

Зообентос и зоопланктон предгорных озёр Приполярного Урала

© 2022. О. А. Лоскутова, к. б. н., с. н. с., О. Н. Кононова, к. б. н., н. с.,
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,
e-mail: loskutova@ib.komisc.ru

В статье приведены данные о составе, структуре и количественном развитии сообществ водных беспозвоночных небольших предгорных озёр Приполярного Урала. Озёра расположены на территории национального парка «Югыд ва» в труднодоступной местности, они сохраняют естественный режим. В зоопланктоне определено 55 таксонов. В составе планктонных фаун всех водоёмов преобладали ветвистоусые раки. Относительно высокие показатели численности и биомассы зоопланктона обусловлены доминированием в сообществах низших раков. Фауна и количественное развитие донных беспозвоночных большинства озёр не богаты. Установлено, что состав зообентоса включает 24 таксономических группы гидробионтов. Основу численности и биомассы зообентоса составляли хирономиды, олигохеты, амфиподы и пиявки. Максимальной численностью организмов характеризовались илистые грунты, наименьшей – мелкие заиленные валуны, однако биомасса бентоса на каменистых биотопах была наибольшей. Особенностью исследованных озёр является обитание в них личинок стрекоз.

Ключевые слова: западный склон Урала, водные экосистемы, озёра, фауна, беспозвоночные.

Zoobenthos and zooplankton of the foothill lakes of Subpolar Urals

© 2022. O. A. Loskutova ORCID: 0000-0002-9059-2745,
O. N. Kononova ORCID: 0000-0002-7320-4034,
Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences,
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,
e-mail: loskutova@ib.komisc.ru

The article presents data on composition, structure and quantitative parameters of aquatic invertebrates from four small foothill lakes at the Subpolar Urals. The lakes are located in the “Yugyd va” national park in remote swampy areas. 55 zooplankton taxa were revealed: Rotifera 22, Cladocera 22 and Copepoda 11. All species are common species of plankton animals of the Russian European Northeast. In each lake, 28–34 taxa were registered with the prevalence of cladocerans. Quantitative parameters of zooplankton varied significantly, averaging 70.6–143.9 thousand ind./m³, and 0.5–16.4 g/m³ in deep lakes and 23.7 thousand ind./m³, and 0.4 g/m³ – in shallow lakes. The prevalence of crustacean plankton against rotifer plankton both in species composition and quantitatively distinguishes these lakes from the majority of those surveyed in this area. Species diversity and quantitative parameters of benthic invertebrates’ assemblages are poor in the most lakes under study. Zoobenthos includes 23 taxonomic groups of hydrobionts. In each lake, we found 13 to 21 groups of benthos. The highest taxonomic diversity was found in a shallow flowing lake. During late June – early July, the abundance of zoobenthos ranged from 1.4 to 5.2 thousand ind./m², and was significantly higher in August (43.6 thousand ind./m²) due to the occurrence of juvenile insects. The most abundant groups are chironomids, oligochaetes, amphipods and nematodes. Biomass ranged from 2.2 to 5.5 g/m², and mainly included chironomids, oligochaetes, amphipods and leeches. Silty grounds were characterized by highest density. Benthic biomass was maximal in the gravel habitats. A feature of the bottom population of the studied lakes is the habitation of dragonfly larvae. Zooplankton and zoobenthos of the studied lakes are distinguished from water bodies located in the Maliy Patok river basin, located upstream the Schugor River, by higher species richness and quantitative parameters.

Keywords: western slopes of the Urals, aquatic ecosystems, lakes, fauna, invertebrates.

Экосистемы озёр являются жизненно важными ресурсами для водных организмов и человека. Любое изменение качества окружающей среды вызывает самые разные

экологические последствия [1–3]. Сообщества беспозвоночных озёр, расположенных на охраняемых территориях, являются удобными объектами для выявления тенденции измене-

ния климата при проведении мониторинга. Однако, фауна этих водоёмов остаётся недостаточно изученной, хотя для понимания изменения климатических процессов важно детальное изучение именно региональной фауны. Известно лишь несколько работ по зоопланктону и зообентосу горных и предгорных озёр западного склона Приполярного Урала [4–6].

Река Большой Паток – один из наиболее крупных правых притоков р. Щугор (бассейн р. Печора) длиной 121 км, берёт начало на западных склонах Приполярного Урала. В бассейне р. Большой Паток находится 96 озёр общей площадью 415 га [7]. Цель нашей работы – изучить состав, структуру и количественное развитие сообществ водных беспозвоночных озёр в бассейне р. Большой Паток. Исследованные нами озёра расположены на территории национального парка «Югыд ва» в труднодоступной болотистой местности. Водная растительность озёр хорошо развита, характерны заросли кубышки, рдестов, вахты трёхлистной. Грунты в прибрежье представлены заиленными песками либо валунами со мхом, центральная часть озёр занята мощными отложениями ила.

Материалы и методы исследований

Обследованы четыре предгорных озера в бассейне р. Большой Паток (табл. 1). Всего собрано и обработано 13 проб зоопланктона и 26 проб зообентоса. Зоопланктон отбирали посредством фильтрации 50 л воды через планктонную сеть Апштейна с размером ячеек 80 мкм. При отборе проб бентоса с мягких грунтов использовали облегчённый дночерпатель Петерсена, с валунных и валунно-галечных – гидробиологический скребок с длиной лезвия 30 см. Промывали пробы, используя мельничный газ с размером ячеек 158 мкм. После отбора пробы фиксировали 4% раствором формалина и обрабатывали в лаборатории по стандартным методикам [4, 8].

Все виды, найденные в пробах зоопланктона, независимо от их экологических характеристик [9], относили к планктонным. Неполовозрелые формы веслоногих раков учитывали как отдельные таксоны. Индивидуальный вес организмов зоопланктона рассчитывали по формулам [8]. В анализе полученных результатов использовали коэффициент общности видового состава Сьёренсена (I_S) и индекс доминирования Паляя – Ковнацки (D_i) [10].

Таблица 1 / Table 1

Характеристика обследованных озёр в бассейне р. Большой Паток
Characteristics of the surveyed lakes in the Bolshoy Patok River basin

Название озера Lake name	Координаты* и дата отбора проб Coordinates*, sampling date	Высота,* м над уровнем моря height above sea level	Площадь*, га Area, ga	Максимальная глубина*, м Maximum depth, m	Температура воды, °C Water temperature, °C
Озеро в низовьях р. Седью (Плотвичное) Lake in the lower reaches of the Sed'yu River (Plotvichnoe)	64°36'50"N 58°52'00"E 10.07.2009	163,8	7,8	18	19,1
Озеро в низовьях р. Потэмью Lake in the lower reaches of the Potem'yu River	64 ° 36'10"N 59°01'35"E 19.06.2010	167,2	2,8	7,7	10,2
Озеро Сиговое Lake Sigovoe	64°35'15"N 58°58'10"E 21.06.2012	161,2	16,8	20	21,3–21,6
Озеро Малое Окунёвое Lake Maloye Okunevovoe	64°33'50"N 58°55'40"E 12.08.2017	159,6	4	3	14,0

Примечание / Note: * – данные по [9] / the data are taken from [9].

Таблица 2 / Table 2

Видовой состав зоопланктона исследованных озёр
Species composition of zooplankton in the studied lakes

Таксон Taxon	Плотвичное Plotvichnoye	Сиговое Sigovoye	Малое Окунёвое Maloye Okunevoye
Copepoda			
Nauplius	+	+	+
Copepodit Cyclopoida	+	+	+
Copepodit Calanoida	+	–	–
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg)	+	–	–
<i>Macrocylops albidus</i> (Jurine)	–	–	+
<i>M. fuscus</i> (Jurine)	–	+	–
<i>Eucyclops (Eucyclops) serrulatus</i> (Fischer)	–	+	–
<i>E. (Macrurocylops) macrurus</i> (Sars)	–	+	+
<i>Cyclops scutifer</i> Sars, s. lat.	+	–	–
<i>Microcylops varicans</i> Sars	–	+	–
<i>Mesocylops leuckarti</i> (Claus)	+	+	–
Cladocera			
<i>Sida crystallina</i> O.F. Müller	+	+	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> s. str. (Liévin)	+	–	+
<i>Daphnia (Daphnia) longispina</i> (O.F. Müller)	+	–	–
<i>D. (D.) cristata</i> Sars	+	–	–
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> s. lat. Sars	+	+	+
<i>Scapholeberis mucronata</i> s. lat. (O.F. Müller)	+	+	+
<i>Ophryoxus gracilis</i> Sars	+	+	–
<i>Eurycerus (Eurycerus) lamellatus</i> (O. F. Müller)	–	–	+
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O. F. Müller)	+	–	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller)	+	+	+
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)	–	–	+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	–	+	–
<i>Flavalona costata</i> (Sars)	+	–	–
<i>Coronatella (Coronatella) rectangula</i> Sars	–	+	+
<i>Biapertura affinis</i> (Leydig)	–	+	+
<i>Alona</i> sp.	–	–	+
<i>Alonopsis elongata</i> (Sars)	+	+	–
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	–	+	–
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	–	+	–
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller)	–	–	+
<i>Bosmina (Eubosmina) cf. longispina</i> Leydig	+	+	+
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus)	+	+	+
Rotifera			
<i>Notommata</i> sp.	–	+	–
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg)	–	–	+
<i>Trichocerca (Diurella) musculus</i> (Hauer)	–	–	+
<i>T. (D.) porcellus</i> (Gosse)	–	–	+
<i>T. (s. str.) rattus</i> (Müller)	–	–	+
<i>Gastropus stylifer</i> Imhof	+	–	–
<i>Synchaeta tremula</i> (Müller)	–	–	+
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt	+	–	–
<i>Ploesoma hudsoni</i> (Imhof)	–	+	–
<i>Dicranophorus forcipatus</i> (Müller)	–	–	+

Таксон Taxon	Плотвичное Plotvichnoye	Сиговое Sigovoye	Малое Окунёвое Maloye Okunevoye
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	+	+	–
<i>Lecane (Monostyla) lunaris</i> (Ehrenberg)	–	–	+
<i>L. (s. str.) luna</i> (Müller)	–	–	+
<i>Proales sigmoidea</i> (Skorikov)	–	–	+
<i>Euchlanis deflexa</i> Gosse	–	–	+
<i>E. dilatata</i> Ehrenberg	–	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	+	+	–
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	+	+	–
<i>Notholca labis</i> Gosse	–	–	+
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank)	+	–	–
<i>C. unicornis</i> Rousselet	+	–	+
Bdelloida	+	–	+
Всего видов / Total species	27	26	32

Примечание: «+» – вид найден; «–» – вид не найден.
Note: “+” – species found; “–” – species not found.

При расчёте средних значений численности и биомассы зоопланктона и зообентоса для оценки вариабельности выборки определяли значения стандартной ошибки средней.

Результаты и обсуждение

Из исследованных озёр три являются сточными: два озера соединяются постоянными протоками напрямую с рекой Большой Паток, оз. Плотвичное – с р. Седью – правобережным притоком р. Большой Паток. Озеро Малое Окунёвое проточное. Характеристика озёр представлена в таблице 1.

Несмотря на небольшие площади, некоторые озёра отличались значительной глубиной. Температура воды в них даже в близкие сроки отбора проб, но в разные годы, существенно отличалась (табл. 1). Результаты химического исследования озера Малое Окунёвое показали, что для его воды характерны слабощелочная реакция (pH 7,3), невысокая цветность (28°), низкая удельная электропроводность (88 мкСм/см). Вода озера принадлежит к гидрокарбонатному классу, незначительная перманганатная окисляемость указывает на очень малое содержание органических веществ.

В зоопланктоне исследованных озёр обнаружено 55 видов и форм (табл. 2).

Все найденные таксоны являются обычными элементами планктонной фауны европейского северо-востока России [12]. Сходство планктонных фаун водоёмов было умеренным (I_s составлял 0,4–0,5).

Количественное развитие зоопланктона различалось значительно (табл. 3).

Относительно высокие показатели численности в озёрах Сиговое и Малое Окунёвое были обусловлены массовым развитием ветвистоусых раков, в первом – за счёт *P. pediculus* ($D_i = 78,5\%$), субдоминантами были: *K. longispina*, *B. (E.) cf. longispina longispina*, *A. priodonta*. Во втором – *B. longispina* ($D_i = 62,5\%$), субдоминанты: *E. dilatata*, *C. sphaericus*, *P. pediculus*, *S. mucronata* и *P. truncatus*. Оба доминирующих вида являются обычными обитателями разнотипных северных водоёмов, в том числе горных [13–15].

В озере, расположенном в бассейне р. Седью, многочисленными были веслоногие раки, представленные большей частью неполовозрелыми формами ($D_i = 64\%$), субдоминантами выступали *K. cochlearis*, *K. longispina*, *P. pediculus*, *D. (D.) cristata cristata*, *C. hippocrepis* и *C. unicornis*. Биомассу в планктонных сообществах озёр формировали низшие раки: в глубоководных озёрах Плотвичное и Сиговое – ювенильные формы веслоногих раков и *P. pediculus*; в мелководном проточном оз. Малое Окунёвое – *B. (E.) cf. longispina longispina*, *B. (B.) longirostris longirostris*, *P. pediculus*, *C. sphaericus* и *E. (E.) lamellatus lamellatus*. Преобладание в планктоне низших раков над коловратками является особенностью этих озёр. В большей части обследованных горных и предгорных водоёмов Полярного и Приполярного Урала, как западного, так и восточного макросклонов, в зоопланктоне преобладают коловратки [6, 16].

Таблица 3 / Table 3

Показатели количественного развития зоопланктона в исследованных озёрах
Indicators of quantitative development of zooplankton in the studied lakes

Таксон Taxon	Численность, тыс. экз./м ³ Abundance, thous. ind./m ³			Биомасса, г/м ³ Biomass, g/m ³		
	Плотвичное Plotvichnoe (n = 4)	Сиговое Sigovoye (n = 4)	Малое Окунёвое Maloye Okunevoye (n = 5)	Плотвичное Plotvichnoye (n = 4)	Сиговое Sigovoye (n = 4)	Малое Окунёвое Maloye Okunevoye (n = 5)
Rotifera	18,4±7,9	8,2±4,0	2,3±1,6	0,017±0,011	0,052±0,020	0,003±0,002
Cladocera	6,8±4,1	130,4±109,8	18,4±12,0	0,195±0,170	16,250±15,380	0,355±0,264
Sopropoda	45,4±15,9	5,3±2,1	3,0±2,2	0,245±0,125	0,049±0,016	0,031±0,023
Весь зоопланктон Total zooplankton	70,6±23,0	143,9±108,1	23,7±12,7	0,457±0,167	16,360±15,390	0,389±0,266

Таблица 4 / Table 4

Зообентос предгорных озёр бассейна р. Большой Паток
Zoobenthos of foothill lakes Bolshoy Patok River Basin

Таксон Taxon	Встречаемость, % Occurrence, %	Доля таксона в общей численности, % The share of the taxon in the total population, %				Доля таксона в общей биомассе, % Share of taxon in total biomass, %			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Hydrozoa	18,2	1,1	0,2	–	0,1	0,6	0,2	–	< 0,1
Nematoda	68,2	0,6	17,2	2,1	22,2	< 0,1	0,2	< 0,1	1,4
Oligochaeta	90,9	3,4	51,1	1,6	4,0	0,6	67,6	0,3	9,0
Hurudinea	45,5	0,6	0,1	17,9	0,3	19,5	0,1	20,4	14,6
Tardigrada	22,7	–	–	1,1	–	–	–	–	< 0,1
Mollusca	81,8	15,9	–	0,7	3,3	22,4	–	6,9	20,8
Cladocera	77,3	5,1	6,5	10,1	4,3	5,0	7,3	< 0,1	0,9
Harpacticoida	59,1	–	1,1	0,8	7,9	–	< 0,1	< 0,1	0,1
Cyclopoida	81,8	1,7	1,0	4,6	8,0	< 0,1	0,1	< 0,1	0,6
Ostracoda	40,9	0,6	–	–	9,4	< 0,1	–	–	0,1
Amphipoda	45,5	–	–	42,4	0,9	–	–	62,6	10,3
Araneina	4,6	–	–	–	< 0,1	–	–	–	< 0,1
Hydracarina	72,7	0,6	0,7	2,8	1,0	0,1	0,4	0,6	0,3
Collembola	4,6	–	–	–	< 0,1	–	–	–	0,1
Ephemeroptera, lv.	50,0	–	0,7	1,9	1,8	–	1,0	1,7	1,5
Plecoptera, lv.	9,1	–	–	0,8	–	–	–	0,4	–
Trichoptera, lv.	54,5	1,7	0,2	0,4	1,5	13,9	1,9	0,8	9,5
Trichoptera, pp.	4,6	–	–	0,1	–	–	–	0,2	–
Coleoptera, lv.	18,2	–	0,5	–	< 0,1	–	0,4	–	< 0,1
Coleoptera, im.	4,6	–	–	0,1	–	–	–	0,1	–
Megaloptera, lv.	4,6	–	–	–	< 0,1	–	–	–	0,3
Odonata, lv.	22,7	1,7	–	0,1	< 0,1	16,0	–	3,1	< 0,1
Chironomidae, lv.	95,7	64,2	17,0	12,9	32,7	20,6	16,0	1,6	28,8
Chironomidae, pp.	39,1	1,7	0,2	0,5	0,1	0,7	0,2	0,2	0,1
Ceratopogonidae, lv.	63,6	1,1	1,2	0,1	1,4	0,7	2,1	0,1	1,0
Diptera n/det., lv.	9,1	–	–	0,1	–	–	–	0,5	–

Примечание: «+» – вид найден; «–» – вид не найден; I – оз. Плотвичное; II – оз. в бассейне р. Потэмью; III – оз. Сиговое; IV – оз. Малое Окунёвое.

Note: “+” – species found; “–” – species not found; I – Lake Plotvichnoye; II – Lake in the Potem'yu River basin; III – Lake Sigovoye; IV – Lake Maloye Okunevoye.

Таблица 5 / Table 5

Средняя численность и средняя биомасса зообентоса предгорных озёр
Average abundance and average biomass of zoobenthos in foothill lakes

Средняя численность, тыс. экз./м ² Average abundance, thous. ind./m ²				Средняя биомасса, г/м ² Average biomass, g/m ²			
I	II	III	IV	I	II	III	IV
1,4±0,6	5,2±2,4	3,0±1,4	43,6±9,5	2,2±1,2	3,8±1,6	4,6±3,3	5,5±2,1

Примечание: I – оз. Плотвичное; II – оз. в бассейне р. Потэмью; III – оз. Сиговое; IV – оз. Малое Окунёвое.

Note: “+” – species found; “-” – species not found; I – Lake Plotvichnoye; II – Lake in the Potem’yu River basin; III – Lake Sigovoye; IV – Lake Maloye Okunevoye.

Таблица 6 / Table 6

Зообентос на разных грунтах предгорных озёр
Zoobenthos on different bottom of foothill lakes

Показатели Indicators	Грунты / Bottom		
	ил silt	твёрдые грунты hard bottom	заросли водных растений thickets of aquatic plants
Средняя численность, тыс. экз./м ² Average abundance, thous. ind./m ²	25,9±8,8	7,5±5,4	14,4±7,6
Доминирующие группы по численности, % Dominant groups by number, %	Chironomidae – 36,6 Nematoda – 22,7	Amphipoda – 43,2 Hirudinea – 18,3 Cladocera – 13,3	Harpacticoida – 28,7 Nematoda – 16,0 Chironomidae – 15,9 Copepoda – 11,3
Средняя биомасса, г/м ² Average biomass, %	5,5±1,5	25,9±20,4	1,6±0,3
Доминирующие группы по биомассе, % Dominant groups by biomass, %	Chironomidae – 25,6 Oligochaeta – 24,2 Mollusca – 14,8	Amphipoda – 63,4 Hirudinea – 20,5	Chironomidae – 34,3 Mollusca – 29,7 Amphipoda – 12,4 Oligochaeta – 10,5

В составе зообентоса зарегистрировано 23 таксономических группы гидробионтов (табл. 4).

В каждом из обследованных озёр присутствовало от 13 до 21 группы бентоса. Наибольшей частотой встречаемости отличались личинки хирономид (95,7%), олигохеты (78,3%), моллюски и веслоногие раки (по 82,6%). С частотой более 60% встречены нематоды, ветвистоусые раки, гарпактикоиды, клещи и мокрецы. Довольно часто встречались пиявки (43,5%), остракоды (39,1%), амфиподы (43,5%), подёнки (47,8%), ручейники (52,2%), стрекозы (21,7%). Среди редких групп можно отметить пауков, коллембол, веснянок, имаго жуков и вислоккрылок.

Численность зообентоса в большинстве озёр не превышала 5,2 тыс. экз./м², лишь в оз. Малое Окунёвое она была более чем в 8 раз выше из-за отбора проб в августе, в период массового развития личинок хирономид нового поколения (табл. 5). Доминировали по числу особей преимущественно личинки хирономид и нематоды. Биомасса зообентоса во всех озёрах была невысокой (2,2–5,5 г/м²). Доминантами по биомассе являлись хироно-

миды, пиявки, реже амфиподы, моллюски или олигохеты (табл. 4).

Максимальной численностью характеризовались илистые грунты, наименьшей – мелкие заиленные валуны, однако на них отмечена наибольшая биомасса бентоса (табл. 6).

Круглые черви (Annelidae) представлены малоцетинковыми червями и пиявками. Среди олигохет преобладали виды из сем. Naididae и Tubificidae. Моллюски представлены мелкими двустворчатыми сем. Sphaeriidae и катушками сем. Planorbidae. Из ветвистоусых ракообразных обычны *E. (E.) lamellatus lamellatus*, *C. sphaericus*, *B. affinis* и др., из веслоногих – *Megacyclops viridis* (Jurine) и *E. (E.) serrulatus serrulatus*. Многочисленные в некоторых озёрах амфиподы относились к одному виду – *Gammarus lacustris* (Sars). Фауна подёнок и веснянок довольно бедная: из подёнок встречены *Caenis horaria* (Linnaeus), *Ameletus inopinatus* (Eaton) и *Leptophlebia sp.*, из веснянок – личинки *Nemoura sp.* Более разнообразны в озёрах ручейники – *Cyrrnus flavidus* McLachlan и *Oxyethira sp.*; менее обильны *Molanna angustata* Curtis, *Limnephilus decipiens* (Kolenati), молодые личинки из сем.

Leptoceridae, Polycentropodidae, Phryganeidae (р. *Agrypnia*). Особенностью исследованных предгорных водоёмов является обитание в них личинок стрекоз, которые редко встречаются в горных озёрах Урала [5]. Обнаружены личинки *Sympetrum flaveolum* (Linnaeus), *Somatochlora* sp. По имаго в оз. Сиговое определены стрекозы – *Cordulia aenea* (Linnaeus) и *Coenagrion hastulatum* (Charpentier). Немногочисленны личинки жуков сем. Dytiscidae из родов *Hygrotus* и *Hydroporus* juv.

Зоопланктон и зообентос исследованных нами озёр отличался большим видовым богатством и количественным развитием по сравнению с предгорными озёрами другого притока р. Щугор – р. Малый Паток [17].

Заключение

Таким образом, в исследованных предгорных озёрах выявлено 55 видов и форм зоопланктона и 24 таксономические группы зообентоса. Относительно высокие показатели численности и биомассы зоопланктона обусловлены доминированием в планктонных сообществах низших раков. В составе зообентоса преобладали хирономиды, олигохеты, амфиподы и пиявки. Количественное развитие зообентоса невысокое и широко варьирует в зависимости от сезона и типа озера и соответствует географическому положению водоёмов.

Работа выполнена в рамках государственного задания рег. № 122040600025-2.

References

1. Yakovlev V.A. Freshwater zoobenthos of Northern Fennoscandia. (Diversity, structure and anthropogenic dynamics). Part 2. Apatity: KNTs RAN, 2005. 145 p. (in Russian).
2. Bruce S., Poikane S., Lyche Solheim A., Birk S. Biological assessment of European lakes: ecological rationale and human impacts // *Freshw. Biol.* 2013. V. 58. P. 1106–1115.
3. Osenberg C.W., Schmitt R.J., Holbrook S.J., Abu-Saba K.E., Flegal A.R. Detection of environmental impacts: natural variability, effect size and power analysis // *Ecol. Appl.* 1994. V. 4. P. 16–30.
4. Shubina V.N. Hydrobiology of the salmon river in the Northern Urals. Leningrad: Nauka, 1986. 157 p. (in Russian).
5. Loskutova O.A., Zelentsov N.I., Scherbina G.Kh. Amphibiotic insects of mountain lakes and small water-courses in the Urals // *Inland Water Biology.* 2010. V. 3. No. 1. P. 11–20. doi: 10.1134/S1995082910010025
6. Loskutova O.A., Ponomarev V.I. Aquatic fauna in Maly Patok River basin (Subpolar Urals). 2. Invertebrates // *Inland Water Biology.* 2019. V. 12. No. 2. P. 6–14. doi: 10.1134/S1995082919040084
7. Resources of surface waters of the USSR. Hydrological knowledge / Eds. I.M. Zhila, N.M. Alyushinskaya. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1972. V. 3. 664 p. (in Russian).
8. Kononova O.N., Fefilova E.B. Methodological guidelines for determining the size-weight characteristics of zooplankton organisms in the European North of Russia. Syktyvkar: IB Komi NTs UrO RAN, 2018. 152 p. (in Russian).
9. Protasov A.A. Life in the hydrosphere. Essays on general hydrobiology. Kiev: Akadempriodika, 2011. 704 p. (in Russian).
10. Shitikov V.K., Rosenberg G.S., Zinchenko T.D. Quantitative hydroecology: methods, criteria, solutions. V. 1. Moskva: Nauka, 2005. 281 p. (in Russian).
11. Ponomarev V.I. Ichthyofauna of the Bolshoy Patok River basin (Subpolar Urals) // *Fauna Urali i Sibiri.* 2018. No. 1. P. 144–151 (in Russian). doi: 10.24411/2411-0051-2018-10112
12. Flora and fauna of water bodies of the European North (on the example of the lakes of the Bolshezemelskaya tundra). Leningrad: Nauka, 1978. 192 p. (in Russian).
13. Butorina L.G. Biology and life cycle of *P. pediculus* // *Tr. IBVV.* Leningrad, 1971. P. 155–179 (in Russian).
14. Vekhov N.V. Distribution and ecological features of some Cladocera in subarctic water bodies of the European part of the USSR // *Vestnik zoologii.* 1982. No. 4. P. 43–48 (in Russian).
15. Dubovskaya O.P., Kotov A.A., Korovchinsky N.M., Smirnov N.N., Sinev A.Y. Zooplankton of lakes in the spurs of the Putorana Plateau and adjacent territories (north of Krasnoyarsk Krai) // *Contemporary Problems of Ecology.* 2010. V. 3 (4). P. 401–434. doi: 10.1134/S1995425510040065
16. Bogdanov V.D., Bogdanova E.N., Gavrilov A.L., Melnichenko I.P., Stepanov L.N., Yarushina M.I. Biore-sources of aquatic ecosystems of the Polar Urals. Ekaterinburg: UrO RAN, 2004. 167 p. (in Russian).
17. Loskutova O.A. Zoobenthos of different types lakes on the western slope of the Subpolar Urals (the Maly Patok River basin) // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk.* 2011. V. 13. No. 1 (5). P. 1124–1126 (in Russian).