

УДК 574.589: (470.2:556.55)

## **ЗООПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ ПЕТРОЗАВОДСКА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)**

**А. Н. Круглова**

*Институт биологии Карельского научного центра РАН*

Исследован зоопланктон трех малых озер (Четырехверстное, Ламба и Карьер) бассейна Онежского озера, расположенных на территории г. Петрозаводска и подвергающихся антропогенному воздействию. Выявлен видовой состав, численность и биомасса зоопланктона водоемов в весенний, летний и осенне-зимний период. Определен 61 вид ракообразных и коловраток, относящихся к различным экологическим группам: пелагические, литорально-зарослевые, придонные и эврибионты. Показаны сезонные изменения в структуре сообществ зоопланктона. Наибольшее видовое разнообразие и более высокие количественные показатели зоопланктона отмечены в августе. Проведена оценка степени загрязнения исследованных водоемов по составу индикаторных видов зоопланктона. Установлено, что воды озер Четырехверстное ( $S = 1,42$ ) и Ламба ( $S = 1,45$ ) принадлежат к олигосапробному типу и II классу чистоты вод; вода озера Карьер ( $S = 1,58$ ) соответствует бетамезосапробному типу, III классу.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** урбанизированные территории, малые водоемы, зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса.

### **A. N. Kruglova. ZOOPLANKTON IN SOME SMALL WATER BODIES OF PETROZAVODSK (REPUBLIC OF KARELIA)**

Zooplankton was investigated in three small lakes (Chetyryohverstnoe, Lamba and Karjer) of Lake Onega drainage basin, which are situated within the City of Petrozavodsk and exposed to human impact. The species composition, abundance and biomass were determined for the spring, summer and autumn-winter seasons. Sixty-one Crustacea and Rotifera species belonging to different ecological groups (pelagic, littoral benthic and eurybiotic) were identified. Seasonal changes in the structure of zooplankton communities were demonstrated. The species diversity and quantity were the highest in August. The pollution rate of the lakes was assessed based on the indicator-species composition. It was determined that the water in lakes Chetyryohverstnoe ( $S = 1.42$ ) and Lamba ( $S = 1.45$ ) belonged to the oligosaprobic type and class II of water purity, while Lake Karjer ( $S = 1.58$ ) fell into the betamesosaprobic type and class III.

**Key words:** urbanized territories, small water bodies, zooplankton, species composition, abundance, biomass.

## Введение

В современной экологии континентальных водоемов основное внимание традиционно уделяется наиболее значимым в хозяйственном отношении водным объектам – крупным озерам, рекам, водохранилищам. Гидробиологический режим малых водных систем остается малоизученным [Комулайн, 2004; Крылов, 2005]. Инвентаризация зоопланктона водоемов, в том числе и малых, имеет значение для оценки и сохранения биоразнообразия гидрофауны. В настоящее время наблюдается ухудшение состояния городских водоемов вследствие антропогенного загрязнения, что является одной из важнейших экологических проблем [Игнатьева и др., 2005]. Зоопланктон, как и другие сообщества гидробионтов, отражает общее состояние водоемов, служит надежным индикатором качества воды и играет важную роль в процессах самоочищения [Кашулин и др., 2012]. Видовой состав зоопланктона, соотношение его таксономических групп, количественные показатели и структура популяций доминирующих видов служат показателями состояния водной экосистемы и используются для биоиндикации и мониторинга качества среды [Андроникова, 1996; Зыкова, Иванова, 2009].

Цель данной работы – определить видовой состав зоопланктона малых водоемов, установить его количественные показатели и дать предварительную оценку степени загрязнения озер по индикаторным видам.

## Материалы и методы

Исследования зоопланктона проводились в 2010 г. (август) и в 2012 г. (февраль, апрель, август, ноябрь) на трех малоизученных озерах, расположенных в черте г. Петрозаводска: Четырехверстное (61°75' с. ш., 34°44' в. д.), Ламба (61°81' с. ш., 34°25' в. д.) и Карьер (61°77' с. ш., 34°42' в. д.). Пробы в Четырехверстном озере отбирались в центральной и прибрежной части (2 станции), в остальных водоемах – в центральной части (1 станция) с поверхностных горизонтов путем процеживания 100 л воды через планктонную сеть Апштейна. Собранные пробы фиксировались 4%-м раствором формалина и в дальнейшем обрабатывались по общепринятым методам [Киселев, 1969; Руководство..., 1983]. Таксономические названия организмов зоопланктона приводятся по Определителю зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России [2010]. Оценка качества воды исследованных озер проведена по индикатор-

ным организмам зоопланктона с использованием метода Пантле и Букк в модификации Сладечека [Pantle, Buck, 1955; Sladeček, 1973]. Кластерный анализ выполнен на основе данных о видовом составе зоопланктона исследованных озер. Группирование озер проводилось при помощи алгоритма Евклидовой дистанции с использованием метода Полной связи (Complete linkage, пакет программ Statistica).

## Результаты и обсуждение

Исследованные водоемы относятся к бассейну Онежского озера, находятся в жилой зоне г. Петрозаводска. Они отличаются по своему происхождению и основным характеристикам. Озеро Четырехверстное (площадь 11,8 га, объем  $0,373 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>, средняя глубина 3,2 м) изначально было лесным озером, долгое время служило источником водоснабжения небольшой обувной фабрики. Озеро проточное, из него вытекает ручей Каменный. Озеро Ламба расположено в Сулажгоре (площадь 1,4 га, объем  $0,047 \cdot 10^6$  м<sup>3</sup>, средняя глубина 3,4 м), относится к обычным для региона небольшим лесным озерам. Для таких водоемов характерны близкие к нейтральным значения pH и высокое содержание гумуса. Озеро Карьер заметно отличается от двух первых озер. Ранее на его месте находилась открытая горная выработка. После прекращения добычи камня образовался водоем длиной 580 м, глубиной до 13 м и площадью 13,6 га [Старцев, Коваленко, 1989; Сластина и др., 2011].

Ранее в Карелии проводилось изучение зоопланктона различного рода малых водоемов – временных и постоянных, с атмосферным и грунтовым питанием [Гордеева-Перцева, 1969; Филимонова, 1970, 1976; Белоусова, Филимонова, 1973; Филимонова, Белоусова, 1973, 1988; Филимонова, Кутикова, 1975 и др.]. Обобщенный список видов зоопланктона изученных малых водоемов Карелии (более 150) включает 366 таксонов (Rotatoria – 241, Copepoda – 34, Cladocera – 91), среди которых обнаружено большое количество редких малочисленных видов ракообразных и особенно коловраток [Куликова, 2001].

Все исследованные нами малые озера расположены в городской зоне и испытывают антропогенную нагрузку, что негативно сказывается на жизнедеятельности сообществ гидробионтов и состоянии водоемов. Выполненные исследования выявили в озерах разнообразную фауну планктонных беспозвоночных, включающую 61 вид (табл. 1), из которых коловраток – 21 (34%); кладоцер – 26 (43%); копе-

Таблица 1. Видовой состав зоопланктона исследованных малых водоемов

№ п/п	Виды зоопланктона	Водоемы			
		*1	2	3	4
<b>Коловратки (Rotifera)</b>					
1.	<i>Notommata</i> sp.	+	-	-	-
2.	<i>Trichocerca</i> ( <i>s. str.</i> ) <i>elongata</i> (Gosse 1886)	+	-	-	-
3.	<i>T. (s. str.) capucina</i> (Wierzejski et Zacharias 1893)	-	-	+	-
4.	<i>T. (s. str.) longiseta</i> (Schränk 1802)	-	+	-	-
5.	<i>Trichocerca</i> sp.	+	-	-	-
6.	<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty 1850	-	-	+	-
7.	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg 1832	+	-	-	-
8.	<i>Synchaeta</i> sp.	+	-	-	-
9.	<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson 1925	-	+	-	-
10.	<i>Polyarthra</i> sp.	+	-	-	-
11.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse 1850	+	+	+	-
12.	<i>Lecane (s. str.) unguolata</i> (Gosse 1887)	-	-	+	-
13.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg 1832	+	+	-	+
14.	<i>E. deflexa</i> Gosse 1851	+	-	-	-
15.	<i>Euchlanis</i> sp.	-	+	-	-
16.	<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus 1758)	-	-	+	-
17.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse 1851)	+	-	+	-
18.	<i>K. quadrata</i> (Müller 1786)	+	+	-	-
19.	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott 1879)	+	-	+	-
20.	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet 1892	-	-	+	-
21.	<i>Testudinella</i> sp.	+	-	-	-
<b>Кладоцеры (Cladocera)</b>					
1.	<i>Sida crystallina crystallina</i> (O. F. Müller 1776)	+	-	-	-
2.	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin 1848)	+	-	+	-
3.	<i>Daphnia (Daphnia) longispina</i> O. F. Müller 1785	+	-	+	-
4.	<i>D. (Daphnia) pulex</i> Leydig 1860	+	+	+	-
5.	<i>D. (Daphnia) cucullata</i> Sars 1862	+	+	+	-
6.	<i>Simocephalus vetulus</i> (O. F. Müller 1776)	+	-	-	-
7.	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O. F. Müller 1785)	+	-	+	-
8.	<i>C. megops</i> Sars 1862	-	+	-	-
9.	<i>C. pulchella</i> Sars 1862	-	+	+	-
10.	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. Müller 1776)	-	+	-	-
11.	<i>Eurycerus (Eurycerus) lamellatus</i> (O. F. Müller 1776)	+	+	-	-
12.	<i>Pleuroxus truncates</i> (O. F. Müller 1785)	-	-	-	+
13.	<i>Alonella nana</i> (Baird 1850)	+	-	+	+
14.	<i>A. excisa</i> (Fischer 1854)	+	-	-	-
15.	<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller 1785)	+	+	+	-
16.	<i>Ch. ovalis</i> Kurz 1875	+	-	-	-
17.	<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird 1843)	-	-	+	-
18.	<i>Alona quadrangularis</i> (O. F. Müller 1785)	+	-	-	+
19.	<i>A. affinis</i> Leydig 1860	+	+	-	-
20.	<i>A. rectangula</i> Sars 1862	+	-	+	-
21.	<i>A. costata</i> Sars 1862	-	-	+	+
22.	<i>Acroperus harpae</i> (Baird 1834)	+	+	+	-
23.	<i>Alonopsis elongatus</i> Sars 1862	+	-	-	-
24.	<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Müller 1785)	+	+	+	-
25.	<i>B. (Eubosmina) coregoni</i> Baird 1857	-	-	+	-
26.	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus 1761)	+	+	+	-
<b>Копеподы (Copepoda)</b>					
1.	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars 1863)	+	-	+	-
2.	<i>E. graciloides</i> (Lilljeborg 1888)	+	+	+	-
3.	<i>Heterocope appendiculata</i> Sars 1863	-	-	+	-
4.	<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine 1820)	+	-	+	-
5.	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer 1851)	+	+	-	-
6.	<i>E. macruroides</i> (Lilljeborg 1901)	+	-	-	-
7.	<i>Cyclops strenuus</i> Fischer 1851	+	+	+	-

8.	<i>C. vicinus</i> Uljanin 1875	+	-	+	-
9.	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine 1820)	+	+	-	-
10.	<i>Acanthocyclops capillatus</i> (Sars 1863)	-	+	-	-
11.	<i>Diacyclops bicaudatus</i> (Claus 1857)	+	+	-	-
12.	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus 1857)	+	+	-	+
13.	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars 1863)	+	-	-	-
14.	<i>Th. crassus</i> (Fischer 1853)	-	+	-	-
Всего видов		43	25	29	6

Примечание. 1 — озеро Четырехверстное; 2 — озеро Ламба; 3 — озеро Карьер; 4 — ручей Каменный, вытекающий из Четырехверстного озера.

Таблица 2. Соотношение основных групп в зоопланктоне исследованных водоемов

Водоем	Количество видов			Всего видов
	коловратки	клароцеры	копеподы	
Озеро Четырехверстное	13 (30 %)	19 (44 %)	11 (26 %)	43
Ручей Каменный	1 (17 %)	4 (66 %)	1 (17 %)	6
Озеро Ламба	6 (19 %)	11 (45 %)	8 (36 %)	25
Озеро Карьер	8 (27 %)	15 (52 %)	6 (21 %)	29

Таблица 3. Средние количественные показатели летнего зоопланктона исследованных водоемов

Водоем	Численность, тыс. экз./м <sup>3</sup>	Биомасса, г/м <sup>3</sup>	Доминирующие виды	
			по численности	по биомассе
Озеро Четырехверстное	145,6 (62,06–229,1)	4,8 (2,9–6,7)	<i>B. longirostris</i> , <i>C. quadrangula</i> , <i>D. brachyurum</i>	<i>C. quadrangula</i> <i>D. longispina</i> , <i>D. brachyurum</i>
Ручей Каменный	0,23 (0,04– 0,42)	0,006 (0,002– 0,011)	<i>E. dilatata</i> , <i>A. costata</i> , <i>A. quadrangularis</i>	<i>A. costata</i> , <i>A. quadrangularis</i>
Озеро Ламба	439,0 (16,7– 861,3)	5,9 (0,39– 11,4)	<i>B. longirostris</i> , <i>D. pulex</i> , <i>M. leuckarti</i>	<i>B. longirostris</i> , <i>D. pulex</i> , <i>M. leuckarti</i>
Озеро Карьер	8,1 (4,3– 11,9)	0,32 (0,3–0,34)	<i>P. pediculus</i> , <i>E. graciloides</i> , <i>C. quadrangula</i>	<i>D. pulex</i> , <i>E. graciloides</i> , <i>P. pediculus</i>

Примечание. В скобках указаны колебания численности и биомассы зоопланктона.

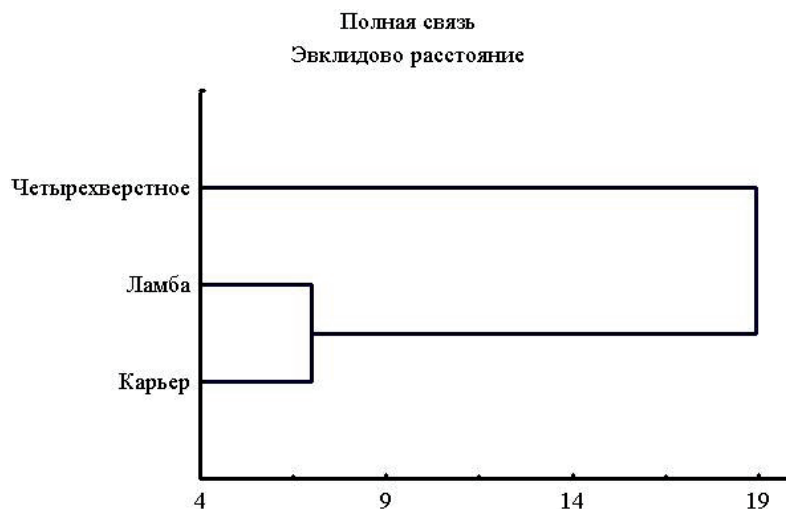


Рис. 1. Дендрограмма сходства видовой структуры зоопланктона исследованных озер

под – 14 (23%). Наиболее разнообразной видовой структурой зоопланктона отличается озеро Четырехверстное (рис. 1). Общими для всех озер являются 7 видов ракообразных и коловраток. Зоопланктон включает представителей различных экологических групп (пелагические, литорально-зарослевые, придонные и эврибионты). Основной комплекс ракообразных создают обитатели зарослевого побережья и дополняющие его эвритопные виды (*Daphnia (Daphnia) pulex* Leydig 1860, *Daphnia (Daphnia) longispina* O. F. Müller 1785, *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller 1785), *Ceriodaphnia pulchella* Sars 1862, *Bosmina (Bosmina) longirostris* (O. F. Müller 1785), *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785), *Eudiaptomus graciloides* (Liljeborg 1888), *Mesocyclops leuckarti* Claus 1857, *Thermocyclops oithonoides* (Sars 1863). Число истинно планктонных, пелагических видов невелико. Они встречаются главным образом в относительно более крупных озерах Четырехверстное и Карьер. В составе зоопланктона озер присутствуют ракообразные и коловратки, обычно встречающиеся в водоемах с кислыми (*C. quadrangula*, *Polyphemus pediculus* (Linnaeus 1761), *D. longispina*, *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin 1848), *Ch. sphaericus*), слабокислыми (*M. leuckarti*, *Th. oithonoides*, *B. longirostris*) водами и эврибионные виды (*Alonella nana* (Baird 1850), *Acroperus harpae* (Baird 1834), *Macrocyclops albidus* (Jurine 1820), *Kellicottia longispina* (Kellicott 1879)). Большая часть планктонных организмов эвритермна, отмечено некоторое количество холодноводных форм. В зоогеографическом отношении в зоопланктоне малых водоемов преобладают (до 50%) космополиты (*Trichocerca (s. str.) longiseta* (Schrank 1802), *Lecane (s. str.) unguata* (Gosse 1887), *Asplanchna priodonta* Gosse 1850, *Eucyclops serrulatus* (Fischer 1851), *M. albidus*, *M. leuckarti*, *D. pulex*, *Ch. sphaericus*, *C. quadrangula*, *A. harpae*, *B. longirostris* и др.). На долю голарктических видов приходится 24%, палеарктических – 16%, бореальных – 10%.

Большинство (83%) обнаруженных в зоопланктоне исследованных озер ракообразных и коловраток относятся к видам – индикаторам сапробности воды. Среди них доминирующее значение (более 74%) имели О- и О-β-мезосапробы. Значительную долю (26%) составляют виды – индикаторы β-О, β-α и α-полисапробной зоны (*D. pulex*, *Daphnia (Daphnia) cucullata* Sars 1862, *D. longispina*, *Ch. sphaericus*, *Cyclops strenuus* Fischer 1851, *E. serrulatus*, *M. albidus*, *Megacyclops viridis* (Jurine 1820), *Brachionus urceus* (Linnaeus 1758), *Synchaeta pectinata* Ehrenberg 1832

и др.), относящиеся к числу доминантов видов – индикаторов загрязнения и эвтрофирования.

**Зоопланктон Четырехверстного озера** отличается наибольшим количеством видов зоопланктона (табл. 2), преобладающими (до 40%) из которых являются обитатели зарослевого побережья. На долю эврибионтов приходится 36% от общего числа видов. Оставшуюся часть составляют ракообразные и коловратки, ведущие планктонный образ жизни.

Зоопланктон озера в зимний период (февраль) насчитывал всего 8 видов. В планктоне прибрежной части озера доминируют (61% по численности и 56% по биомассе) круглогодично встречающиеся веслоногие ракообразные (*E. graciloides*, *Eudiaptomus gracilis* (Sars 1863)). Фауна кладоцер представлена *D. cucullata*, *D. longispina*, *Ch. sphaericus*, из которых чаще других (24% от общей численности) встречалась *D. cucullata*. Из коловраток отмечена немногочисленная *K. longispina*. В центральной части озера в этот период также преобладают копеподы (около 60% от общей численности), но более половины биомассы зоопланктона (55%) формируется за счет ветвистоусых (*Daphnia*, *Bosmina*). Наибольшие количественные показатели зоопланктона (численность 1,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>; биомасса 0,13 г/м<sup>3</sup>) отмечены в прибрежной части озера.

Зоопланктон весной (апрель) не отличался разнообразием (8 видов, в основном круглогодично встречающихся). В этот период еще отсутствует большинство летних теплолюбивых видов ракообразных и коловраток. Доминирующей группой по численности и по биомассе (более 80%) были веслоногие ракообразные (*E. serrulatus*, *D. bicuspidatus* (Claus 1857)). Численность зоопланктона несколько уменьшилась (0,53 тыс. экз./м<sup>3</sup>) при сохранившейся величине биомассы (0,13 г/м<sup>3</sup>).

Летом (август) с прогреванием воды и развитием высшей водной растительности заметно увеличивается видовое разнообразие зоопланктона. Его состав возрастает до 33 видов, из них около 40% – кладоцеры, представители пяти различных семейств. Доминирующим по числу видов (5) является сем. Chydoridae. Численно преобладали эвритопные виды ветвистоусых ракообразных *B. longirostris*, *C. quadrangula*. Из веслоногих рачков отмечены *M. leuckarti*, *Th. oithonoides*, являющиеся также эвритопными видами, их численность не превышает 10%. В составе планктона присутствуют озерные пелагические виды копепод *E. gracilis*, *E. graciloides* и типичные представители зарослево-прибрежного комплекса (*E. serrulatus*, *M. viridis*, *M. albidus* и др.).

Коловратки входят в число пяти семейств, среди которых наибольшее количество видов принадлежит сем. Brachionidae. Относительно высокой численностью отличаются *S. pectinata*, *Keratella quadrata* (Müller 1786). Уровень количественного развития зоопланктона летом достаточно высок (табл. 3). Основу его численности и биомассы (более 90%) в этом озере создают ветвистоусые ракообразные. Летняя микрофауна ручья Каменного, вытекающего из Четырехверстного озера, бедна, включает всего 6 видов, из которых 4 – ветвистоусые ракообразные, в основном обитатели зарослевого прибрежья (*Alona*, *Alonella*, *Pleuroxus*), создающие основу численности и биомассы зоопланктона. Численное превосходство имели (по 19% от общей численности) *Alona costata* Sars 1862, *A. affinis* Leydig 1860. Из коловраток наибольшим обилием (около 24%) отличался *Euchlanis dilatata* Ehrenberg 1832. Численность (0,42 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (0,011 г/м<sup>3</sup>) зоопланктона в ручье довольно низка.

Осенний (ноябрь) зоопланктон озера включал всего лишь 23 вида, половина из которых – ветвистоусые ракообразные. По-прежнему наибольшим количеством видов (9) представлено сем. Chydoridae, но большинство хидорид довольно малочисленны. Основу численности зоопланктона создают ветвистоусые ракообразные, главным образом *B. longirostris* (более 71% от общей численности). Веслоногие ракообразные составляют около 16% от общей численности. Среди них более высоким обилием отличаются виды родов *Eucyclops*, *Diacyclops*. Численность коловраток незначительна. В формировании биомассы доля веслоногих и ветвистоусых ракообразных примерно одинакова. Количественные показатели зоопланктона в озере значительно ниже летних (численность 51 тыс. экз./м<sup>3</sup>; биомасса 2,1 г/м<sup>3</sup>).

Выполненная оценка степени загрязнения воды озера Четырехверстного по индикаторным видам зоопланктона показала, что вода соответствует олигосапробной категории, II классу чистоты вод (S = 1,42), что объясняется присутствием значительного количества видов – индикаторов О- и О-β-мезосапробных вод (66% от общего числа видов-индикаторов озера), характеризующихся относительно невысокой индивидуальной сапробностью (не более 1,55) и высокой численностью (*B. longirostris* – 105,8 экз./м<sup>3</sup>; *C. quadrangula* – 76,4 тыс. экз./м<sup>3</sup> и *D. brachyurum* – 23,1 тыс. экз./м<sup>3</sup>). Выносу загрязняющих веществ из озера способствует и его проточность.

**Зоопланктон озера Ламба (Сулажгора)** весной (апрель) представлен тремя видами

копепод (*Eucyclops*, *Diacyclops*, *Cyclops*). Его количественные показатели довольно низки (численность 0,04 тыс. экз./м<sup>3</sup>; биомасса 0,008 г/м<sup>3</sup>).

С наступлением лета (август) видовое разнообразие зоопланктона увеличивается до 22 видов за счет клadoцер (виды *Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Polyphemus*, *Alona*, *Acroperus* и др.). Доминирующую роль при формировании численности и биомассы зоопланктона (около 98%) играет эвритопный вид ракообразных *B. longirostris*. Среди коловраток присутствует немногочисленная крупная *A. priodonta*. Довольно малочисленны и веслоногие ракообразные (*M. leuckarti*, *M. crassus*, *E. serpulatus*, *M. viridis*, *Acanthocyclops capillatus* (Sars 1863), *Diacyclops bicaudatus* (Claus 1857)). В этот период в озере отмечается самый высокий уровень количественного развития зоопланктона (см. табл. 3).

В ноябре состав зоопланктона уменьшился до 7 видов. Из его состава исчезли многие летние виды ракообразных. Из коловраток присутствовали *Polyarthra dolichoptera* Idelson 1925, *K. quadrata*. Ракообразные были представлены *M. viridis*, *Cyclops strenuus* Fischer 1851, *M. leuckarti*, *Ch. sphaericus*. Численность (0,2 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (0,02 г/м<sup>3</sup>) планктонной фауны невысока. Основу количественных показателей зоопланктона создавали ракообразные.

Вода озера Ламба соответствует II классу чистоты вод (чистые воды), по степени сапробности принадлежит к олигосапробным (S = 1,48). В составе зоопланктона озера присутствует более 70% видов – индикаторов О- и О-β-мезосапробных вод, из которых доминирующим по численности (850,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>) является *B. longirostris*.

**Зоопланктон озера Карьер** в феврале включал всего 5 видов ракообразных и коловраток, характеризовался незначительными величинами численности (0,75 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомассы (0,07 г/м<sup>3</sup>). Численно преобладали (58%) круглогодично встречающиеся веслоногие ракообразные (*E. graciloides*, *C. strenuus*). Кладoцеры представлены эвритопными видами *D. longispina*, *B. longirostris*, коловратки – *K. longispina*. Основу биомассы (до 89%) зоопланктона формируют ракообразные (*Eudiaptomus*, *Daphnia*).

В августе планктонная фауна озера выросла до 29 видов, более половины которых – ветвистоусые ракообразные. Она содержит компоненты озерного планктона (*K. longispina*, *A. priodonta*, *Heterocope appendiculata* Sars 1863, *E. gracilis*, *E. graciloides*, *Bosmina* (*E-*

*bosmina) coregoni* Baird 1857, *D. brachyurum*), а также обитателей литоральной и придонной зоны озер (*L. unguolata*, *P. pediculus*, *Ch. sphaericus*, *A. harpae*, *A. costata*, *M. albidus* и др.). В этом озере значительно богаче состав ракообразных, из которых преобладает как по численности (42%), так и по биомассе (49%) крупный хищный обитатель зарослевого прибрежья *P. pediculus*. Основным элементом фауны веслоногих ракообразных – *E. graciloides* (22% по численности и по биомассе). Из коловраток наибольшего обилия (более 17% от общей численности) достигал *B. urceus* – типичный обитатель мелких водоемов, являющийся β-мезосапробом с высокой степенью сапробности (2,2). Количественные показатели летнего зоопланктона здесь значительно ниже, чем в оз. Четырехверстном (см. табл. 3).

В ноябре видовой состав уменьшился до 6 видов, главным образом за счет ветвистоусых ракообразных. Основу численности (более 68%) зоопланктона создавали копеподы (*E. graciloides*, *E. serrulatus*), биомассы (до 99%) – ветвистоусые (*Daphnia*, *Bosmina*) и веслоногие ракообразные. Из коловраток присутствовала *K. longispina* (22% от общей численности). Численность (1,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (0,04 г/м<sup>3</sup>) ракообразных и коловраток в этот период не отличалась высокими величинами.

По степени сапробности вода озера Карьер относится к β-мезосапробным, III классу чистоты, или к умеренно загрязненным водам ( $S = 1,58$ ). Среди видов-индикаторов здесь отмечено больше представителей группы бетамезосапробионтов (*D. cucullata*, *C. sphaericus*, *C. vicinus* Uljanin 1875, *B. urceus*, *D. pulex*), отличающихся высокими значениями степени сапробности (1,75–2,8). Из этой группы видов-индикаторов наиболее массовыми были *B. urceus* (2,1 тыс. экз./м<sup>3</sup>), *D. pulex* (0,6 тыс. экз./м<sup>3</sup>).

Исследования зоопланктона озера Карьер ранее проводились в 1987 г. Т. П. Куликовой (устное сообщение). По ее данным, зоопланктон представлен 15 видами ракообразных и коловраток. В течение всего года в составе зоопланктона преобладали коловратки (80–90% от общей численности и биомассы), что является свидетельством повышенного содержания органического загрязнения. Количественные показатели невелики. Зимой (март) и осенью (ноябрь) в поверхностном горизонте центральной части озера численность зоопланктона составляла 0,5–0,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>; биомасса – 0,002–0,003 г/м<sup>3</sup>. Более высоким уровнем развития зоопланктона (численность 10,0 тыс. экз./м<sup>3</sup>; биомасса 0,067 г/м<sup>3</sup>) отличался летний сезон (июль). Состояние воды озера по зоопланктону

соответствовало О-β-мезосапробному уровню (воды удовлетворительной чистоты).

За прошедший период в озере Карьер произошли изменения. Заметно увеличился качественный состав зоопланктона за счет ракообразных, особенно ветвистоусых, которые стали преобладающими по численности и биомассе. Несколько повысился и уровень количественного развития зоопланктона. Оценка качества воды озера по зоопланктону показала, что к настоящему времени санитарное состояние водоема несколько ухудшилось: соответствует β-мезосапробному уровню (умеренно загрязненные воды).

### Заключение

В составе зоопланктона исследованных малых озер обнаружен 61 вид ракообразных и коловраток, относящихся к различным экологическим группам (пелагические, литорально-зарослевые, придонные и эврибионты) и широко распространенных в северных водоемах. В зоогеографическом отношении в зоопланктоне водоемов преобладают (до 50%) космополиты. Наибольшим видовым разнообразием зоопланктона отличается озеро Четырехверстное, в котором присутствуют представители всех вышеперечисленных экологических групп. Наблюдаются сезонные изменения в сообществе зоопланктона озер. Наибольшее богатство видового состава и максимальные величины численности и биомассы зоопланктона характерны для летнего периода (август). Основу численности зоопланктона создают эврибионты, обладающие большей способностью приспосабливаться к изменяющимся условиям среды. Максимальные количественные показатели летнего зоопланктона отмечены в озерах Ламба и Четырехверстное. Среди видов-индикаторов, обнаруженных в озерах, преобладает (62% от общего числа видов планктона) группа олигосапробионтов (О и О-β). Группа бетамезосапробионтов (β-О, β, β-α) и альфамезосапробионтов (α) составляет 21%. Процент видов-индикаторов группы бетамезосапробионтов и альфамезосапробионтов от общего числа видов-индикаторов, обнаруженных в каждом из озер, изменялся от 29 (Ламба) до 36 (Карьер). По величине индекса сапробности озера Четырехверстное ( $S = 1,42$ ) и Ламба ( $S = 1,45$ ) соответствуют олигосапробному уровню (II класс чистоты вод), а озеро Карьер ( $S = 1,58$ ) относится к бетамезосапробному (III класс чистоты вод).

Дальнейшие более детальные исследования сообществ зоопланктона озер помогут дополнить список видового состава, выявить сезон-

ную динамику видовой структуры, численности и биомассы зоопланктона, а также решить многие другие вопросы, необходимые для осуществления контроля за экологическим состоянием водоемов.

Выражаю благодарность д. б. н. С. Ф. Комулайн и к. б. н. И. А. Барышеву за участие в сборе материала для данной статьи и оказанную консультативную помощь. Исследования выполнены в рамках ГЗ, тема № 0221-2014-0004.

## Литература

Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.

Белоусова Н. А., Филимонова З. И. Биоценозы болотных водоемов южной части Онежско-Беломорского водораздела // Экология. 1973. № 1. С. 32–35.

Гордеева-Перцева Л. И. *Heterocope borealis* (Fischer) в малых водоемах Карелии // Гидробиол. журн. 1969. Т. 5, № 6. С. 91–92.

Зыкова Е. Х., Иванова Г. Г. Зоопланктон как индикатор состояния реки Хилок Байкальского бассейна // Известия Самарского НЦ РАН. 2009. Т. 11, № 1 (3). С. 295–300.

Игнатъева Н. В., Сусарева О. М., Кузнецов Д. Д., Надеждина Н. В., Павлова О. А. Экологическое состояние водоемов северного мегаполиса (на примере Санкт-Петербурга) // Тр. межд. конф. «Экологическое состояние континентальных водоемов Арктической зоны в связи с промышленным освоением северных территорий». СПб.: Наука, ВВМ, 2005. С. 129–142.

Кашулин Н. А., Денисов Д. Б., Валькова С. А., Вандыш О. И., Терентьев П. М. Современные тенденции изменений пресноводных экосистем Евро-Арктического региона // Тр. Кольского НЦ РАН. Прикладная экология Севера. Апатиты. 2012. Вып. 1. С. 6–53.

Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Л., 1969. 657 с.

Комулайн С. Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2004. 182 с.

Крылов А. В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.

Куликова Т. П. 2001. Видовой состав зоопланктона внутренних водоемов Карелии // Тр. Карельского НЦ РАН. Серия Б. Биогеография Карелии. Петрозаводск, 2001. Вып. 2. С. 133–151.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под. ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. М.: Т-во науч. изд. КМК. 2010. 495 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

Сластина Ю. Л., Комулайн С. Ф., Потахин М. С., Клочкова М. А. Структура криофитона в озерах города Петрозаводска // Тр. КарНЦ РАН. Водные проблемы Севера и пути их решения. Петрозаводск, 2011. № 4. С. 138–141.

Старцев Н. С., Коваленко В. Н. Исследование водных ресурсов Карелии. Оперативно-информационные материалы. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР. 1989. С. 37–41.

Филимонова З. И. К вопросу о зоопланктоне малых водоемов Карелии // Водные ресурсы Карелии и пути их использования. Петрозаводск, 1970. С. 324–334.

Филимонова З. И. Пресноводные коловратки (Rotatoria) Карелии // Гидробиол. журнал. 1976. Т. XII, № 3. С. 23–28.

Филимонова З. И., Белоусова Н. А. О микрофауне малых болотных водоемов Карелии // Вопросы комплексного изучения болот. Петрозаводск, 1973. С. 69–84.

Филимонова З. И., Белоусова Н. А. О микрофауне болотных водоемов заповедника «Кивач» // Проблемы заповедного дела. 1988. № 2. С. 178–200.

Филимонова З. И., Кутикова Л. А. К фауне коловраток (Rotatoria) малых водоемов Карелии // Водные ресурсы Карелии и их использование. Петрозаводск, 1975. С. 79–109.

Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserfach. Bd. 96. 18. 1955. 604 S.

Sladěček V. System of water quality from the biological point of view // Arch. f. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie. Bd. 7. 1973. 218 S.

Поступила в редакцию 02.12.2013

## References

Andronikova I. N. Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem raznykh troficheskikh tipov [Zooplankton structural-functional organisation in lake ecosystems of different trophic types]. St. Petersburg.: Nauka, 1996. 189 s.

Belousova N. A., Filimonova Z. I. Biotsenozы bolotnykh vodoemov yuzhnoi chasti Onezhsko-Belomorskogo vodorazdela [Biocenoses of wetland basins in the south part of the Onega-White Sea watershed]. *Ekologiya*. 1973. № 1. S. 32–35.

Filimonova Z. I. K voprosu o zooplanktone malykh vodoemov Karelii [On zooplankton of small water bodies in Karelia]. *Vodnye resursy Karelii i puti ikh ispol'zovaniya* [Water resources of Karelia and their use]. Petrozavodsk, 1970. S. 324–334.

Filimonova Z. I. Presnovodnye kolovratki (Rotatoria) Karelii [Freshwater Rotatoria of Karelia]. *Gidrobiol. Zhurnal*. 1976. T. XII, № 3. S. 23–28.

Filimonova Z. I., Belousova N. A. O mikrofaune malykh bolotnykh vodoemov Karelii [On microfauna of



small wetland water bodies in Karelia]. *Voprosy kompleksnogo izucheniya bolot [Problems of integrated studies of mires]*. Petrozavodsk, 1973. S. 69–84.

Filimonova Z. I., Belousova N. A. O mikrofaune bolotnykh vodoemov zapovednika «Kivach» [On microfauna of wetland water bodies in the Kivach nature reserve]. *Problemy zapovednogo dela [Problems of reserve management and studies]*. 1988. № 2. S. 178–200.

Filimonova Z. I., Kutikova L. A. K faune kolovratok (Rotatoria) malykh vodoemov Karelii [On Rotatoria fauna in small water bodies in Karelia]. *Vodnye resursy Karelii i ikh ispol'zovanie [Water resources of Karelia and their use]*. Petrozavodsk, 1975. S. 79–109.

Gordeeva-Pertseva L. I. Heterocope borealis (Fischer) v malykh vodoemakh Karelii [Heterocope borealis (Fischer) in small water bodies in Karelia]. *Gidrobiol. zhurn.* 1969. T. 5, № 6. S. 91–92.

Ignat'eva N. V., Susareva O. M., Kuznetsov D. D., Nadezhdina N. V., Pavlova O. A. Ekologicheskoe sostoyanie vodoemov severnogo megapolisa (na primere Sankt-Peterburga) [Ecological state of water bodies of the northern megalopolis (by the example of Saint Petersburg)]. Tr. mezhd. konf. «Ekologicheskoe sostoyanie kontinental'nykh vodoemov Arkticheskoi zony v svyazi s promyshlennym osvoeniem severnykh territorii». [Proceedings of the international conference «Ecological state of continental water bodies in the Arctic zone due to industrial development of the northern territories»] St. Petersburg: Nauka, VVM, 2005. S. 129–142.

Kashulin N. A., Denisov D. B., Val'kova S. A., Vandysh O. I., Terent'ev P. M. Sovremennye tendentsii izmenenii presnovodnykh ekosistem Euro-Arkticheskogo regiona [Current alteration trends in freshwater ecosystems of the Euro-Arctic region]. Tr. Kol'skogo NTs RAN. Prikladnaya ekologiya Severa [Proceedings of Kola Research Centre of RAS. Applied ecology of the North]. Apatity, 2012. Vyp. 1. S. 6–53.

Kiselev I. A. Plankton morei i kontinental'nykh vodoemov [Plankton in the seas and inland water bodies]. T. 1. Leningrad, 1969. 657 s.

Komulainen S. F. Ekologiya fitoperifitona malykh rek Vostochnoi Fennoskandii [Phytoplankton ecology in small rivers of the east Fennoscandia]. Petrozavodsk: Karel'skii NTs RAN, 2004. 182 s.

Krylov A. V. Zooplankton ravninnykh malykh rek [Zooplankton in small lowland rivers]. Moscow: Nauka, 2005. 263 s.

Kulikova T. P. 2001. Vidovoi sostav zooplanktona na vnutrennikh vodoemov Karelii [Zooplankton species composition in inland water bodies of Karelia]. Tr. Karel'skogo NTs RAN [Proceedings of Karelian Research Centre of RAS]. Seriya B. Biogeografiya Karelii. Petrozavodsk, 2001. Vyp. 2. S. 133–151.

Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii [Zooplankton and zoobenthos indicator in freshwater bodies in the European part of Russia]. T. 1. Zooplankton. Pod. red. V. R. Alekseeva, S. Ya. Tsaloikhina. Moscow: T-vo nauch. izd. KMK. 2010. 495 s.

Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozhenii [Guidance on methods of hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 239 s.

Slastina Yu. L., Komulainen S. F., Potakhin M. S., Klochkova M. A. Struktura kriofitona v ozerakh goroda Petrozavodsk [Cryophytone structure in lakes of Petrozavodsk city]. Tr. KarNTs RAN [Proceedings of Karelian Research Centre of RAS]. Vodnye problemy Severa i puti ikh resheniya. Petrozavodsk, 2011. № 4. S. 138–141.

Startsev N. S., Kovalenko V. N. Issledovanie vodnykh resursov Karelii. Operativno-informatsionnye materialy [Survey of water resources in Karelia. Practical and informational materials]. Petrozavodsk: Karel'skii filial AN SSSR. 1989. S. 37–41.

Zykova E. Kh., Ivanova G. G. Zooplankton kak indikator sostoyaniya reki Khilok Baikalskogo basseina [Zooplankton as an indicator of the water state in the Khilok river of Baikal Lake basin]. Izvestiya Samarskogo NTs RAN [Proceedings of Samara Research Centre of RAS]. 2009. T. 11, № 1 (3). S. 295–300.

Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas- und Wasserfach. Bd. 96. 18. 1955. 604 S.

Sladeček V. System of water quality from the biological point of view. Arch. f. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie. Bd. 7. 1973. 218 S.

Received December 02, 2013

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

### Круглова Александра Николаевна

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: kruglovaan45@mail.ru  
тел.: (8142) 561679

## CONTRIBUTOR:

### Kruglova, Alexandra

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: kruglovaan45@mail.ru  
tel.: (8142) 561679