



УДК 574.583; 592

ЗООПЛАНКТОН УСТЬЕВЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИТОКОВ ВОДОХРАНИЛИЩ СРЕДНЕЙ ВОЛГИ

Жихарев Вячеслав Сергеевич, ассистент кафедры экологии
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

Гаврилко Дмитрий Евгеньевич, к.б.н., преподаватель кафедры экологии
ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского
603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23

Обедиентова Елизавета Сергеевна, магистрант 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 при поддержке Русского географического общества в рамках гранта
«Экспедиция Плавающий университет Волжского бассейна» (договор №17/2021-Р),
а также РФФИ в рамках научного проекта №20-34-90097.*

Аннотация. В работе проведен анализ современного состояния зоопланктона устьевых областей притоков равнинных водохранилищ Средней Волги. Исследовано 10 разнотипных устьевых областей рек-притоков Горьковского, Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ. Обнаружено 112 таксонов зоопланктона, определенных до ранга вида, 2 таксона были определены до ранга подвида или морфы, а также один таксон являлся гибридной формой. Большая часть идентифицированных таксонов являлись космополитами, однако, были обнаружены трансконтинентальные, тропические и азиатские виды-вселенцы. Большая часть идентифицированных таксонов являлись детрито-, бактерио-, альгофагами, некоторые таксоны являлись зоофагами, доля исключительно зоофагов была небольшой. Большая часть обнаруженных таксонов являлись организмами, которые ведут планктонный образ жизни. Максимальное количественное развитие зоопланктона наблюдалось в антропогенно-преобразованной устьевой области, а максимальное таксономическое богатство было присуще устьевой области эстуарного типа.

Ключевые слова: устьевые области, реки, водохранилища, Средняя Волга, зоопланктон, таксономическое богатство, биоразнообразие, виды-вселенцы.

Речные экосистемы, в силу особенностей гидрологии и различной протяженности рек, оказываются более сложно организованными и слабо изученными по сравнению с озерными системами. Логические экосистемы формируют особую систему структурных связей, которая приводит к существованию подсистем, обладающих сильными внутренними вещественно-энергетическими связями, но в то же время, ограниченно взаимодействующие между собой. Изучение речных систем, занимающих значительные территории, является необходимым для практики и для создания общей теории функционирования экологических систем [1].

При этом для устьевых областей рек – притоков равнинных водохранилищ исследований, направленных на решение проблемы пространственной организации сообществ зоопланктона, мало. Эта проблема остается открытой, а знания по-прежнему очень неоднородны по своему содержанию и полноте. Устьевые области рек являются биофондом для равнинных водохранилищ благодаря формированию экотонов, в которых видовое разнообразие и количественное развитие зоопланктона существенно выше по сравнению с граничащими акваториями [2, 3].

Цель работы – современная характеристика видового богатства зоопланктона устьевых областей притоков равнинных водохранилищ Средней Волги.

Исследование зоопланктона проводили в июле и августе 2021 г. в устьевых областях притоков трех водохранилищ Средней Волги (Горьковского, Чебоксарского и Куйбышевского). В общей сложности были обследованы устьевые области десяти рек-притоков: Горьковского водохранилища – Мера, Ширмакша и Троца; Чебоксарского водохранилища – Узола, Ока, Сура, Ветлуга; Куйбышевского водохранилища – Цивиль, Свияга и Казанка (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика исследованных рек

Река	L, км	S, км ³	Q, м ³ /с	Тип устьевой области
р. Мера	152	2380	6,5	эстуарная
р. Ширмакша	38	205	–	эстуарная
р. Троца	22	217	–	эстуарная
р. Узола	147	1920	–	простая
р. Ока	1500	245000	1258,0	простая
р. Сура	841	67500	260,0	эстуарная
р. Ветлуга	889	39400	255,0	эстуарная
р. Цивиль	172	4690	21,2	простая
р. Свияга	375	16700	34,0	эстуарная
р. Казанка	142	2600	–	антропогенно-преобразованная
Примечание: L – длина реки; S – площадь водосборного бассейна реки; Q – расход воды в устье реки				

Пробы зоопланктона отбирали на участках с глубиной более 2 м тотальными ловами от дна до поверхности планктонной сетью (ячейка 70 мкм), на мелководных участках путем процеживания 100 л воды через планктонную сеть. Материал фиксировали 40% формалином. Пробы хранятся в коллекции кафедры экологии ИББМ ННГУ им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород).

В лаборатории пробы зоопланктона разбирали под бинокулярным микроскопом Carl Zeiss Stemi 2000C (Carl Zeiss Microscopy GmbH, Германия) при малом увеличении. Детальную микроскопическую обработку проводили на микроскопе Meiji Techno MT4200L (Meiji Techno, Япония). Определение широко распространённых и отдельных

чужеродных и редких видов зоопланктона проводили согласно общепринятым определителям и специальным статьям [4-15].

В устьевых областях рек-притоков водохранилищ Средней Волги было обнаружено 112 таксонов, определенных до ранга вида, 2 таксона до ранга подвида или морфы, а также один таксон являлся гибридной формой. Большая часть идентифицированных таксонов относились к коловраткам (58 таксонов), среди ветвистоусых ракообразных было обнаружено 39 таксонов, среди веслоногих ракообразных – 15 таксонов. Наибольшим таксономическим богатством характеризовалась устьевая область рек Суры, в ней было обнаружено 52 таксона, наименьшим – устьевые области рек Казанка и Узола (по 29 таксонов).

Большая часть идентифицированных таксонов являлись космополитами и типичными для водоемов и водотоков Европейской России. Однако, были обнаружены следующие виды-вселенцы: североамериканская коловратка *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908), южная тропическая коловратка *Keratella tropica* (Arstein, 1907), представитель южной теплолюбивой фауны ветвистоусый рачок *Ilyocryptus spinifer* Herrick 1882, североамериканский веслоногий рачок *Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1892), тропические азиатские веслоногие рачки *Thermocyclops taihokuensis* Harada, 1931 и *Thermocyclops vermifer* Lindberg, 1960, а также представители понто-каспийской фауны веслоногие рачки *Eurytemora velox* (Lilljeborg, 1853) и *Eurytemora caspica* Sukhikh & Alekseev, 2013.

В фауне зоопланктона устьевых областей рек-притоков равнинных водохранилищ были обнаружены представители всех трофических групп. Большая часть идентифицированных таксонов являлись детрито-, бактерио-, альгофагами. Некоторые таксоны являлись зоофагами, а именно виды рода *Asplanchna* Gosse, 1850, *Ploesoma truncatum* (Levander, 1894), некоторые представители рода *Trichocerca* Lumarck, 1801, *Cyclops vicinus* Uljanin, 1875, *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851) и представители рода *Eurytemora* Giesbrecht, 1881. Доля исключительно зоофагов составляла 12% от общего таксономического богатства, а или 13 таксонов.

Большая часть (42% от общего таксономического богатства) обнаруженных таксонов являлись организмами, которые ведут планктонный образ жизни (рис. 1), наименее представленной группой являлись организмы, ведущие придонный образ жизни.

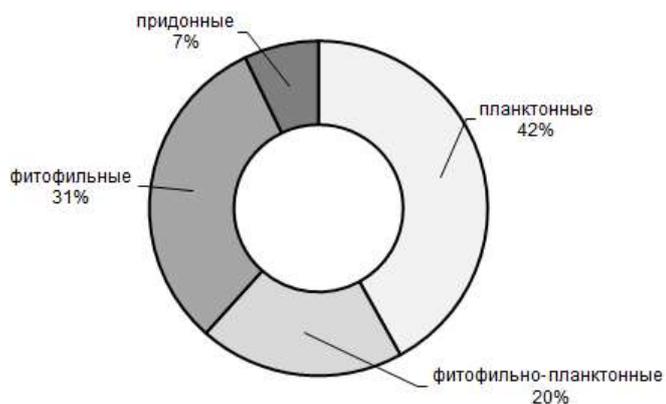


Рис. 1. Распределение таксонов устьевых областей притоков водохранилищ Средней Волги по экологическим группам зоопланктона

В устьевых областях притоков водохранилищ Средней Волги комплекс доминирующих по численности зоопланктона таксонов в большинстве случаев складывался из коловраток. Чаще других доминировали коловратки рода *Brachionus* Pallas, 1766. Например, в устьевой области р. Ока две коловратки этого рода (*Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766 и *Brachionus angularis* Gosse, 1851) формировали 57% от общей численности зоопланктона. Аналогичная картина наблюдалась также в устьевых областях рек. Цивиль и Свяга. Часто в комплекс доминирующих таксонов входили науплиальные и копеподитыне стадии веслоногих ракообразных, так в устьевых областях рек Мера и Свяга их общая доля от общей численности зоопланктона составляла 35% и 37%

соответственно. В устьевой области р. Ветлуга наблюдалось полное превалирование науплиальных и копепоидитных стадий веслоногих рачков, их доля достигала 96% от общей численности зоопланктона. Устьевые области рек Троча и Узола отличались монодоминированием. В устьевой области р. Троча доминировала фитофильная коловратка *Lecane luna* (Müller, 1776) (67%), в устьевой области р. Узола – коловратка *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832 (84%). В устьевой области р. Ширмакша доминировал ветвистоусый рачок *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785) (29%), а также науплиальные стадии веслоногих рачков (14%) и несколько таксонов коловраток (26%). В устьевой области р. Казанка доминировал ветвистоусый рачок *Daphnia cucullata* Sars, 1862 (48%) и коловратка *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766 (24%). В целом комплексы доминирующих видов являются типичными для текущих вод (рек).

Исследованные устьевые области имели разнотипное морфологическое строение (табл. 1). С использованием критерия Краскела-Уоллиса и Данна было установлено, что в антропогенно-преобразованной устьевой области по сравнению с другими типам устьевых областей численность зоопланктона была статистически значимо ($p\text{-value} \leq 0.05$) выше (рис. 2). По всей видимости, это связано в высокой доступностью пищевых ресурсов для доминировавшего в этой устьевой области ветвистоусого рачка *D. cucullata* и коловратки *B. calyciflorus*, которая является типичным обитателем водотоков преимущественно эвтрофного типа. Также с использованием критерия Краскела-Уоллиса и Данна было установлено, что статистически значимо ($p\text{-value} \leq 0.05$) таксономическое богатство было наибольшим (рис. 2) в устьевых областях эстуарного типа.

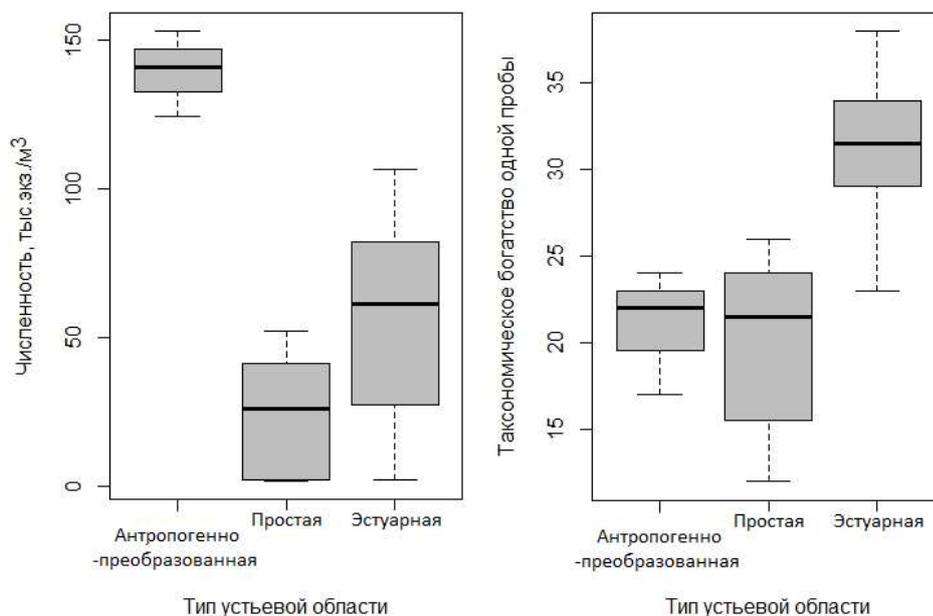


Рис. 2. Бокс-плоты, построенные по численности и таксономическому богатству проб зоопланктона разнотипных устьевых областей притоков равнинных водохранилищ Средней Волги

Таким образом, максимальное количественное развитие зоопланктона наблюдалось в антропогенно-преобразованной устьевой области, где имело место повышенное содержание биогенных элементов, а, следовательно, пищевых ресурсов для бактерио- и альгофагов, которые доминировали в данной устьевой области. Кроме того, максимальное таксономическое богатство зоопланктона было присуще наиболее сложной устьевой области, а именно устьевой области эстуарного типа. Это связано с тем, что в устьевых областях данного типа имеется большое количество биотопов: от песчаных кос, до густых зарослей высших водных растений, которые являются источником зачастую уникальной фауны зоопланктона [16]. Следует учитывать, что устьевые области рек являются биофондом для равнинных водохранилищ благодаря формированию экотонов, в которых

видовое разнообразие и количественное развитие зоопланктона существенно выше по сравнению с граничащими акваториями [3].

Список литературы:

1. Богатов В.В. Комбинированная концепция функционирования речных экосистем // Вестник ДВО РАН. – 1995. – № 3. – С. 51-61.
2. Bolotov S.E., Romanenko A.V., Tszvetkov A.I., Otyukova N.G., Sokolova E.A., Krylov A.V. Bacterio- and zooplankton in the outfall of a tributary of a flatland water reservoir during a period of abnormal climatic conditions // Inland Water Biology. – 2014. – Vol. 7. – № 1. – P. 37-47. – DOI: 10.1134/S1995082914010052.
3. Zhikharev V.S., Gavrilko D.E., Shurganova G.V. Zooplankton community structure in mouth areas of different rivers (tributaries of the lowland Cheboksary Reservoir, European Russia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 834. – DOI: 10.1088/1755-1315/834/1/012063.
4. Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. – Л.: Наука, 1991. – 504 с.
5. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) Подкласс Eurotatoria. – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
6. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.
7. Смирнов Н.Н. Chydoridae фауны мира. – Л.: Наука, 1976. – 531 с.
8. Benzie J.A.H. Cladocera: The Genus Daphnia (Including Daphniopsis). Identification Guides to the Plankton and Benthos of Inland Waters. – Weikersheim: Backhuys Publishers Margraf Publishers GmbH, 2005. – 368 p.
9. Błędzki L.A., Rybak J.I. Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe. Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida). Key to species identification, with notes on ecology, distribution, methods and introduction to data analysis. – Switzerland: Springer International Publishing, 2016. – 918 p.
10. Hudec I. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda, Onychopoda (Crustacea: Branchiopoda). Fauna Slovenska III. – Bratislava: VEDA, 2010. – 496 p.
11. Korovchinsky N.M. Cladocera: Ctenopoda: Families Sididae, Holopediidae & Pseudopenilidae (Branchiopoda: Cladocera). Identification Guides to the Plankton and Benthos of Inland Waters. – Weikersheim: Backhuys Publishers Margraf GmbH, 2018. – 203 p.
12. Kotov A.A., Štifter P. Cladocera: family Plyocryptidae (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda) // Guides to the identification of the microinvertebrates of the Continental Waters of the world. V. 22. – Leiden: Kenobi Productions, Ghent & Backhuys Publishers, 2006. – 172 p.
13. Rogers D.S., Thorp J.H. Keys to Palaearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates. Volume IV. Academic Press. – 920 p.
14. Segers H. Rotifera, Part 2: The Lecanidae (Monogononta). Identification Guides to the Plankton and Benthos of Inland Waters. – Weikersheim: Backhuys Publishers Margraf Publishers GmbH, 1995. – 226 p.
15. Wallace R.L., Snell T.W., Ricci C., Nogrady T. Rotifera, Part 1: Biology, Ecology and Systematics. Identification Guides to the Plankton and Benthos of Inland Waters. – Weikersheim: Backhuys Publishers Margraf GmbH, 2006. – 299 p.
16. Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н., Гарибян П.Г. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. II. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. – 544 с.
17. Гаврилко Д.Е., Жихарев В.С., Ручкин Д.С., Золотарева Т.В., Шурганова Г.В. Ветвистоусые ракообразные зарослей высших водных растений европейской части России (на примере притоков Горьковского и Чебоксарского водохранилищ) // Зоологический журнал. – 2020. – Т. 99. – № 2. – С. 146-156. – DOI: 10.31857/S0044513419110060.

ZOOPLANKTON IN THE MOUTH AREAS OF TRIBUTARY RIVERS OF THE MIDDLE VOLGA RESERVOIRS

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

Abstract. This paper analyses the current state of zooplankton in the mouth areas of tributaries of the plain reservoirs of the Middle Volga. Ten different-type mouth areas of reservoir tributary rivers were investigated. A total of 112 taxa determined to species rank, 2 taxa determined to subspecies or morph, and one taxon was a hybrid form. Most of the identified taxa were cosmopolitan, however, transcontinental, tropical and Asian invasive species were found. Most of the identified taxa were detritivorous, bacterio-, algophagous, some taxa were in addition zoophagous, the proportion exclusively zoophagous was small. Most of the taxa detected were planktonic organisms. It was found that zooplankton abundance was statistically significantly higher in the anthropogenically transformed mouth areas and the taxonomic richness of individual zooplankton samples in the estuarine mouth areas.

Keywords: mouth areas, rivers, reservoirs, Middle Volga, zooplankton, taxonomic richness, biodiversity, invasive species.