенно в период весеннего половодья [2], а также играют существенную роль в биохимических процессах, связанных с потоками углерода [10, 12, 13]. Как отмечено в рекомендациях Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) по инвентаризации [14], эмиссии парниковых газов из зон обмеления (в результате как естественного, так и искусственного регулирования уровня воды) считаются значительными и по величине на единицу площади сопоставимы с выбросами с водной поверхности [15, 16]. Поэтому такие зоны учитываются при оценке выбросов парниковых газов из затопленных территорий.

Исследование динамики площади мелководий Куйбышевского водохранилища при различных эксплуатационных уровнях позволяет оценить степень трансформации критически важных местообитаний и прогнозировать последствия для экосистемы в целом. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации управления водными ресурсами с учётом как хозяйственных, так и природоохранных задач.

Библиографический список

1. Халиуллина Л. Ю., Яковлев В. А. Фитопланктон мелководий в верховьях Куйбышевского водохранилища. Казань : Изд-во Академии наук РТ, 2015. 171 с.
2. Динамика запасов и биологические показатели основных промысловых видов рыб Куйбышевского водохранилища за период 2001–2021 гг., их освоение промыслом / Ф. М. Шакирова, О. К. Анохина, А. А. Смирнов, Г. Д. Валиева. DOI: 10.36038/0234-2774-2023-24-3-77-95 // Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24. № 3. С. 77–95.
3. Качество поверхностных вод куйбышевского водохранилища в условиях различной водности / В. З. Латыпова, О. В. Никитин, Н. Ю. Степанова и др. // Российский журнал прикладной экологии. 2015. № 4 (4). С. 25–32.
4. Влияние уровенного режима на естественное воспроизводство рыб Куйбышевского водохранилища / Ф. М. Шакирова, Ю. А. Северов, В. З. Латыпова и др. DOI: 10.24852/2411-7374.2021.2.23.31 // Российский журнал прикладной экологии. 2021. № 2 (26). С. 23–31.
5. Минина Л. М., Минин А. Е., Моисеев А. В. Влияние динамики уровней воды в весенний период на площадь нерестилищ и эффективность естественного воспроизводства лимнофильных видов рыб Чебоксарского водохранилища. DOI: 10.36038/2307-3497-2021-185-84-93 // Труды ВНИРО. 2021. Т. 185. С. 84–93.
6. Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) / отв. ред. Г. С. Розенберг, Л. А. Выхристюк. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2008. 123 с.
7. Пространственно-временная динамика «цветения» фитопланктона в Куйбышевском водохранилище по данным спутникового зондирования / О. В. Никитин, Н. Ю. Степанова, Т. А. Кондратьева и др. DOI: 10.21046/2070-7401-2024-21-6-284-293 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2024. Т. 21. № 6. С. 284–293.
8. Биологические ресурсы водохранилищ / отв. ред. Н. В. Буторин, А. Г. Поддубный. М. : Наука, 1984. 277 с.
9. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Куйбышевское и Саратовское водохранилища / под ред. В. А. Знаменского, П. Ф. Чигиринского. Л. : Гидрометеоиздат, 1978. 268 с.
10. Methane emissions from lakes: dependence of lake characteristics, two regional assessments, and a global estimate / D. Bastviken, J. Cole, M. Pace, L. Tranvik. DOI: 10.1029/2004gb002238 // Global Biogeochemical Cycles. 2004. Vol. 18. No. 4.
11. Куйбышевское водохранилище / отв. ред. А. В. Монаков. Л. : Наука, 1983. 214 с.
12. Assessment of methane levels throughout a temperate reservoir area using remote sensing data / O. Nikitin, N. Stepanova, S. Gubeeva, et al. DOI: 10.1051/e3sconf/202455501009 // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 555. Article No. 01009.
13. Оценка содержания метана над акваторией Куйбышевского водохранилища по данным дистанционного зондирования земли / О. В. Никитин, Н. Ю. Степанова, С. К. Губеева и др. // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб/ трудов XXV Междунар. науч.-практ. конф. М. : РУДН, 2024. С. 397–401.

14. IPCC. 2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories / Eds. E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, et al. IPCC, Switzerland, 2019.

15. Surface methane emissions from different land use types during various water levels in three major drawdown areas of the Three Gorges Reservoir / L. Yang, F. Lu, X. Wang, et al. DOI: 10.1029/2011jd017362 // J. Geophys. Res. Atmos. 2012. Vol. 117.

16. Carbon dioxide emissions from the flat bottom and shallow Nam Theun 2 Reservoir: drawdown area as a neglected pathway to the atmosphere / C. Deshmukh, F. Guérin, A. Vongkhamsao, et al. DOI: 10.5194/bg-15-1775-2018 // Biogeosciences. 2018. Vol. 15. No. 6. P. 1775–1794.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ ХУДОЛАЗ: ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОМ И СУЛЬФАТАМИ

**Д. Ф. Сафиуллин^{1, 2}, В. И. Сафарова^{1, 2}, Е. В. Фатьянова^{1, 2},
Р. М. Хатмуллина^{1, 2}, Г. Ф. Шайдулина¹**

¹ ГБУ РБ Управление государственного аналитического контроля,
г. Уфа, Россия, *dinis_saf@bk.ru*,

² Уфимский государственный нефтяной технический университет,
г. Уфа, Россия

Приведена динамика изменения концентраций сульфатов и железа в воде и донных отложениях р. Худолаз в створах, расположенных выше и ниже устья р. Карагайлы, за период 2014–2024 гг.

Ключевые слова: донные отложения, сульфаты, железо.

Юго-восточная часть Республики Башкортостан уже много лет подвергается интенсивному техногенному воздействию со стороны горно-обогатительных комбинатов (ГОК). Наиболее подвержены техногенному воздействию малые реки Южного Урала, которые являются начальными элементами бассейнов рек Урал и Обь. Их уязвимость к загрязнению обусловлена низким объёмом стока и ограниченной способностью к самоочищению. К таким рекам относятся реки Карагайлы и Худолаз, играющие ключевую роль в поддержании местных экосистем [1].

Сточные воды ГОК, содержащие тяжёлые металлы и сульфаты, оказывают негативное влияние на экологическое состояние этих рек, что ставит под угрозу сохранение их природных функций. Традиционные методы очистки промышленных сточных вод, применяемые на предприятиях, не обеспечивают достаточной защиты природных вод, что делает актуальным изучение динамики загрязнения и разработку новых подходов к минимизации антропогенной нагрузки [2]. На уровень загрязнения воды сульфатами и металлами влияет не только их количество с поступающими сточными водами, но и протекание внутриводоёмных процессов, в результате которых могут меняться значения показателя pH и окислительно-восстановительного потенциала. Изменение условий среды в водоёмах в некоторых случаях может