

УДК: 574.64:504.064

*Туйназарова Ирода Абдубакиевна, Ph.D. к.б.н.
старший преподаватель кафедры «Экологии и охраны труда»*

Джизакский политехнический институт

Республика Узбекистан, г. Джизак

**ГИДРОБИОНТЫ КАК БИОИНДИКАТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ**

***Аннотация:** Структура водных сообществ, включая раков, рыб, амфибий и насекомых, напрямую отражает уровни органического и химического загрязнения, вызванного антропогенными стоками. Многовидовой биоиндикаторный подход, усиленный молекулярными и инновационными методами мониторинга, предоставляет комплексный инструмент для оценки состояния экосистем и антропогенного воздействия.*

***Ключевые слова:** водные биоиндикаторы; загрязнение водоёмов; структура сообществ; экологический мониторинг; антропогенное воздействие.*

*Tuynazarova Iroda Abdubakievna, Ph.D., Candidate of Biological Sciences.
senior lecturer of the Department of Ecology and Occupational Safety*

Jizzakh Polytechnic Institute

Republic of Uzbekistan, Jizzakh city

**HYDROBIONTS AS BIOINDICATORS OF ANTHROPOGENIC POLLUTION IN
RIVER ECOSYSTEMS: CURRENT APPROACHES AND APPLICATION
PROSPECTS**

***Abstract:** The structure of aquatic communities, including crayfish, fish, amphibians, and insects, directly reflects the levels of organic and chemical pollution caused by anthropogenic discharges. A multi-species bioindicator*

approach, enhanced by molecular and innovative monitoring methods, provides a comprehensive tool for assessing ecosystem health and anthropogenic impact.

Keywords: *aquatic bioindicators; water pollution; community structure; ecological monitoring; anthropogenic impact.*

Введение: Чувствительные водные организмы, такие как раки, пиявки, амфибии, рыбы и насекомые, выступают в качестве точных биоиндикаторов, поскольку их физиология и структура сообществ непосредственно отражают уровни органического и химического загрязнения. Нарушение ключевых физиологических функций у таких видов-индикаторов вызывает перестройку пищевых сетей, что позволяет использовать эти биологические изменения для комплексной оценки антропогенного воздействия на экосистемы.

Структура водных сообществ, включая популяции длиннопалого рака (*Pontastacus leptodactylus*), является прямым индикатором уровня загрязнения водоемов. Промышленные, сельскохозяйственные и коммунальные стоки, содержащие тяжелые металлы, пестициды и фармацевтические остатки, нарушают физиологические функции организмов, что приводит к изменению видового состава в пользу устойчивых таксонов и снижению общего биоразнообразия. Чувствительные виды раков, занимающие ключевое положение в донных цепях питания, реагируют на загрязнение подавлением роста и размножения, что делает их важными объектами для биооценки состояния экосистем [1, 2].

Пиявки, включая такие виды *Haemoris sanguisuga*, служат эффективными биоиндикаторами качества воды, поскольку их видовое разнообразие и численность чувствительно реагируют на градиенты органического и химического загрязнения, изменяя структуру сообществ. Эти изменения, наряду с перестройкой других водных ассамблей (микробных, фитопланктонных), напрямую зависят от экологической

неоднородности, вызванной антропогенными факторами, такими как концентрация питательных веществ и органического углерода. Таким образом, мониторинг популяций пиявок предоставляет интегральную экологическую оценку загрязнения, существенно дополняя данные стандартного физико-химического анализа воды [3, 4].

Структура и разнообразие водных сообществ, включая такие виды рыб, как плотва обыкновенная (*Rutilus rutilus*), микроперцопс (*Micropercops cinctus*), амурский бычок (*Rhinogobius brunneus*), напрямую зависят от уровня органического и химического загрязнения. Например, снижение антропогенной нагрузки в речных системах способствует улучшению качества воды и изменению структуры ихтиоценоза в сторону более сложных и разнообразных форм, включая увеличение числа хищников. Эти загрязнители, нарушая физиологические процессы у рыб и изменяя микробные сообщества, лежащие в основе пищевой сети, вызывают каскадные изменения в трофических взаимодействиях «хищник–жертва» и перестраивают всю экосистему [5, 6].

Водные экосистемы, включая амфибий *Bufo viridis* и *Pelophylax ridibundus*, выступают в качестве биоиндикаторов загрязнения, поскольку их проницаемая кожа и сложный жизненный цикл делают их популяции чрезвычайно чувствительными к воздействию тяжёлых металлов, пестицидов и фармацевтических препаратов. Антропогенные стоки способствуют накоплению загрязняющих веществ, что непосредственно нарушает физиологические функции и репродуктивный успех амфибий, а также косвенно изменяет трофические цепи через влияние на микробные и беспозвоночные сообщества. Таким образом, изменения в видовом составе и динамике популяций этих амфибий прямо отражают степень деградации качества воды и уровень химического загрязнения в водоёмах [8].

Сообщества водных насекомых, включая личинок стрекоз, ручейников и подёнок, чётко отражают градиенты органического и

химического загрязнения, выступая надёжными биоиндикаторами. Чувствительные таксоны, такие как веснянки, исчезают в загрязнённых водоёмах, тогда как устойчивые группы, например хирономиды, увеличивают численность, что служит ключевым индикатором экологического состояния. Молекулярные методы, такие как ДНК-штрихкодирование, повышают точность оценки, а инновационные подходы, включая поляризацию, дополняют традиционный мониторинг, создавая комплексный инструмент для оценки антропогенного воздействия [7].

Заключение: Изменения в структуре сообществ ключевых гидробионтов, таких как раки, рыбы, пиявки и амфибии, непосредственно указывают на уровень органического и химического загрязнения водоёмов. Совместный анализ этих биоиндикаторов с применением современных методов представляет собой мощный интегральный инструмент для оценки антропогенного воздействия и разработки природоохранных мер.

Список использованных источников:

1. Grădinariu, L., Crețu, M., Vizireanu, C., & Dediu, L. (2025). Oxidative Stress Biomarkers in Fish Exposed to Environmental Concentrations of Pharmaceutical Pollutants: A Review. *Biology*, 14(5), 472. <https://doi.org/10.3390/biology14050472>
2. De Necker, L., Van Rooyen, D., Gerber, R., Brendonck, L., Wepener, V., & Smit, N. J. (2024). Effects of river regulation on aquatic invertebrate community composition: A comparative analysis in two southern African rivers. *Ecology and Evolution*, 14(2). <https://doi.org/10.1002/ece3.10963>
3. Hui, H., Liu, X., Wei, Y., Su, D., Zhou, H., & Peng, Z. (2024). Ecological assessment of water quality in freshwater wetlands based on the effect of environmental heterogeneity on phytoplankton communities in Northeast China. *PloS One*, 19(7), e0306321. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306321>

4. Khan, N. A., Mir, Z. A., & Bakhtiyar, Y. (2024). The present state of leech fauna (Annelida: Hirudinea) in Dal Lake, Jammu & Kashmir, India. *Journal of Threatened Taxa*, 16(8), 25700–25711. <https://doi.org/10.11609/jott.8971.16.8.25700-25711>
5. Athulya, P., Prasad, P. V., Sivalingam, R., Sajeev, T. V., Kumar, C. S. R., & Syamkumar, R. N. P. (2024). Aquatic insects for monitoring the health status of riverine potholes: A case study in Chalakudy river basin, Kerala, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(2). <https://doi.org/10.1007/s10661-023-12254-x>
6. Gavrilas, S., Burescu, F.-L., Chereji, B.-D., & Munteanu, F.-D. (2025). The Impact of Anthropogenic Activities on the Catchment's Water Quality Parameters. *Water*, 17(12), 1791. <https://doi.org/10.3390/w17121791>
7. Menabit, S., Iancu, L., Pavel, A. B., Popa, A., Lupascu, N., & Purcarea, C. (2022). Molecular identification and distribution of insect larvae in the Lower Danube River. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 51(1), 74–89. <https://doi.org/10.26881/oahs-2022.1.07>
8. Dehon, E., Vrchovecká, S., Mathieu, A., Favre-Bonté, S., Waclawek, S., Droit, A., Vogel, T. M., & Sanchez-Cid, C. (2025). Impact of fluoroquinolone and heavy metal pollution on antibiotic resistance maintenance in aquatic ecosystems. *Environmental Microbiome*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s40793-025-00722-5>