

Раздел 4

Section 4

УДК 574.583

ЭКОЛОГИЯ

ECOLOGY

**СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА ПЕЛАГИАЛИ
ЮЖНОГО БАЙКАЛА (НАПРОТИВ ПОСЁЛКА БОЛЬШИЕ КОТЫ)**

А.А. Демидова, О.О. Русановская, С.В. Шимараева, Е.А. Зилов

Научно-исследовательский институт биологии ФГБОУ ВО «ИГУ», Иркутск,

E-mail: dem.anastasia.a@mail.ru, rusanovskaya-o.o@mail.ru,

shimaraeva@gmail.com, eugenesilow@gmail.com

*Представлены результаты анализа сезонной динамики численности зоопланктона в 2019 г. на пелагической станции в Южной котловине озера Байкал (напротив п. Большие Коты) в слое 0–50 м. Среднегодовая общая численность зоопланктона составила 1779.0 ± 191.2 тыс. экз./м². Веслоногие ракообразные составили 61.2% от среднегодовой численности всего зоопланктона, доля коловраток – 38.3%, ветвистоусых ракообразных – 0.4%. В общей численности зоопланктонных организмов 60.8% составила *Epischura baikalensis* Sars, 1900. Максимумы численности зоопланктона отмечались в феврале и в августе – сентябре.*

Ключевые слова: зоопланктон; численность; сезонная динамика; видовой состав; Байкал; пелагиаль; мониторинг.

DOI: 10.24412/2410-1192-2025-17606

Дата поступления: 17.12.2024. Принята к печати: 28.02.2025

В ближайшей перспективе экосистема озера Байкал может столкнуться с проблемой существенного увеличения негативных нагрузок. Это связано как с глобальными климатическими изменениями и наблюдающимися уже сейчас процессами потепления вод озера, так и с происходящим масштабным промышленным хозяйственно-экономическим освоением байкальского региона [Carrea et al., 2020; Pilla et al., 2021]. По данным отчёта «State of the Climate in 2019» [Dunn et. al., 2020], 2019 г. вошел в тройку самых теплых лет на Земле с момента начала учёта. Потепление поверхности суши и океана отражается и на температуре озёр по всему миру, в период с 1995 по 2019 гг. поверхностный слой воды в среднем потеплел на 0.2°C.

Средняя температурная аномалия в озёрах Европы в 2019 г. достигла +0.6°C [Carrea et al., 2020]. Из вышеизложенного следует, что особенную актуальность в настоящее время для оз. Байкал приобретают мониторинговые исследования. Непрерывный экологический мониторинг планктона озера ведётся в Научно-исследовательском институте биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» (НИИ биологии «ИГУ») с февраля 1945 г. В ходе мониторинга оценивается видовой состав и численность планктона. Гидробиоценоз Байкала, как и других озёр, складывается из фито-, зоо- и бактериопланктона. Сетный зоопланктон представлен веслоногими и ветвистоусыми ракообразными, и коловратками.

В представленной работе проведён

анализ видового состава и численности зоопланктона открытой пелагиали озера Байкал в 2019 г. в свете усиления влияния климатических изменений на внутренние воды.

Материалы и методы

Станция отбора проб располагается в открытой части Южного Байкала, на расстоянии 2.7 км от берега над глубиной около 800 м против биостанции НИИ биологии «ИГУ» (п. Большие Коты).

Материалом для исследования послужили данные круглогодичных, ежегодных (за исключением времени ледостава и вскрытия ото льда) наблюдений в 2019 г.

Температуру воды измеряли встроенным в батометр ртутным термометром на горизонтах 0, 5, 10, 25 и 50 м. Прозрачность измеряли стандартным белым диском Секки.

Пробы воды для определения содержания хлорофилла «а» отбирали 7-ми литровым батометром с горизонтов 0, 5, 10, 25, 50 м. После фильтрования через трековые (нуклеопоровые) фильтры с диаметром пор 0.7 мкм определяли концентрацию хлорофилла «а» стандартным спектрофотометрическим методом [ГОСТ 17.1.4.02-90, 2001].

Орудием лова зоопланктона служила планктонная сеть Джеди с диаметром входного отверстия 37.5 см и фильтрующим конусом из мельничного сита № 55 (100 мкм) [Кожова, Мельник, 1978]. Облавливали слой 0–50 м по следующим фракциям 10–0, 25–10, 50–25 м. Пробы фиксировали 40%-ным раствором фор-

малина доводя до концентрации в 4%. Камеральную обработку проводили по стандартным методикам [Кожова, Мельник, 1978; Аров и др., 2000]. После отстаивания в течение трёх недель пробы концентрировали; осадок исследовали в счётной камере при помощи светового микроскопа. При идентификации видов использовали определители [Кутикова, 1970; Боруцкий и др., 1991; Мазепова, 1995; Коровчинский и др., 2021]. Численность каждой таксономической группы зоопланктона и вида оценивали в тыс. экз./м².

Оз. Байкал полностью покрылось льдом в феврале [Ледовая обстановка..., 2019]. Начиная с марта в разные сезоны годы было проведено 28 отборов проб. Всего в слое 0–50 м по трём фракциям отобрано 84 пробы зоопланктона. Ранней весной отобрали 9 проб, поздней весной – 18, ранним летом – 18, поздним летом – 12, в осенний период отобрано максимальное количество проб – 24 и зимой отобрано 3 пробы.

Для построения графиков сезонной динамики численности зоопланктона использовали общую численность в слое 0–50 м за каждую дату отбора (28 дат). Разделение видов по сезонной принадлежности производили согласно М.М. Кожову [1962]: ранняя весна (подлёдный период – февраль, март, апрель), поздняя весна (переходный период – май, июнь), раннее лето (июль–первая половина августа), позднее лето (вторая половина августа–сентябрь), осень (октябрь–ноябрь) и зима (декабрь–январь).

Использовали средневзвешенные зна-

чения температуры воды и концентрации хлорофилла «a» в слое 0–50 м, рассчитанные по формуле взвешенной арифметической средней [Закс, 1976]. Для среднегодовой численности зоопланктона применяли следующие показатели: среднеарифметическая и стандартная ошибка средней.

Нормальность распределения численных показателей проверяли, используя критерий Шапиро-Уилка. Принималось, что распределение данных является нормальным при $p \geq 0.05$. Выяснено, что распределения общей численности всего зоопланктона ($p=0.18$), температуры воды ($p=0.35$) и концентрации хлорофилла «a» ($p=0.31$) в 2019 г. соответствуют нормальному. Распределение значений численности *E. baikalensis* ($p<0.01$), коловраток ($p<0.01$), ветвистоусых рачков ($p<0.01$) и *Cyclops kolensis* Lilljeborg, 1901 ($p<0.01$) не является нормальным. Для анализа данных, которые распределены нормально, использовали среднее арифметическое и ошибку средней, и корреляцию Пирсона. К данным, которые не соответствуют нормальному распределению, применяли критерий Манна-Уитни. Оценку значимости коэффициентов корреляции проводили с помощью критерия Стьюдента. Значимость различий численности зоопланктона между годами исследования определяли с использованием критерия Манна-Уитни, при этом принималось, что между выборками нет значимых различий при $p \geq 0.05$. Расчёты коэффициентов производились в программе Past.

Результаты и обсуждение

По территории России 2019 г. стал четвёртым среди самых теплых с 1936 г., а в Сибирском федеральном округе (СФО) – пятым. Среднегодовая аномалия температуры воздуха в СФО составила $+2.2^{\circ}\text{C}$ [Доклад..., 2020]. Исследования, проведенные в 2019 г. в Южном Байкале, показали, что температуры воды у поверхности изменялись в характерном для оз. Байкал диапазоне: от 0.6 (март) до 16.2°C (июль). Прозрачность варьировала от 5.5 (июль) до 27 м (май) со значением 15.0 ± 1.5 м. С 2014 по 2019 гг. фиксировались среднегодовые значения температуры воды выше 5°C , что позволило отнести 2019 г. к «тёплому». При классификации был использован метод, применяемый в работе Н. Г. Шевелевой и О. Г. Пеньковой [2016].

Изменения прозрачности в глубоководной части Байкала определяются степенью развития фитопланктона [Сутырина, 2016]. Концентрация хлорофилла «a» может использоваться в качестве показателя временной и пространственной динамики фитопланктона [Минеева, 2009]. Концентрация хлорофилла «a» (рис. 1) в 2019 г. в слое 0–50 м изменялась от 0.2 до 1.8 мг/м^3 со средним значением 0.8 ± 0.1 мг/м^3 .

В зоопланктоне в 2019 г. обнаружено 22 вида (табл.). Среди них 18 – коловраток, 2 – веслоногих и 2 – ветвистоусых ракообразных. Весной в состав зоопланктона входило 10 видов, летом – 16, осенью – 18 и зимой – 7.

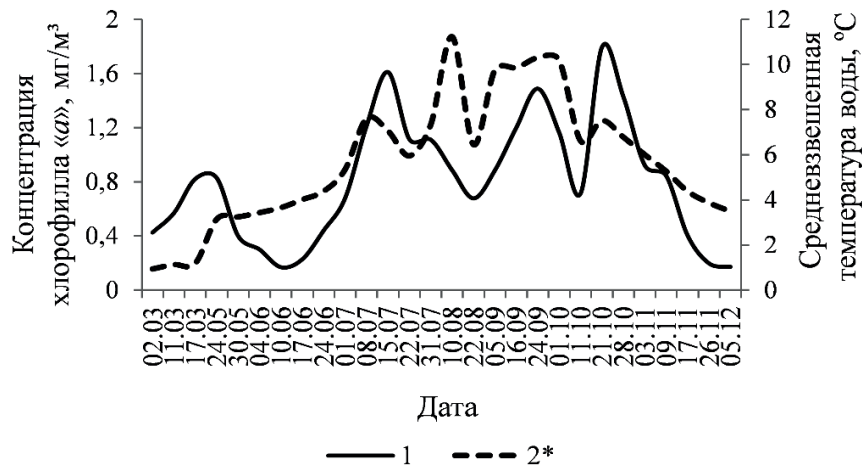


Рис. 1. Содержание хлорофилла «a» и температура воды в 2019 г. в пелагиали Южного Байкала (0–50 м).

1 – концентрация хлорофилла «a», 2* – температура воды (* – по вспомогательной оси)

Fig. 1. Chlorophyll «a» content and water temperature in 2019 in the Southern Baikal pelagial (0–50 m).

1 – chlorophyll «a» concentration, 2* – water temperature (* – on the auxiliary axis)

Среднегодовая суммарная численность зоопланктона в 2019 г. в слое 0–50 м на пелагической станции составила 1779.0 ± 191.2 тыс. экз./м². Основную часть численности зоопланктона озера составили веслоногие ракообразные (табл.). Наибольший вклад вносил веслоногий рачок *E. baikalensis* – 60.8%. Численность *C. kolensis* низкая – 0.4% от всего зоопланктона. Доля коловраток составила 38.3%, ветвистоусых ракообразных – 0.4%.

Весной по численности в озере доминировали веслоногие ракообразные (97.7%). В летний период в зоопланктоне возросла доля коловраток (41.6%); веслоногие рачки преобладали, но их доля уменьшилась (57.8%). Вклад ветвистоусых рачков в численность сообщества был незначителен (0.6%). В осенний период наблюдался пик развития коловраток и увеличение их роли в зоопланктоне (77.7%), доля веслоногих рачков по численности уменьшилась до 21.9%. Зимой также преобладали веслоногие (58.4%) и коловратки (41.4%).

В оз. Байкал обитают 2 вида веслоногих ракообразных: *C. kolensis* и *E. baikalensis*. Супердоминантным видом байкальского зоопланктона является эндемичный *E. baikalensis*. По численности преобладали науплиальные стадии рачков (рис. 2). Копеподиты (I–V стадия) были наиболее обильны в летний период. Половозрелые особи *E. baikalensis* (VI стадия) менее многочисленны. Подледный период характеризовался увеличением численности науплиусов зимне-весенней генерации с последующим переходом рачков к копеподитному периоду развития.

Период раннего лета (июль) характеризовался максимальной численностью *E. baikalensis* (3467 тыс. экз./м²) в озере. Наблюдалось массовое появление молоди летней генерации, что могло быть обусловлено большим количеством отложенных яиц, особенностями развития фитопланктона, а также температурными условиями [Naumova, Alekseev, 2020]. В дальнейшем происходило постепенное снижение численности *E. baikalensis* в слое 0–50 м с минимумом в середине ноября.

Таблица

Таксономический состав зоопланктона в 2019 г. в пелагиали Южного Байкала (0–50 м)

Table

Taxonomic composition of zooplankton in 2019 in the Southern Baikal pelagial (0–50 м)

№ п/п	Таксон	Среднегодовая численность, тыс. экз./м ²	Сезон			
			Весна	Лето	Осень	Зима
	Copepoda	1089.4±68.4				
1	<i>Epischura baikalensis</i> Sars G.O., 1900	1081.5±168.7	+	+	+	+
2	<i>Cyclops kolensis</i> Lilljeborg, 1901	7.9±2.5	+	+	+	
	Cladocera	7.6±2.6				
3	<i>Daphnia galeata</i> Sars, 1863				+	
4	<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller, 1776)				+	
	Rotifera	682.0±167.1				
	Круглогодичная группа	505.8±122.9				
5	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)		+	+	+	+
6	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	206.8±62.8	+	+	+	+
7	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)		+	+	+	+
8	<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	113.4±26.8	+	+	+	+
	Зимне-весенняя группа	1.6±0.5				
9	<i>Synchaeta pachypoda</i> Jashnov, 1922		+			+
10	<i>Notholca cinetura</i> Skorikov, 1914 (= <i>Notholca grandis</i> Voronkov, 1917)		+			
11	<i>N. intermedia</i> Voronkov, 1917		+	+		
12	<i>Collotheca</i> sp.		+	+	+	+
	Летне-осенняя группа	174.6±60.6				
13	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850			+	+	
14	<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)				+	
15	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892			+	+	
16	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832			+	+	
17	<i>Synchaeta</i> sp.			+	+	
18	<i>Synchaeta grandis</i> Zacharias, 1893				+	
19	<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893			+	+	
20	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943			+	+	
21	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)			+		
22	<i>Gastropus stylifer</i> Imhof, 1891			+	+	

Доля *C. kolensis* в 2019 г. составила всего 0.4% от общей численности зоопланктона. Для рачка в пелагиали Байкала характеры низкие количественные показатели в зимний период [Мазепова, 1995]. Среди всех стадий развития *C. kolensis* в 2019 г. доминировали копепо-

диты (I–VI стадии) – 4.0±1.5 тыс. экз./м² (50.8%). Половозрелые особи рачка малочисленны. В связи с круглогодичным обитанием в открытой пелагиали у байкальского *C. kolensis*, по сравнению с популяциями вида, обитающими вне озера, исчезла летняя диапауза [Мазепова, 1995].

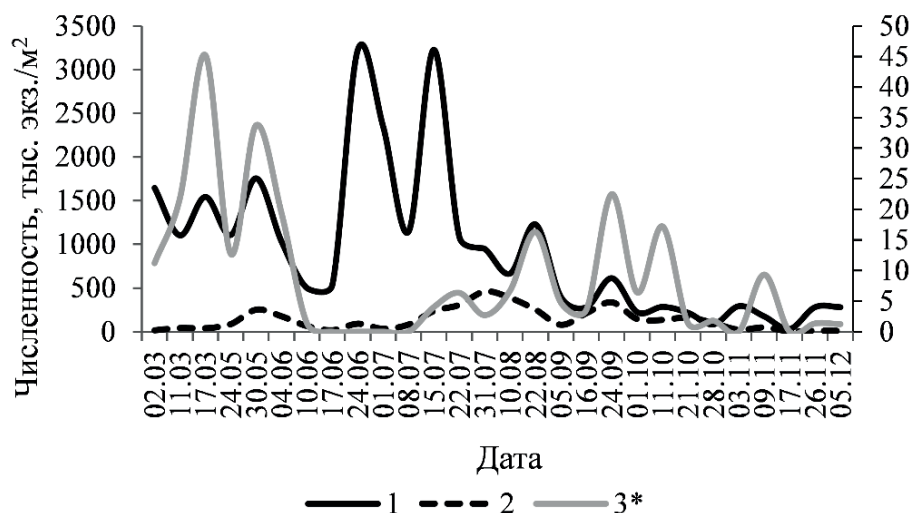


Рис. 2. Динамика численности возрастных групп *Epischura baikalensis* в 2019 г. в пелагиали Южного Байкала (0–50 м). 1 – науплии, 2 – копеподиты, 3* – половозрелые особи (* – по вспомогательной оси)
 Fig. 2. Abundance dynamics of age groups of *Epischura baikalensis* in 2019 in the Southern Baikal pelagial (0–50 m). 1 – nauplii, 2 – copepodites, 3* – adults (* – on the auxiliary axis)

В 2019 г. в динамике численности *C. kolensis* заметны два пика развития (рис. 3). Первый максимум наступил в начале августа, второй – в сентябре–октябре. В ноябре численность *C. kolensis* низкая.

В пелагиали Байкала отмечалось два вида Cladocera: *B. longirostris* и *D. galeata* с доминированием первого (табл.). Они, как правило, начинают появляться в авгу-

сте, пик развития у *D. galeata* приходится на сентябрь, а у *B. longirostris* – на октябрь [Шевелева, Помазкова, 1995]. Численность ветвистоусых ракообразных в 2019 г. достигала максимума в первой половине августа – 57.6 тыс. экз./м² (рис. 4). Затем к концу августа наступал спад численности. В сентябре численность снова повышалась и затем постепенно убывала.

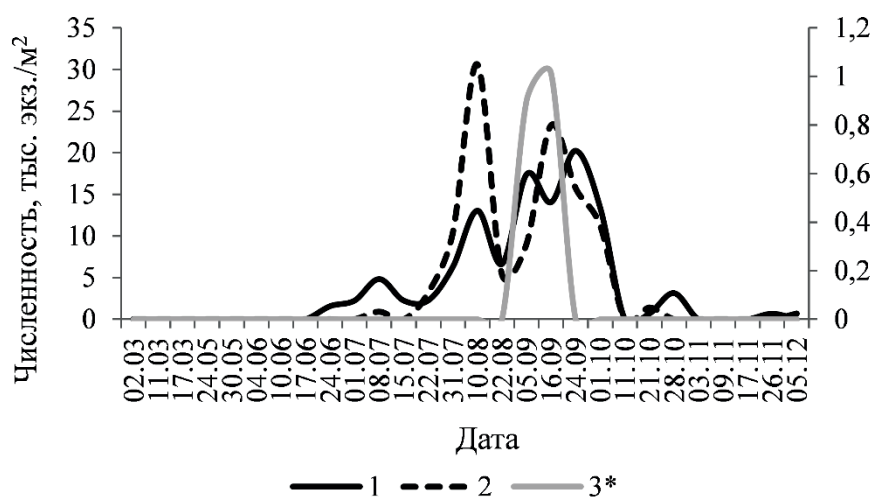


Рис. 3. Динамика численности возрастных групп *Cyclops kolensis* в 2019 г. в пелагиали Южного Байкала (0–50 м). 1 – науплии, 2 – копеподиты, 3* – половозрелые особи (* – по вспомогательной оси)
 Fig. 3. Abundance dynamics of the age groups of *Cyclops kolensis* in 2019 in the Southern Baikal pelagial (0–50 m). 1 – nauplii, 2 – copepodites, 3* – adults (* – on the auxiliary axis)

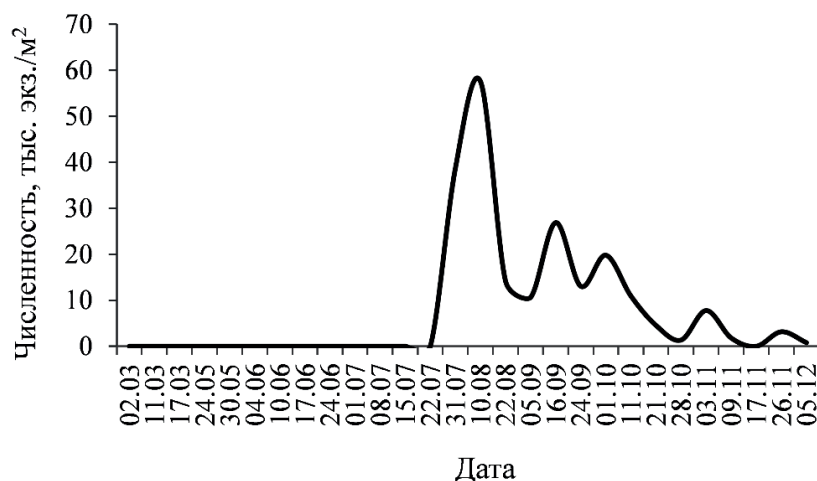


Рис. 4. Динамика численности Cladocera в 2019 г. в пелагиали Южного Байкала (0–50 м)
Fig. 4. Dynamics of Cladocera abundance in 2019 in the Southern Baikal pelagial (0–50 m)

Наибольшим видовым разнообразием в Байкале отличались коловратки (табл.). В 2019 г. среднегодовую численность коловраток на 74.2% определяли виды, которые обитают в пелагиали круглый год (табл.). В круглогодичной группе Rotifera состояло 4 вида, среди которых доминировали *K. quadrata* (40.9%) и *F. terminalis* (22.4%). На территории России вид *K. quadrata* многочисленен в оз. Плещеево [Жданова и др., 2019]. Обилие круглогодичных видов на байкальской станции повышалось к концу июля (рис. 5),

возможно, из-за меньшей конкуренции с *E. baikalensis*. К началу октября Rotifera достигали максимального развития.

Зимне-весенняя группа байкальских коловраток состоит из эндемичных и суб-эндемичных видов. В данный комплекс в 2019 г. входило 4 вида (табл.), доминировал эндемичный вид *N. intermedia*. Высокая численность этой зимне-весенней коловратки наблюдалась в июле (рис. 6), что не характерно для других холодолюбивых видов группы.

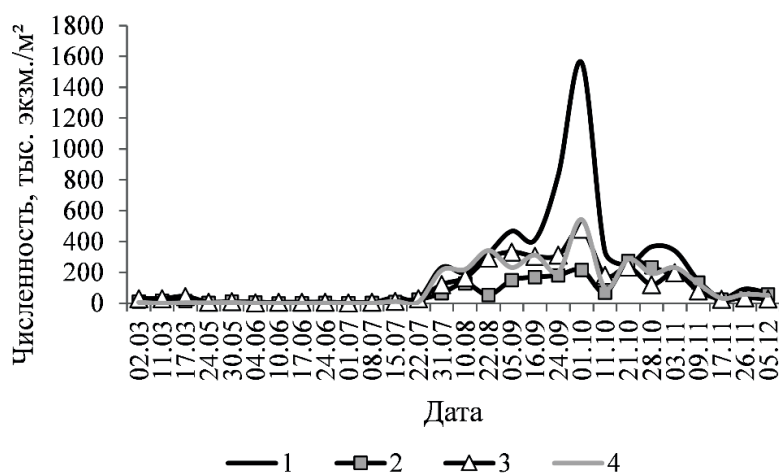


Рис. 5. Динамика численности круглогодичных коловраток в 2019 г. в пелагиали Южного Байкала (0–50 м).
1 – *Keratella quadrata*, 2 – *Keratella cochlearis*, 3 – *Kellicottia longispina*, 4 – *Filinia terminalis*
Fig. 5. Abundance dynamics of year-round rotifers in 2019 in the Southern Baikal pelagial (0–50 m).
1 – *Keratella quadrata*, 2 – *Keratella cochlearis*, 3 – *Kellicottia longispina*, 4 – *Filinia terminalis*

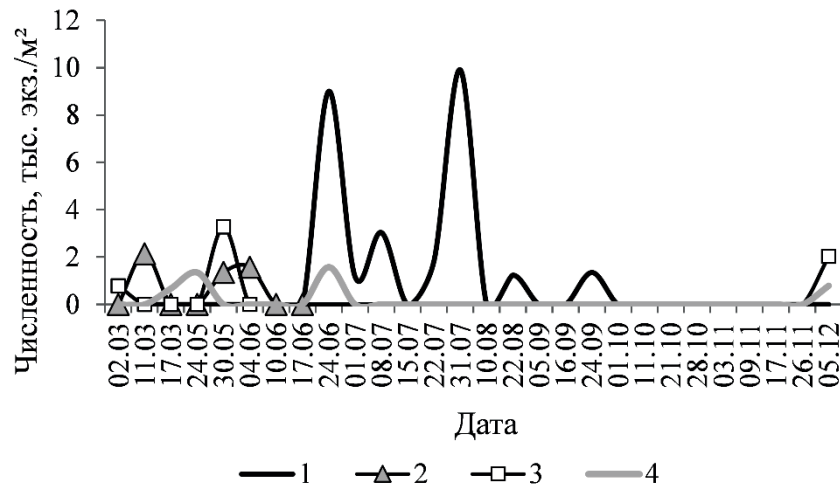


Рис. 6. Динамика численности зимне-весенних коловраток в 2019 г. в пелагиали Южного Байкала (0–50 м).

1 – *Notholca intermedia*, 2 – *Notholca grandis*, 3 – *Synchaeta pachypoda*, 4 – *Collotheca* sp.

Fig. 6. Abundance dynamics of winter-spring rotifers in 2019 in the Southern Baikal pelagial (0–50 m).

1 – *Notholca intermedia*, 2 – *Notholca grandis*, 3 – *Synchaeta pachypoda*, 4 – *Collotheca* sp.

Вид *N. intermedia* отмечался в пелагиали до позднего лета (сентябрь). В проливе Малое Море (оз. Байкал) эта коловратка также развивалась в летне-осенний период [Шевелева, Пенькова, 2023]. Зимне-весенний комплекс коловраток характеризовался низкой среднегодовой численностью (табл.).

Летне-осенняя группа коловраток

включала наибольшее число видов (табл.).

В 2019 г. в данном комплексе доминировал вид *S. stylata* (рис. 7), который также обилён в Телецком озере [Бурмистрова, 2023]. Развитие теплолюбивых коловраток начиналось ранним летом (июль). В динамике численности летне-осенней группы Rotifera выявлено три пика развития с максимумом поздним летом (сентябрь).

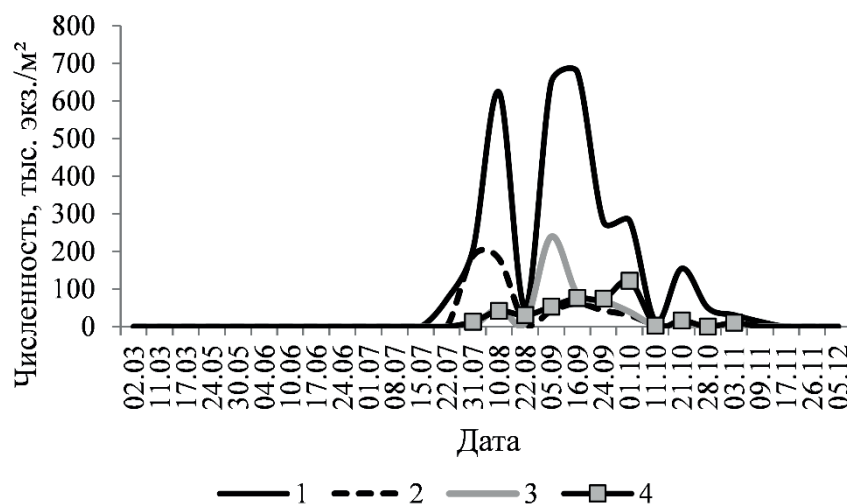


Рис. 7. Динамика численности доминирующих летне-осенних коловраток в 2019 г. в пелагиали Южного Байкала (0–50 м). 1 – *Synchaeta stylata*, 2 – *Polyarthra vulgaris*, 3 – *Gastropus stylifer*, 4 – *Collotheca* sp.

Fig. 7. Abundance dynamics of dominant summer-autumn rotifers in 2019 in the Southern Baikal pelagial (0–50 m).

1 – *Synchaeta stylata*, 2 – *Polyarthra vulgaris*, 3 – *Gastropus stylifer*, 4 – *Collotheca* sp.

Было выявлено, что круглогодичная группа составила основную часть всех коловраток – 74.2%. Вклад зимне-весеннего комплекса в общую численность Rotifera наименьший – 0.2%, а доля летне-осенней группы составила 25.6%.

По результатам расчётов уровень связи численности зоопланктона с температурой воды и концентрацией хлорофилла «а» был невысокий, сила корреляции численности с температурой ($r=0.57$) больше, чем с содержанием хлорофилла ($r=0.49$). Т. е. с температурой воды связь средняя, а с концентрацией хлорофилла – умеренная. Корреляция статистически значима ($p<0.01$).

Наблюдаемое в 2019 г. повышение среднегодовой численности веслоногого рачка *E. baikalensis* и ветвистоусых рачков по сравнению с предыдущим годом оказалось не значимо ($p=0.84$; 0.76), следовательно, их численные показатели находились в пределах межгодовых колебаний [База данных...; Демидова, Русановская, 2023]. Отмечаемое в 2019 г., снижение численности коловраток и

C. kolensis также было не значимо ($p=0.52$; 0.09), следовательно, их количество было сопоставимо с предыдущими годами исследования.

Заключение

В 2019 г. наблюдалась довольно высокая среднегодовая температура воды. Рачок *E. baikalensis* в 2019 г. являлся главным компонентом зоопланктона оз. Байкал, его доля от общей численности сообщества составила 60.8%. Среднегодовые значения численности *C. kolensis* минимальны. Коловратки в 2019 г. составили 38.3% численности зоопланктона с доминированием круглогодичных видов. В сезонной динамике численности повышение обилия коловраток начиналось с июля, в то же время, когда наблюдалось некоторое снижение численности рачкового зоопланктона. Коловратки достигали максимальных значений численности в октябре. В целом, несмотря на отмеченные особенности, в 2019 г. уровень количественного развития и сезонная динамика зоопланктона были обычны для Байкала.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ и Фонда поддержки прикладных экологических разработок и исследований «Озеро Байкал».

Список литературы

Аров И.В., Башарова Н.И., Мельник Н.Г. Методы изучения зоопланктона. Часть 2. Качественная и количественная обработка проб. Метод. указания. Иркутск: Иркут. ун-т, 2000. 29 с.

База данных «Зоопланктон» [№ гос. регистрации 200560028 от 21.10.2005 г].

Бурмистрова О.С. Характеристика зоопланктона на трех участках пелагиали Телецкого озера в 2016–2021 гг. // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. 2023. № 2(69). С. 28–43. doi: 10.24412/2410-1192-2023-16903

Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. Определитель Calanoida пресных вод СССР. СПб: Наука, 1991. 520 с.

ГОСТ 17.1.4.02-90. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла *a*. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. 12 с.

Демидова А.А., Русановская О.О. Состояние зоопланктона в пелагиали Южного Байкала в 2018 г. // Актуальные проблемы биологии и экологии: матер. докл. XXX Всерос. молодеж. науч. конф. (20–24 марта 2023 г., г. Сыктывкар). Сыктывкар: ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2023. С. 55–58.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2019 год. Москва, 2020. 97 с.

Жданова С.М., Сабитова Р.З., Цветкова М.В. Состав и структура зоопланктона озера Плещеево // ТРУДЫ ИБВВ РАН. 2019. № 86(89). С. 34–56. doi: 10.24411/0320-3557-2019-10010

Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. 598 с.

Кожов М.М. Биология озера Байкал. М.: Наука, 1962. 315 с.

Кожова О.М., Мельник Н.Г. Инструкция по обработке проб планктона счетным методом. Иркутск: Изд-во ИГУ, 1978. 50 с.

Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н., Гарибян П.Г. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. 2. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. 544 с.

Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970. 744 с.

Ледовая обстановка на озере Байкал. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/18579/> (дата обращения: 24.01.2025).

Мазепова Г.Ф. Отряд Copepoda – Веслоногие, Подотряд Cyclopoidea // Атлас и определитель пелагобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии). Новосибирск: Наука, 1995. С. 406–426.

Минеева Н.М. Первичная продукция планктона в водохранилищах Волги. Ярославль: Принтхаус, 2009. 279 с.

Сутырина Е.Н. Распределение прозрачности воды в озере Байкал по данным радиометра AVHRR // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 2. С. 95–103. doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-2-95-103

Шевелева Н.Г., Помазкова Г.И. Отряд Cladocera – ветвистоусые ракообразные // Атлас и определитель пелагобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии). Новосибирск: Наука, 1995. С. 431–477.

Шевелева Н.Г., Пенькова О.Г. К многолетней динамике весеннего зоопланктона открытой части пролива Малое Море (Байкал) // Гидробиологический журнал. 2016. Т. 52, № 4. С. 27–34.

Шевелева Н.Г., Пенькова О.Г. Изменение структуры зоопланктона пролива Малое Море (оз. Байкал) на фоне усиления антропогенной нагрузки (1993–2019 гг.) // Развитие

жизни в процессе абиотических изменений на Земле. 2023. № 4. С. 155–158. doi: 10.24412/cl-34446-2023-4-155-158

Carrea L., Woolway I.R., Merchant C.J., Dokulil M.T., DeGasperi C., Eyto E.D. et al. Lake surface water temperature [in “State of the Climate in 2019”] // Bull. Amer. Meteor. Soc. 2020. 101(8). P. S26–S28. doi: 10.1175/2020BAMSStateoftheClimate.1

Dunn R.J.H., Stanitski D.M., Gobron N. and Willett K.M., Eds., Global Climate [in “State of the Climate in 2019”] // Bull. Amer. Meteor. Soc. 2020. 101(8). P. S9–S127. doi: 10.1175/BAMS-D-20-0104.1

Naumova E.Y., Alekseev V.R. How many generations does *Epischura baikalensis* (Copepoda, Calanoida) have in Lake Baikal? // Crustaceana. 2020. Vol. 93. P. 507–518. doi: 10.1163/15685403-00003981

Pilla R.M., Mette E.M., Williamson C.E., Adamovich B.V., Adrian R., Anneville O. et al. Global data set of long-term summertime vertical temperature profiles in 153 lakes // Sci. Data. 2021. Vol. 8. P. e200. doi: 10.1038/s41597-021-00983-y

References

Arov I.V., Basharova N.I., Mel'nik N.G. Metody izucheniya zooplanktona. Chast' 2. Kachestvennaya i kolichestvennaya obrabotka prob. Metod. ukazaniya [Methods of studying zooplankton. Part 2. Qualitative and quantitative processing of samples. Method. instructions]. Irkutsk: Irkutsk State University, 2000. 29 p. (in Russian).

Baza dannykh «Zooplankton» [Database “Zooplankton”] [No. gos. registratsii 200560028 ot 21.10.2005 [State registration number 200560028 dated 21.10.2005]]. (in Russian).

Burmistrova O.S. Kharakteristika zooplanktona na trekh uchastkakh pelagiali Teletskogo ozera v 2016–2021 gg. [Characterisation of zooplankton at three pelagial sites of Lake Teletskoye in 2016–2021] // Izvestiya Altaiskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva [Bulletin of the Altai Branch of the Russian Geographical Society]. 2023. No. 2(69). P. 28–43. doi: 10.24412/2410-1192-2023-16903 (in Russian).

Borutskii E.V., Stepanova L.A., Kos M.S. Opredelitel' Calanoida presnykh vod SSSR [Key to the Calanoids of the freshwaters of the USSR]. St. Petersburg: publishing house Science, 1991. 520 p. (in Russian).

GOST 17.1.4.02-90. Voda. Metodika spektrofotometricheskogo opredeleniya khlorofilla a [Water. Methodology of spectrophotometric determination of chlorophyll a]. Moscow: Publishing and printing complex of the state standard of Russia Publishing house of standards, 2001. 12 p. (in Russian).

Demidova A.A., Rusanovskaya O.O. Sostoyanie zooplanktona v pelagiali Yuzhnogo Baikala v 2018 g. [Status of zooplankton in the Southern Baikal pelagial in 2018] // Aktual'nye problemy biologii i ekologii: mater. dokl. XXX vseros. molodezh. nauch. konf. (20–24 marta 2023., g. Syktyvkar) [Urgent problems of biology and ecology: proceed. of the XXX All-rus. youth scientific conf. (20–24 March 2023, Syktyvkar)]. Syktyvkar: Institute of Biology of

Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2023. P. 55–58. (in Russian).

Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiiskoi Federatsii za 2019 god [Report on characteristics of the climate on the territory of the Russian Federation for 2019]. Moscow, 2020. 97 p. (in Russian).

Zhdanova S.M., Sabitova R.Z., Tsvetkova M.V. Sostav i struktura zooplanktona ozera Pleshcheevo [Composition and structure of the zooplankton community in Lake Pleshcheevo] // TRUDY IBVV RAN [Transactions of IBIW]. 2019. No. 86(89). P. 34–56. doi: 10.24411/0320-3557-2019-10010 (in Russian).

Zaks L. Statisticheskoe otsenivanie [Statistical estimation]. Moscow: publishing house Statistika, 1976. 598 p. (in Russian).

Kozhov M.M. Biologiya ozera Baikal [Biology of Lake Baikal]. Moscow: publishing house Science, 1962. 315 p. (in Russian).

Kozhova O.M., Mel'nik N.G. Instruktsiya po obrabotke prob planktona schetnym metodom [Instructions for processing plankton samples by counting method]. Irkutsk: ISU publishing house, 1978. 50 p. (in Russian).

Korovchinsky N.M., Kotov A.A., Sinev A.Yu., Neretina A.N., Garibyan P.G. Vetvistousye rakoobraznye (Crustacea: Cladocera) Severnoj Evrazii [Cladocerans (Crustacea: Cladocera) of Northern Eurasia]. T. 2. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2021. 544 p. (in Russian).

Kutikova L.A. Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria). [Rotifer Fauna of the USSR (Rotatoria)]. Leningrad: publishing house Science, 1970. 744 p. (in Russian).

Ledovaya obstanovka na ozere Baikal [Ice situation on Lake Baikal]. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/18579/> (accessed: 24.01.2025). (in Russian).

Mazepova G.F. Otryad Copepoda – Veslonogie, Podotryad Cyclopoida [Order Copepoda – Copepods, Suborder Cyclopoida] // Atlas i opredelitel' pelagobiontov Baikala (s kratkimi ocherkami po ikh ekologii) [Guid and Key to Pelagic Animals of Baikal (with Ecological Notes)]. Novosibirsk: Publishing house Science, 1995. P. 406–426. (in Russian).

Mineeva N.M. Pervichnaya produktsiya planktona v vodokhranilishchakh Volgi [Primary production of plankton in Volga reservoirs]. Yaroslavl: Printkhaus publishing house, 2009. 279 p. (in Russian).

Sutyryna E.N. Raspredelenie prozrachnosti vody v ozere Baikal po dannym radiometra AVHRR [Distribution of water transparency in Lake Baikal according to AVHRR radiometer data] // Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa [Modern problems of Earth remote sensing from space]. 2016. Vol. 13, no. 2. P. 95–103. doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-2-95-103 (in Russian).

Sheveleva N.G., Pomazkova G.I. Otryad Cladocera – vetvistousye rakoobraznye [Order Cladocera – cladocerans] // Atlas i opredelitel' pelagobiontov Baikala (s kratkimi ocherkami po ikh ekologii) [Guid and Key to Pelagic Animals of Baikal (with Ecological Notes)]. Novosibirsk: Publishing house Science, 1995. P. 431–477. (in Russian).

Sheveleva N.G., Pen'kova O.G. K mnogoletnei dinamike vesennego zooplanktona otkrytoi chasti proliva Maloe More (Baikal) [On long-term dynamics of the spring zooplankton of the open part of the Maloye More strait, Baikal Lake] // *Gidrobiologicheskii zhurnal* [Hydrobiological Journal]. 2016. Vol. 52, no. 4. P. 27–34. (in Russian).

Sheveleva N.G., Pen'kova O.G. Izmenenie struktury zooplanktona proliva Maloe More (oz. Baikal) na fone usileniya antropogennoi nagruzki (1993–2019 gg.) [Changes in the zooplankton structure of the Maloye More Strait (Lake Baikal) against the background of increasing anthropogenic load (1993–2019)] // *Razvitie zhizni v protsesse abioticheskikh izmenenii na Zemle* [Development of life in the process of abiotic changes on Earth]. 2023. No. 4. P. 155–158. doi: 10.24412/cl-34446-2023-4-155-158 (in Russian).

Carrea L., Woolway I.R., Merchant C.J., Dokulil M.T., DeGasperi C., Eyrto E.D. et al. Lake surface water temperature [in “State of the Climate in 2019”] // *Bull. Am. Meteor. Soc.* 2020. 101(8). P. S26–S28. doi: 10.1175/2020BAMSStateoftheClimate.1

Dunn R.J.H., Stanitski D.M., Gobron N. and Willett K.M., Eds., Global Climate [in “State of the Climate in 2019”] // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 2020. 101(8). P. S9–S127. doi: 10.1175/BAMS-D-20-0104.1

Naumova E.Y., Alekseev V.R. How many generations does *Epischura baikalensis* (Copepoda, Calanoida) have in Lake Baikal? // *Crustaceana*. 2020. Vol. 93. P. 507–518. doi: 10.1163/15685403-00003981

Pilla R.M., Mette E.M., Williamson C.E. Adamovich B.V., Adrian R., Anneville O. et al. Global data set of long-term summertime vertical temperature profiles in 153 lakes // *Sci. Data*. 2021. Vol. 8. P. e200. doi: 10.1038/s41597-021-00983-y

SEASONAL DYNAMICS OF ZOOPLANKTON OF THE SOUTHERN BAIKAL PELAGIAL (OPPOSITE THE VILLAGE OF BOLSHIYE KOTY)

A.A. Demidova, O.O. Rusanovskaya, S.V. Shimaraeva, E.A. Silow

Research Institute of Biology, Irkutsk State University, Irkutsk,

*E-mail: dem.anastasia.a@mail.ru, rusanovskaya-o.o@mail.ru, shimaraeva@gmail.com,
eugenesilow@gmail.com*

*The results of the analysis of seasonal dynamics of zooplankton abundance in 2019 at the pelagic station in the Southern Basin of Lake Baikal (opposite the village of Bolshiye Koty) in the 0–50 layer is presented. The mean annual total zooplankton abundance was 1779.0 ± 191.2 thou. eq./m². Copepods made the greatest contribution to the total abundance of zooplankton – 61.2%; the share of rotifers was 38.3%, and cladocerans – 0.4%. *Epischura baikalensis* Sars, 1900 constituted 60.8% of the total abundance of zooplankton organisms. Peaks in zooplankton abundance were observed in February and from August to September.*

Key words: zooplankton; abundance; seasonal dynamics; species composition; Baikal; pelagial; monitoring.

Received December 17, 2024. Accepted: February 28, 2025

Сведения об авторах

Демидова Анастасия Андреевна – аспирант биолого-почвенного факультета, Иркутский государственный университет; младший научный сотрудник лаборатории общей гидробиологии Научно-исследовательского института биологии, Иркутский государственный университет. Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3. ORCID: 0000-0001-7448-0199. E-mail: dem.anastasia.a@mail.ru.

Русановская Ольга Олеговна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории общей гидробиологии Научно-исследовательского института биологии, Иркутский государственный университет. Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3. ORCID: 0000-0001-9328-0264. E-mail: rusanovskaya-o.o@mail.ru.

Шимараева Светлана Владимировна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией общей гидробиологии, Научно-исследовательский институт биологии, Иркутский государственный университет. Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3. ORCID: 0000-0002-3477-1378. E-mail: shimaraeva@gmail.com.

Зилов Евгений Анатольевич – доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории общей гидробиологии, Научно-исследовательский институт биологии, Иркутский государственный университет. Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3. ORCID: 0000-0002-7039-3220. E-mail: eugenetilow@gmail.com.

Information about the authors

Demidova Anastasia Andreevna – third-year postgraduate student of Faculty of Biology and Soil Studies, Irkutsk State University; junior researcher of the Laboratory of General Hydrobiology, Research Institute of Biology, Irkutsk State University, 3 Lenin St., 664003 Irkutsk, Russia. ORCID: 0000-0001-7448-0199. E-mail: dem.anastasia.a@mail.ru.

Rusanovskaya Olga Olegovna – PhD in Biology, senior Researcher of the Laboratory of General Hydrobiology, Research Institute of Biology, Irkutsk State University, 3 Lenin St., 664003 Irkutsk, Russia. ORCID: 0000-0001-9328-0264. E-mail: rusanovskaya-o.o@mail.ru.

Shimaraeva Svetlana Vladimirovna – PhD in Biology, Head of the Laboratory of General Hydrobiology, Research Institute of Biology, Irkutsk State University, 3 Lenin St., 664003 Irkutsk, Russia. ORCID: 0000-0002-3477-1378. E-mail: shimaraeva@gmail.com.

Silow Evgeny Anatolyevich – Dr Sc. in Biology, professor, leading researcher of the Laboratory of General Hydrobiology, Research Institute of Biology, Irkutsk State University, 3 Lenin St., 664003 Irkutsk, Russia. ORCID: 0000-0002-7039-3220. E-mail: eugenetilow@gmail.com.