



УДК 574.5:591.524.12.08

## ОЦЕНКА НЕ СВЯЗАННОЙ С ХИЩНИЧЕСТВОМ СМЕРТНОСТИ РАЧКОВОГО ЗООПЛАНКТОНА ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ КУЙБЫШЕВСКОГО ВООХРАНИЛИЩА

**Жихарев Вячеслав Сергеевич**, ассистент кафедры экологии  
Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО ННГУ

**Гаврилко Дмитрий Евгеньевич**, к.б.н., преподаватель кафедры экологии  
Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО ННГУ

**Шурганова Галина Васильевна**, д.б.н., профессор кафедры экологии  
Института биологии и биомедицины ФГАОУ ВО ННГУ

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского  
603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

---

*Работа выполнена при поддержке Русского географического общества в рамках гранта  
«Экспедиция Плавающий университет Волжского бассейна» (договор № 07/202-р)*

---

*Аннотация. В работе проведена оценка не связанной с хищничеством смертности ветвистоусых и веслоногих ракообразных верхней части Куйбышевского водохранилища. Было установлено, что ниже крупных промышленных предприятий и очистных сооружений г. Казань наблюдается высокая доля мертвых особей рачкового зоопланктона. Комплексное влияние крупных мегаполисов и их предприятий на водные экосистемы, выраженное, физическими и химическими факторами, приводит к существенной гибели ряда планктонных ракообразных и, следовательно, к нарушению структуры и функционирования гидроэко систем.*

*Ключевые слова: зоопланктон, Cladocera, Сорепода, смертность, доля мертвых особей, Куйбышевское водохранилище*

На гидроэкосистемах, подверженных значительному антропогенному влиянию, должны проводиться постоянные мониторинговые исследования. Одним из основных методов биомониторинга является биоиндикация, предполагающая оценку экологического состояния экосистем по биологическим показателям. В связи с тем, что проблемы, связанные с эвтрофированием и загрязнением вод, остаются одними из самых актуальных в современной гидроэкологии, важным является применение новых методов

биоиндикации. Одним из относительно новых методов является оценка не связанной с хищничеством смертности планктона.

Проблемы, связанные с эвтрофированием и загрязнением вод, остаются одними из самых актуальных в современной гидроэкологии. Помимо хищничества, смертность зоопланктона связана с старением, стрессом, изменением окружающей среды, пищевыми ресурсами, болезнями и паразитизмом [1]. Такая смертность зоопланктона объединяется под термином *non-predatory mortality* (NPM) или не связанная с хищничеством смертность зоопланктона. Известно, что доля мертвых особей зоопланктона в водах, которые подвержены антропогенной нагрузке может достигать 25–30% [2]. Таким образом, не связанная с хищничеством смертность зоопланктона может широко применяться в гидроэкологических и биоиндикационных исследованиях [3, 4]. Ввиду особенностей жизнедеятельности и окраски красителями среди организмов зоопланктона наиболее подходящими группами для оценки не связанной с хищничеством смертности являются ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие (*Copepoda*) ракообразные.

Цель исследования – оценить не связанную с хищничеством смертность веслоногих и ветвистоусых ракообразных верхней части Куйбышевского водохранилища.

Исследование проводилось на акватории верхней части (от плотины Чебоксарской ГЭС до г. Болгар) Куйбышевского водохранилища. Пробы зоопланктона отбирали планктонной сетью Джеди (ячей 70 мкм) путем тотальных ловов от дна до поверхности. С целью дифференциации живых и мертвых особей сразу после отбора, пробы окрашивали анилиновым голубым красителем [5–8]. После окрашивания, пробы промывали и фиксировали 4%-ным раствором формалина. В качестве показателя не связанной с хищничеством смертности использовали долю численности или биомассы мертвых особей от общей численности или биомассы живых (окрашенных) и мертвых (не окрашенных) рачков, выраженную в процентах [3,4].

В составе рачкового зоопланктона верхней части Куйбышевского водохранилища был идентифицирован 31 вид, из которых к веслоногим ракообразным (*Copepoda*) относилось 10 видов, ветвистоусым ракообразным (*Cladocera*) – 21 вид.

Мертвые особи ракообразных были обнаружены на всех станциях отбора проб. Анализ количества мертвых особей в пробах показал, что на разных участках водохранилища их доля изменялась от 0,10% до 36,60% по численности и от 0,10% до 46,6% по биомассе. Наибольшее количество мертвых особей рачкового зоопланктона было зафиксировано ниже крупных источников загрязнения водохранилища. Так, ниже г. Волжск, ниже стоков одной из крупнейших ЦБК России (Марийская ЦБК) доля мертвых особей в планктоне составляет 36,60% от численности и 46,60% от биомассы рачкового планктона (рис. 1). Высокая доля мертвых особей ветвистоусых и веслоногих ракообразных также наблюдалась ниже г. Казань после очистных сооружений (левый берег) – 12,30% от общей численности и 7,00% от общей биомассы (рисунок).

Следует отметить, что максимальная доля среди мертвых особей была отмечена у ветвистоусого рачка *Daphnia (Daphnia) galeata* Sars, 1864 (0,08–19,37% от общей численности ветвистоусых ракообразных). Виды рода *Daphnia* O.F. Müller, 1785 чувствительны к различным загрязняющим и, в частности, к токсичным веществам, при это являются одними из самых важных компонентов в процессах самоочищения водохранилищ Средней Волги. Среди веслоногих ракообразных наибольшую долю среди мертвых особей имели копепоидитные (0,06%–15,30%) и науплиальные (0,06–3,26%) стадии веслоногих рачков, а также взрослые особи *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) (0,05–3,32%).

Организмы рачкового планктона являются в большинстве своем фильтраторами, а значит сильно чувствительны к содержанию взвешенных веществ в воде, которые могут засорять их фильтрационные аппараты и вызывать тем самым гибель организмов. Кроме того, биогенное загрязнение водохранилища усиливает процессы эвтрофирования, что в свою очередь приводит к массовому развитию синезеленых водорослей и появлению

цианотоксинов в воде. Все это также может быть причиной повышения смертности рачкового зоопланктона [5].

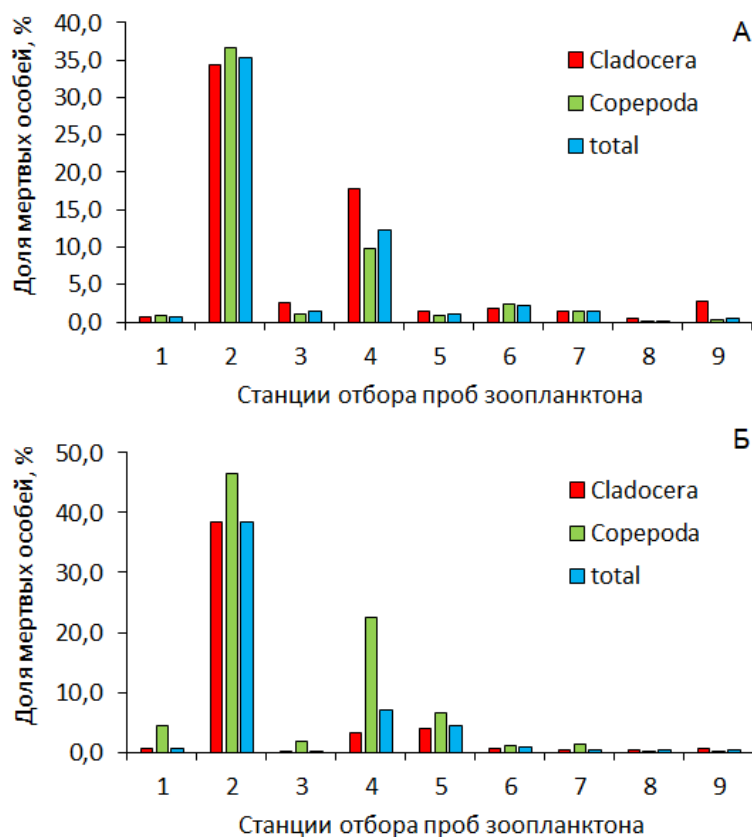


Рис. 1. Доля мертвых особей рачкового зоопланктона, рассчитанная по численности (А) и биомассе (Б). Станции отбора проб: 1 – ниже г. Новочебоксарск, 2 – ниже г. Волжск, 3 – выше г. Казань, 4 – ниже г. Казань (очистные сооружения), 5 – ниже г. Казань, 6 – Камский разлив, 7 – р. Кама устье, 8 – ниже г. Болгар (правый берег), 9 – ниже г. Болгар (левый берег)

Аналогичные результаты были получены при исследовании влияния Байкальской ЦБК на экосистему оз. Байкал. Учеными было отмечено увеличение количества мертвых особей в 2–6 раз по сравнению с фоновыми участками [9]. К схожим выводам пришли ученые при анализе не связанной с хищничеством смертности зоопланктона ниже сбросов сточных вод в одном из заливов Красноярского водохранилища [10].

Крупные источники загрязнения Куйбышевского водохранилища, по всей видимости, наносят значительный вред популяциям рачкового зоопланктона водохранилища. Исследования показали, что доля мертвых особей может достигать 46,6%, что является одним из самых высоких показателей среди других водных объектов России [11], на которых проводились подобные исследования. Настоящая работа является одной из первых для волжских водохранилищ. Гибель рачкового планктона неизбежно вызывает изменение структуры и функционирования гидроэкосистем и, в частности, уменьшению способности водоема к самоочищению за счет снижения фильтрационной активности ракообразных. В связи с этим можно рекомендовать использовать оценку не связанной с хищничеством смертности рачкового зоопланктона в программах мониторинга экологического состояния водоемов и водотоков Волжского бассейна.

## Список литературы:

1. Tang K.W., Gladyshev M.I., Dubovskaya O.P., Kirillin G., Grossart H.P. Zooplankton carcasses and non-predatory mortality in freshwater and inland sea environments // Journal of Plankton Research. – 2014. – Vol. 36. – № 3. – P. 596-612. – DOI: 10.1093/plankt/fbu014.
2. Elliott D.T., Tang K.W. Influence of carcass abundance on estimates of mortality and assessment of population dynamics in *Acartia tonsa* // Marine Ecology Progress Series. – 2011. – Vol. 427. – P. 1-12. – DOI:10.3354/meps09063.
3. Дубовская О.П. Вертикальное распределение живого и мертвого зоопланктона формирующегося Саяно-Шушенского водохранилища // Гидробиологический журнал. – 1987. – Т.23. – №6. – С. 84-88.
4. Дубовская О.П., Гладышев М.И., Губанов В.Г. Сезонная динамика численности живых и мертвых особей зоопланктона в небольшом пруду и некоторые варианты оценки смертности // Журнал общей биологии. – 1999. – Т. 60. – № 5. – С. 543-555.
5. Дубовская О.П. Оценка количества мертвых особей рачкового зоопланктона в водоеме с помощью окрашивания проб анилиновым голубым: методические аспекты применения // Журнал Сибирского федерального университета. Серия биология. – 2008. – № 2. – С. 145-161.
6. Seepersad B., Crippen R.W. Use of aniline blue for distinguishing between live and dead freshwater zooplankton // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. – 1978. – Vol.35. №10. – P. 1363-1366.
7. Dubovskaya O.P., Gladyshev M.I., Gubanov V.G., Makhutova O.N. Study of non-consumptive mortality of Crustacean zooplankton in a Siberian reservoir using staining for live/dead sorting and sediment traps // Hydrobiologia. – 2003. – Vol.504. – P. 223-227. – DOI: 10.1023/B:HYDR.0000008522.88010.45.
8. Bickel S.L., Tang K.W., Grossart H.P. Use of aniline blue to distinguish live and dead crustacean zooplankton composition in freshwaters // Freshwater biology. – 2009. – Vol.54. – №5. – P. 971-981. – DOI: 10.1111/j.1365-2427.2008.02141.x.
9. Кожова О.М. Проблема мониторинга зоопланктона // Мониторинг состояния озера Байкал. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 209–222.
10. Гладышев М.И. Устройство для окрашивания организмов зоопланктона с целью дифференциации живых и мертвых особей в фиксированных пробах // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29. – № 29. – С. 94-97.
11. Семенова А.С. Доля мертвых особей в зоопланктоне Куршского залива Балтийского моря // Биология внутренних вод. – 2011. – № 3. – С. 35-44.

## ASSESSMENT OF NON-PREDATED MORTALITY OF THE CRUSTACEAN ZOOPLANKTON IN UPPER PART KUIBYSHEV RESERVOIR

Vyacheslav S. Zhikharev, Dmitry E. Gavrilko,  
Galina V. Shurganova

*Abstract. An assessment was made of the mortality of cladocerans and copepods not related to predation in the upper part of the Kuibyshev Reservoir. It was found that below large industrial enterprises and treatment facilities in Kazan city, there is a high proportion of dead individuals of crustacean zooplankton. The complex influence of large megalopolises and their enterprises on aquatic ecosystems, expressed by physical and chemical factors, leads to significant death of a number of planktonic crustaceans and, consequently, to disruption of the structure and functioning of hydroecosystems.*

*Keywords: zooplankton, Cladocera, Copepoda, mortality, proportion of dead individuals, Kuibyshev Reservoir*