



УДК 556

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА И СМЕРТНОСТЬ ЗООПЛАНКТОНА  
УСТЬЕВОГО УЧАСТКА Р. ОКИ (ПО ДАННЫМ 2025 Г)**

**Колесников Антон Александрович**, аспирант кафедры экологии  
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского,  
специалист лаборатории водных биоресурсов «НижегородНИРО»  
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23  
Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НижегородНИРО»)  
603116, г. Нижний Новгород, Московское шоссе, 31

**Мушаков Дмитрий Владимирович**, специалист  
лаборатории водных биоресурсов («НижегородНИРО»)  
603116, г. Нижний Новгород, Московское шоссе, 31  
Нижегородский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НижегородНИРО»)

**Золотарева Татьяна Владимировна**, доцент кафедры экологии  
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского  
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

**Саранцев Егор Александрович**, лаборант кафедры экологии  
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского  
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

**Шурганова Галина Васильевна**, д.б.н., профессор кафедры экологии  
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского  
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

---

*Работа выполнена на базе  
Нижегородского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («НижегородНИРО»)*

*Работа выполнена в рамках реализации договора 06/2025-Р от 04.08.2025  
"Экспедиция" Плавающий университет Волжского бассейна"*

---

*Аннотация. В работе исследовано влияние локального антропогенного фактора (берегоукрепительные работы) на сообщества зоопланктона устьевого участка реки Оки. Основное внимание уделено роли повышенной мутности воды как ведущего стрессового фактора. В вегетационный период 2025 г. на двух станциях реки Оки (правое и левое побережье) проводился количественный учёт зоопланктона с дифференциацией живых и мёртвых особей методом прижизненного окрашивания. Всего идентифицировано 44 таксона зоопланктона. Установлено, что в правобережье, где велись технические работы, наблюдалось повышение мутности, статистически значимое снижение общей численности и биомассы зоопланктона в мае и июле, а также*

статистически значимое повышение смертности на большем протяжении сезона наблюдений по сравнению с левобережьем. Показано, что смертность зоопланктона является более надежным индикатором антропогенного пресса, чем его традиционные количественные показатели.

**Ключевые слова:** зоопланктон, река Ока, смертность, мутность воды, антропогенное воздействие, берегоукрепительные работы, биоиндикация.

Река Ока, являясь крупнейшим правым притоком Волги, испытывает значительную антропогенную нагрузку. Особую актуальность приобретает изучение её устьевое участка в районе Нижнего Новгорода, оказывающего влияние на Чебоксарское водохранилище. Одним из наиболее интенсивных, но локальных видов воздействия на экосистемы водоемов и водотоков являются берегоукрепительные работы, ведущие к существенному повышению мутности воды. Для гидробионтов, особенно зоопланктона, взвешенные частицы выступают мощным стресс-фактором, вызывая механические повреждения, нарушение питания и газообмена, что, в конечном итоге, может приводить к гибели организмов, не связанной с естественными трофическими взаимодействиями [1].

Несмотря на многолетний мониторинг зоопланктона р. Оки, оценка влияния мутности на количественные показатели его развития и смертность остаётся малоизученной. Традиционные показатели (численность, биомасса) не всегда адекватно отражают остроту стрессового воздействия. Целью работы была оценка влияния мутности как фактора антропогенного воздействия на динамику численности и биомассы, а также на смертность зоопланктона в устьевой области реки Оки в вегетационный период 2025 года.

Исследования проводились с апреля по октябрь 2025 г. на двух станциях устьевое участка р. Оки в черте Нижнего Новгорода: станция 1 (левобережье, условно-фоновый участок) и станция 2 (правобережье, район, расположенный ниже берегоукрепительных работ) (Рис. 1). Отбор проб зоопланктона осуществляли планктонной сетью (ячейка 70 мкм) тотальным ловом от дна до поверхности. Пробы фиксировали 4% раствором формалина [2]. Для оценки смертности сразу после сбора пробы применяли метод прижизненного окрашивания анилиновым голубым, что позволяет дифференцировать живые (неокрашенные) и мёртвые (окрашенные) особи. [3]. Подсчёт и идентификацию зоопланктона проводили в лабораторных условиях. Параллельно с отбором проб осуществлялись замеры основных параметров среды: температуры, pH, минерализации, прозрачности, мутности, содержания хлорофилла-а.

В течение периода наблюдений мутность менялась от 45,5 мг/л до 92 мг/л в правобережье и от 10,1 мг/л до 15,2 мг/л в левобережье.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) в программной среде R.

В ходе работы в зоопланктоне сообществ реки Оки было идентифицировано 44 таксона, относящихся к трем систематическим группам (Rotifera, Cladocera, Copepoda). Коловраткам принадлежало 23 (52%) от общего числа видов, ветвистоусым ракообразным – 16 (36%) и веслоногим ракообразным – 5 (12%). Видовой состав зоопланктона левобережья и правобережья не имел существенных отличий. Значительные изменения в видовом составе зоопланктона наблюдались по сезонам. В период отбора проб наибольшее видовое богатство наблюдалось в весенний сезон и постепенно снижалось к

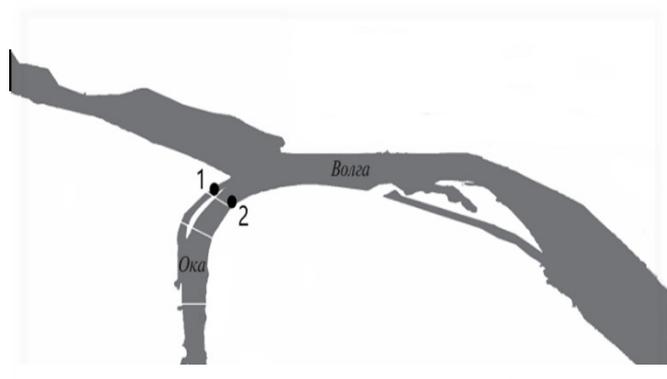


Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб в устьевом участке р. Ока в 2025 г.

осени. Среди наиболее часто встречаемых видов оказались: *Brachionus angularis* (Gosse, 1851), *Brachionus calyciflorus* (Pallas, 1776), *Keratella quadrata* (O.F. Müller, 1786), *Bosmina coregoni* (Baird, 1857) и науплиальные стадии веслоногих ракообразных. В течение всего периода исследований неизменными доминантами являлись коловратки. Кроме того, были идентифицированы инвазийные виды зоопланктона: *Diaphanosoma orghidani* (Negrea, 1982), *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892).

Обобщение результатов предыдущих исследований [4] выявило следующее: для устьевого участка реки Оки характерна сезонная динамика с четко выраженной интегральной кривой количественных показателей, обусловленной размножением реофильных коловраток и приходящих на середину июня-начало июля.

Наши исследования 2025 г. показали, что максимальные значения общей численности и биомассы зоопланктона как в левобережье (21,4 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 0,088 г/м<sup>3</sup> соответственно), так и в правобережье (18,6 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 0,081 г/м<sup>3</sup> соответственно) р. Оки также наблюдались летом, 22 июня (Рис. 2). При этом в правобережье доминировали коловратки, а в левобережье наряду с ними – ветвистоусые ракообразные рода *Bosmina*. К октябрю происходил общий спад численности всех групп зоопланктона, характерный для осеннего периода. В целом не наблюдалось нарушения естественной сезонной динамики зоопланктона. При этом в правобережье количественные показатели развития зоопланктона были ниже, чем в левобережье практически весь исследуемый период. По сравнению с многолетними показателями [4] наблюдалось снижение видового богатства и количественных показателей развития зоопланктона в правобережной зоне, что согласуется с данными других исследователей, отмечавших обеднение зоопланктона под влиянием техногенного повышения мутности [5, 6].

Для сравнения показателей развития зоопланктона между лево- и правобережьем использовали ковариационный анализ (ANOVA). Результат анализа выявил статистически значимые различия количественных показателей развития зоопланктона между датами отбора проб ( $p\text{-value} < 0.01$ ), что соответствует изменениям параметров среды в связи с сезонной динамикой. При этом анализ влияния мутности на численность и биомассу зоопланктона показал, что в большинстве периодов исследования статистически значимых различий между лево- и правобережьем не наблюдалось. Исключением стали май и июль, когда были выявлены статистически значимые отличия. Это свидетельствует о том, что, несмотря на высокую мутность воды в правобережье, связанную с берегоустроительными работами, она не оказала выраженного системного влияния на количественные показатели зоопланктона на протяжении большей части сезона.

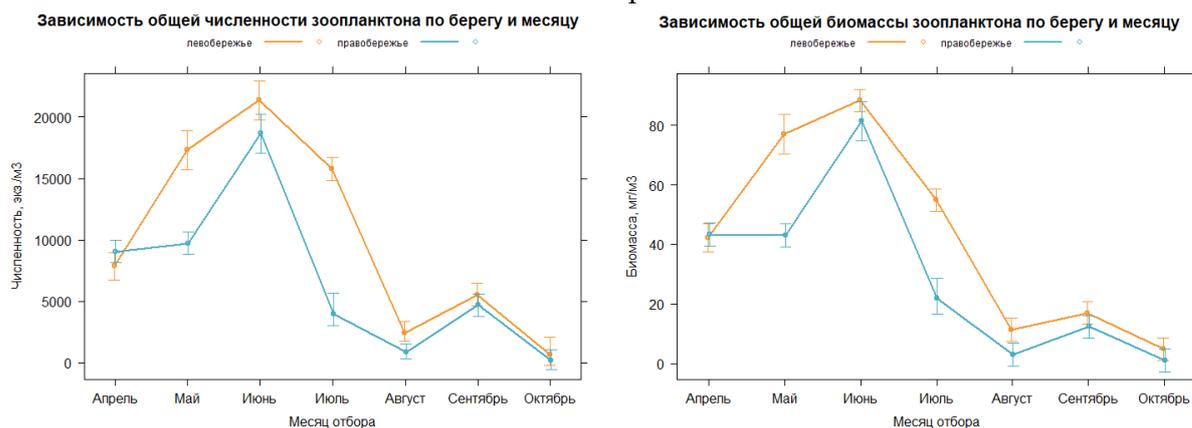


Рис. 2. Линейная зависимость взаимодействия периода отбора проб и общей численности и биомассы зоопланктона левобережья и правобережья устьевого участка р. Оки в 2025 г.

Иная картина наблюдалась при анализе смертности зоопланктона реки Оки под воздействием техногенного фактора. На рисунке 3 проведено сравнение доли смертности зоопланктона в двух прибрежьях реки на протяжении сезона наблюдений. Проведенный анализ доли мертвых особей относительно общей численности и биомассы подтвердил,

что в правобережье смертность статистически значимо ( $p\text{-value} < 0.05$ ) была выше на протяжении всего периода исследования, за исключением октября. Отчетливо видно, что в правобережье в период проведения технических работ возрастает доля мёртвых организмов, достигая максимальных значений в июле (доля смертности 13,9 %), относительно общей численности, и в июне (доля смертности 17,2 %), относительно общей биомассы. В левобережье уровень смертности оставался относительно низким и стабильным в течение всего периода исследования, незначительно повышаясь в октябре (доля смертности 2,2 % от общей численности и 5,7 % от общей биомассы). Это свидетельствует о значительном стрессовом воздействии антропогенного фактора на выживаемость зоопланктона в зоне проведения работ. Таким образом, динамика показателей смертности зоопланктона адекватно показывает воздействие мутности как одного из негативных факторов среды.

Полученные данные о высокой доле мертвых особей в зоне мутности согласуются с результатами натурных исследований, в которых метод прижизненного учета также выявил значительную смертность зоопланктона, преимущественно, среди фильтраторов, в шлейфе работающего земснаряда [7]. Таким образом, динамика показателей смертности зоопланктона более адекватно показывает воздействие мутности как одного из негативных факторов среды.

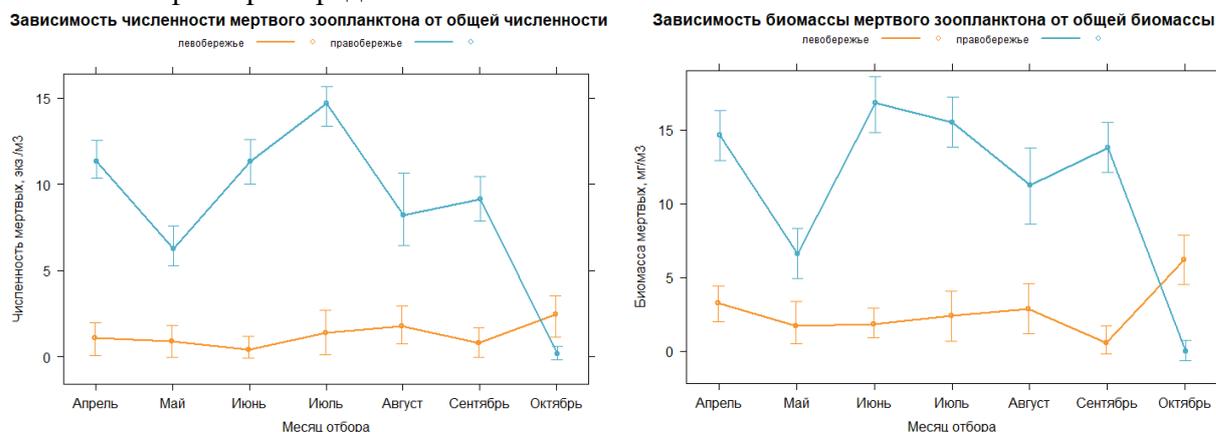


Рис. 3. Линейная зависимость доли мертвых особей зоопланктона относительно общей численности и биомассы зоопланктона левобережья и правобережья устьевого участка р. Оки в 2025 г.

Таким образом, зоопланктонное сообщество устьевого участка реки Оки в вегетационный период 2025 года отличалось невысоким таксономическим разнообразием, представленным 44 видами, с доминированием колероваток (*Rotifera*) и наличием видов-вселенцев. Сезонная динамика количественных показателей зоопланктона соответствовала характерной для реофильных сообществ динамике с выраженным пиком в июне.

Антропогенное воздействие, связанное с работами по благоустройству набережной, привело к значительному повышению мутности воды, что, в свою очередь, вызвало снижение общей численности зоопланктона и резкий рост его смертности в правобережной зоне. В левобережье (условно-фоновый участок) уровень смертности оставался стабильно низким в течение всего сезона. Показатель смертности зоопланктона продемонстрировал более высокую чувствительность к антропогенному стрессу по сравнению с традиционными интегральными показателями — общей численностью и биомассой, что позволяет рекомендовать его в качестве эффективного и оперативного биоиндикатора для оценки острого воздействия хозяйственной деятельности на водные экосистемы. Это подтверждается работами, где дифференциация живых и мертвых особей также успешно применялась для диагностики техногенного пресса [7]. В то же время долгосрочное повышение мутности может приводить к катастрофическим перестройкам всего сообщества, вплоть до полного выпадения фильтраторов и доминирования хищных форм [8], что подчеркивает важность предотвращения хронического воздействия.

Мониторинг смертности зоопланктона является эффективным инструментом для оценки устойчивости водных экосистем в условиях техногенной нагрузки.

### Список литературы:

1. Зиновьев, Е.А. О воздействии взвешенных частиц на гидрофауну / Е.А. Зиновьев, А. Б. Китаев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 5. – С. 283-288. – EDN VBYNMX.
2. Методы гидробиологических исследований внутренних вод / А. В. Крылов, И. А. Барышев, Д. М. Безматерных [и др.]; под ред. А. В. Крылова; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Российская академия наук, Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. – Борок, Ярославская обл.: ИБВВ РАН; Ярославль: Филигрань, 2024. – 592 с. ISBN 978-5-6052860-0-4
3. 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.
4. Шурганова, Г.В. Динамика видовой структуры зоопланктоценозов в процессе их формирования и развития (на примере водохранилищ средней Волги: Горьковского и Чебоксарского); автореф. дисс. докт. биол. наук: 03.00.18 / Шурганова Галина Васильевна. – Н. Новгород, 2007 а. – 48 с.
5. Болотова, Н.Л. Влияние гидромеханизированных работ на водные экосистемы Вологодской области / Н.Л. Болотова, О.В. Зуянова, Н.В. Думнич // Научное обеспечение охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов: Материалы научно-практической конференции, Вологда, 12–13 мая 1997 года / Администрация Вологодской области; Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Вологодской области; Государственный экологический фонд Вологодской области. – Вологда: Вологодс, 1997. – С. 22-27. – EDN YMOGYZ.
6. Макушенко, М.Е. Зоопланктон как индикатор качества воды природных водотоков в районе месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова / М.Е. Макушенко, А.А. Потапов, Р.А. Филин // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология. – 2008. – № 3. – С. 17-28. – EDN KVVXWRB.
7. Влияния работы земснаряда ЗРС-Г на жизнедеятельность гидробионтов при дноуглублении и добыче песка в озерном расширении р. Везломы у г. Бор Нижегородской обл / О.А. Морева, М.Л. Тарбеев, Н.А. Дарсия [и др.] // Вода: химия и экология. – 2014. – № 4(70). – С. 18-32. – EDN SCKVRL.
8. Ривьер, И.К. О зоопланктоне некоторых мутных водоемов Волго-Балтийской водной системы / И.К. Ривьер, В.П. Курдин // Труды Института биологии внутренних вод Академии наук СССР. – 1982. – № 43(46). – С. 104-111. – EDN SKPVSR.

## SEASONAL DYNAMICS AND ZOOPLANKTON MORTALITY IN THE ESTUARY OF THE OKA RIVER (BASED ON 2025 DATA)

Anton A. Kolesnikov, Dmitry V. Mushakov, Tatyana V. Zolotareva,  
Egor A. Sarantsev, Galina V. Shurganova.

*Abstract. This paper examines the impact of a local anthropogenic factor (bank protection works) on zooplankton communities in the Oka River estuary. Emphasis is placed on the role of increased water turbidity as a leading stress factor. During the 2025 growing season, a quantitative zooplankton census was conducted at two stations on the Oka River (right and left banks), with live and dead individuals differentiated using live staining. A total of 44 zooplankton taxa were identified. It was found that the right bank, where technical works were carried out, experienced increased turbidity, a statistically significant decrease in the total*

*number and biomass of zooplankton in May and July, and a statistically significant increase in mortality over a longer period of the observation season compared to the left bank. Zooplankton mortality is shown to be a more reliable indicator of anthropogenic pressure than traditional quantitative indicators.*

*Keywords: zooplankton, the Oka River, mortality, water turbidity, anthropogenic influences, shore protection works, bioindication.*