

ЯРОСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ КУЧКО

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)
y-kuchko@mail.ru

ТАМАРА ЮРЬЕВНА КУЧКО

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии эколого-биологического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
kuchko@drevlanka.ru

НИКОЛАЙ ВИКТОРОВИЧ ИЛЬМАСТ

доктор биологических наук, профессор кафедры зоотехники, рыбоводства и товароведения агротехнического факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
ilmast@onego.ru

ЗООПЛАНКТОН КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА КАМЕННОЕ*

Представлены результаты исследований зоопланктона озера Каменное, которые проводились в рамках комплексной программы биологического мониторинга водных объектов Республики Карелия в период с 2010 по 2012 год. Озеро расположено на особо охраняемой природной территории государственного природного заповедника «Костомукшский». Проведенные исследования показали, что сообщество зоопланктона озера представлено обычными для карельских водоемов видами, имеющими широкое географическое распространение. Всего был отмечен 41 вид планкtonных коловраток и ракообразных. К числу доминирующих видов относятся *Asplanchna priodonta* Gosse, *Holopedium gibberum* Zaddach, *Daphnia cristata* Sars, *Bosmina coregoni* Baird, *Eudiaptomus gracilis* Sars. По уровню количественного развития планктонной фауны озеро Каменное относится к олиготрофному типу со средней биомассой до 1 г/м³. По величине индекса сапробности, рассчитанного по биомассе индикаторных организмов, – к олигосапробному классу водных объектов (2-й класс качества – чистые природные воды). Сравнение полученных результатов с данными исследований, проведенных в 70-х и 90-х годах XX века, подтверждает, что экосистема озера сохраняет естественное состояние и не испытывает дополнительного антропогенного воздействия.

Ключевые слова: мониторинг, сообщество зоопланктона, водная экосистема, видовой состав, биомасса, численность

ВВЕДЕНИЕ

Озеро Каменное (64°28' с. ш., 30°13' в. д.) принадлежит к бассейну реки Кемь (бассейн Белого моря) и является одним из верхних звеньев системы реки Чирка-Кемь. Изучение состояния экосистемы озера вызывает особый интерес в связи с тем, что оно расположено на особо охраняемой природной территории государственного природного заповедника «Костомукшский». Также озеро входит в состав Зеленого пояса Фенноскандии, протянувшегося по обе стороны вдоль российско-финляндско-норвежской границы, и считается одним из ключевых участков в системе мониторинга за состоянием окружающей среды на приграничных территориях.

В качестве одного из критериев при оценке состояния экосистемы озера может рассматриваться динамика таксономической структуры и количественных показателей зоопланктона. Существующая возможность ретроспективного

анализа гидробиологических показателей повышает ценность наблюдений, так как наличие сравнительного материала за более или менее длительный период времени является необходимым условием для правильной оценки протекающих в водоеме процессов [6].

Цель работы – дать оценку современного состояния сообщества зоопланктона озера Каменное и провести сравнение с результатами ранее проводившихся исследований.

МЕСТО ИССЛЕДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучение зоопланктона озера Каменное проводилось в рамках комплексной программы биологического мониторинга водных объектов Республики Карелия с 2010 по 2012 год. Общая площадь озера Каменное составляет 105,5 км², наибольшая длина – 24,4 км, наибольшая ширина – 12,1 км. Приотки озера представлены небольшими речками (Каранка-йоки, Люття-йоки,

Мунанка, Лахти-йоки) и 42 ручьями. Из водоема вытекает река Каменная (Ногеус-йоки). Береговая линия сильно изрезана, образуя заливы и несколько крупных глубоководных губ. Водосборная площадь озера составляет 652,9 км², средняя глубина – 8 м, максимальная – 26 м. Вода озера характеризуется высокой прозрачностью. В центральном плесе в летний период она достигает 5 м, зимой – 4 м, в губах колеблется от 0,7 до 2,8 м [1].

Химический состав воды формируется в условиях слабой растворимости пород коренного состава, представленных гранитами и связанными с ними мигматитами, значительного количества атмосферных осадков (среднее 566 мм в год), относительно большой высоты над уровнем моря (195 м). Эти факторы обуславливают очень низкую минерализацию не только поверхностных, но и подземных вод.

Анализ многолетних данных динамики гидрохимических показателей воды озера и сравнение их с результатами исследований 2010–2012 годов показали, что за последние 40 лет они практически не изменились. Вода характеризуется малой минерализацией (9,5 мг/л) и низким содержанием органических соединений (общий азот – 0,41 мг/л, общий фосфор – 0,005 мг/л). Содержание кислорода в верхних слоях в летний период колеблется в пределах 80–100%, дефицит отмечается в придонных горизонтах на глубинах выше 20 м, pH воды 6,5–6,8 [4].

Пробы зоопланктона отбирались в середине июня каждого года на 5 постоянных станциях, расположенных в северной части водоема, которая характеризуется сложным рельефом дна и большими глубинами (до 20 м). В 2012 году также проводился дополнительный сбор материала в прибрежной части. Для отбора проб в пелагии применялся планктобатометр Руттнера объемом 2 л, при этом облавливались все слои воды с интервалом в 1 м. Интегрированные пробы (поверхность–дно) процеживались через газ № 70, концентрировались до 100 мм³ и фиксировались 4 % формалином. На литоральных станциях применяли процеживание 50 л воды через планктонную сеть, также использовали качественные смыты фитофильных видов с нижней поверхности плавающих листьев макрофитов. Биомасса зоопланктона определялась расчетным методом. Для анализа структуры зоопланктоценоза использовались следующие индикационные показатели: $B_{\text{crus}}/B_{\text{rot}}$, $N_{\text{clad}}/N_{\text{cop}}$, $B_{\text{cycl}}/B_{\text{cal}}$. Также рассчитывались индекс видового разнообразия и индекс сапробности. Трофический статус водоема оценивался по шкале трофности для зоопланктона по методике С. П. Китаева [2]. Систематика низших ракообразных и коловраток приводится согласно современным представлениям о таксономии планктонных беспозвоночных [5], [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав. Список планктонных организмов, отмеченных нами в 2010–2012 годах, насчитывает 41 вид (табл. 1). Из них коловраток (*Rotifera*) – 8, ветвистоусых ракообразных (*Cladocera*) – 23, веслоногих ракообразных *Copepoda* – 10 (*Calaniformes* – 4 и *Cyclopiformes* – 6).

Зоопланктон озера Каменное представлен обычными для карельских водоемов видами, имеющими широкое географическое распространение, из них на долю эврибионтных приходится 53 % от общего числа. Это главным образом литоральные и фитофильные формы, которым в большей степени, чем пелагическим, свойственны широкие ареалы распространения. Пелагический комплекс представлен северными видами – обитателями озер зоны тундры и тайги, их доля составляет 45 %. Также в состав фауны входят космополиты и обитатели зоны смешанных лесов, число этих видов незначительно.

Видовое разнообразие планктонной фауны достигается в основном за счет ветвистоусых ракообразных, что является обычным явлением для водоемов Карелии. Большая толщина теплоактивного слоя в заливах обеспечивает развитие кладоцерного планктона, а сравнительная глубоководность озера создает благоприятные условия для существования представителей холодноводного комплекса.

К числу доминирующих видов коловраток *Rotifera* относятся *Asplanchna priodonta* Gosse, *Kelliocottia longispina* (Kellicott) и *Conochilus unicornis* Rousset. Повсеместно, но в небольших количествах встречаются *Keratella cochlearis* (Gosse) и *Bipalpus hudsoni* (Imhof). Основу пелагического планктонного комплекса ракообразных составляют широко распространенные в больших озерах Карелии представители северной фауны (*Holopedium gibberum* Zaddach, *Daphnia cristata* Sars, *Bosmina coregoni* Baird, *Limnoides frontosa* Sars, *Eudiaptomus gracilis* (Sars), *Heterocope appendiculata* Sars, *Thermocyclops oithonoides* (Sars)), а также ряд эвритопных организмов, отличающихся широкой экологической валентностью (*D. longispina* O. F. Muller, *B. longirostris* (O. F. Muller), *Mesocyclops leuckarti* (Claus)). На затишных участках литорали формируется зарослево-литоральный планктонный комплекс, который представлен главным образом фитофильными и придоннобентическими видами: *Sida crystallina* (O. F. Muller), *Ophryoxus gracilis* Sars, виды *pp. Alona* и *Acoperus*, *Chydorus sphaericus* (O. F. Muller), *Eucyclops macrurus* (Lill.), *Megacyclops viridis* (Jurine). Ценоз прибойной литорали представляет собой обедненный в видовом составе пелагический комплекс зоопланктона открытых участков озера. Межгодовые различия в видовом составе зоопланктона незначительны и обусловлены видами с редкой встречаемостью.

Таблица 1
Видовой состав зоопланктона оз. Каменное

	Вид	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Тип Rotifera Коловратки				
1.	<i>Polyarthra dolychoptera</i> (Idelson 1925)	+	+	+
2.	<i>P. major</i> (Burckhardt 1900)	-	-	+
3.	<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg 1832)	-	-	+
4.	<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof 1891)	+	+	+
5.	<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse 1850)	+	+	+
6.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse 1851)	+	+	+
7.	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott 1879)	+	+	+
8.	<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet 1892)	+	+	+
Класс Crustacea Ракообразные				
Надотряд Copepoda Веслоногие раки				
9.	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars 1863)	+	+	+
10.	<i>E. graciloides</i> (Lill. 1888)	+	+	-
11.	<i>Heterocoope appendiculata</i> (Sars 1863)	+	+	+
12.	<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe 1887)	+	+	+
13.	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine 1820)	+	+	+
14.	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus 1857)	+	+	+
15.	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars 1863)	+	+	+
16.	<i>Eucyclops macruroides</i> (Lill. 1901)	+	-	-
17.	<i>E. serrulatus</i> (Fischer 1851)	-	+	-
18.	<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch 1893)	+	-	+
Надотряд Cladocera Ветвистоусые				
19.	<i>Limnosida frontosa</i> (Sars 1862)	+	+	+
20.	<i>Sida crystallina</i> (O. F. Muller 1776)	+	+	+
21.	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin 1848)	+	+	-
22.	<i>Ophryoxus gracilis</i> (Sars 1862)	+	+	-
23.	<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach 1855)	+	+	+
24.	<i>Acroporus harpae</i> (Baird 1834)	+	+	-
25.	<i>Alonopsis elongatus</i> (Sars 1862)	+	+	+
26.	<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller 1785)	+	+	-
27.	<i>Alona quadrangularis</i> (O. F. Muller 1785)	+	-	+
28.	<i>A. affinis</i> (Leydig 1860)	+	+	-
29.	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. Muller 1785)	-	+	-
30.	<i>Rhynchotalona falcata</i> (Sars 1862)	+	-	-
31.	<i>Alonella nana</i> (Baird 1850)	+	+	-
32.	<i>Eurycercus lamellatus</i> (O. F. Muller 1785)	+	+	+
33.	<i>Ceriodaphnia quadrangularis</i> (O. F. Müller 1785)	+	-	+
34.	<i>Daphnia longispina</i> (O. F. Muller 1785)	-	+	+
35.	<i>D. cristata</i> (Sars 1862)	+	+	+
36.	<i>Bosmina (B.) longirostris</i> (O. F. Muller 1785)	+	+	+
37.	<i>B. (Eubosmina) coregoni</i> (Baird 1857)	+	+	+
38.	<i>B. (E.) cf. kessleri</i> (Uljanin 1872)	+	+	+
39.	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne 1778)	+	+	+
40.	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke 1844)	-	+	+
41.	<i>Bythotrephes brevimanus</i> (Lilljeborg 1901)	+	+	-
Всего видов		35	34	29

Количественные показатели. Средние количественные показатели зоопланктона по результатам наших исследований приведены в табл. 2–3. Соотношение количественных показателей основных групп зоопланктона отражает состояние планктонной фауны в ранне-

Таблица 2
Средние показатели численности зоопланктона оз. Каменное

Группы организмов	10.06–12.06.2010		14.06–17.06.2011		12.06–14.06.2012	
	экз./м ³	%	экз./м ³	%	экз./м ³	%
Rotifera	10,7	43,5	8,5	52,8	10,3	46,4
Cladocera	6,0	24,4	5,0	31,1	1,05	4,7
Cyclopiformes	1,9	7,7	1,7	10,6	8,47	38,0
Calaniformes	0,8	3,3	0,44	2,7	1,54	6,9
Nauplii	5,2	21,1	0,45	2,8	0,89	4,0
Всего	24,6	100	16,09	100	22,25	100

Таблица 3
Средние показатели биомассы зоопланктона оз. Каменное

Группы организмов	10.06–12.06.2010		14.06–17.06.2011		12.06–14.06.2012	
	г/м ³	%	г/м ³	%	г/м ³	%
Rotifera	0,300	39,5	0,248	39,6	0,117	20,2
Cladocera	0,373	49,1	0,241	38,5	0,184	31,7
Cyclopiformes	0,017	2,2	0,106	16,9	0,125	21,6
Calaniformes	0,033	4,4	0,027	4,3	0,148	25,5
Nauplii	0,036	4,8	0,004	0,7	0,006	1,0
Всего	0,759	100	0,626	100	0,580	100

летний период, при температуре воды 11–13 °С. В 2010 году по численности доминировали коловратки (43,5 %), около 50 % биомассы создавалось за счет ветвистоусых ракообразных (в основном виды *Bosmina*, *Daphnia* и *Holopedium*), интенсивное размножение которых начинается при более высоких температурах воды.

Высокий удельный вес коловраток (около 40 % от общей биомассы) объясняется развитием крупной *A. priodonta*, которая является факультативным хищником и оказывает значительное влияние на трофическую структуру зоопланктоценоза. Высокие количественные показатели этого вида коловраток в озере Каменное отмечались и в предыдущих исследованиях. На долю циклопид и каланид (представленных главным образом наутилиальными и младшими копеподитными стадиями) приходилось 2,2 и 4,4 % соответственно.

В 2011 году по численности доминировали коловратки *A. priodonta* и *K. longispina* (52,8 %), основную часть биомассы (около 80 %) формировали в равных соотношениях коловратки и ветвистоусые ракообразные *Holopedium*, *Bosmina*, *Daphnia*, *Limnoscida*. В 2012 году по численности также преобладали коловратки *A. priodonta* и *C. unicornis* – 46 %, по биомассе – кладоцеры pp. *Bosmina*, *Daphnia* и копеподы *E. gracilis*, *H. appendiculata* и *Th. oithonoides*.

По результатам наших 3-летних наблюдений отмечается значительное сходство в видовом составе и количественных показателях планктонной фауны в середине июня. Общее число видов по годам колеблется в пределах 29–35 систематических единиц. Основной фон зоопланк-

тона формируется за счет развития коловраток (в среднем 43 и 32 % от общей численности и биомассы) и ветвистоусых ракообразных (28 и 53 % соответственно). Беслоногие ракообразные представлены главным образом науплиальными и младшими копеподитными стадиями, поэтому их массовая доля составляет около 15 %. Схожая картина развития планктонной фауны в середине июня – июле наблюдалась и в исследованиях 1972–1973 годов.

В зоне зарослевой лitorали, на затишных участках, защищенных от прямого ветрового и волнового воздействия, создаются особые условия для развития зоопланктона. При стечении благоприятных кормовых и температурных факторов биомасса зоопланктона может создаваться за счет интенсивного размножения нескольких видов, что отражается на ее повышенных величинах (табл. 4). Данное явление было нами отмечено в 2012 году на трех лitorальных станциях, где за счет массового развития кладоцер *Polypheatus pediculus* (L.), *Sida crystallina* (O. F. Müller), *Bosmina spp.* средняя биомасса зоопланктона составила 3,4 г/м³ при численности 65,1 тыс. экз./м³. В таких локациях создаются благоприятные кормовые условия для гидробионтов других трофических уровней, в первую очередь молоди рыб. По результатам исследований 1972–1973 годов зоопланктон закрытых участков лitorали также отличался повышенными количественными показателями. Биомасса планктона здесь достигала 2–5 г/м³ при численности 30,2–93,2 тыс. экз./м³, около 90 % биомассы составляли кладоцеры. В целом, на уровень развития и видовой состав зоопланктона заливов влияет ряд факторов: глубина, проточность, изолированность от главного плеса, степень и характер зарастания высшей водной растительностью.

Таблица 4

Количественные показатели зоопланктона лitorали 12.06–14.06.2012

Группы	Численность, тыс. экз./м ³	%	Биомасса, г/м ³	%
Rotifera	8,7	13,4	0,259	7,6
Cladocera	49,3	75,7	2,986	87,8
Cyclopoidformes	6,3	9,7	0,123	3,6
Calaniformes	0,2	0,3	0,029	0,9
Nauplii	0,6	0,9	0,003	0,1
Всего	65,1	100	3,4	100

В табл. 5 приведены общие показатели развития планктонной фауны и ряд структурных показателей, отражающих количественное соотношение основных групп в сообществе за все периоды изучения. При этом использовались данные, полученные для открытой части северного и центрального плеса озера [3].

Таблица 5
Общая характеристика зоопланктона оз. Каменное за периоды исследований

Показатель	1972–1973 гг.	1992–1993 гг.	2010–2012 гг.
Число видов	51	37	41
Численность, тыс. экз./м ³	14,8–16,0	3,6–6,4	12,7–24,6
Биомасса, г/м ³	0,279–0,360	0,160–0,260	0,413–0,759
$B_{\text{crus}}/B_{\text{rot}}$	1,2–8,0	7,3–49,0	1,52–4,40
$N_{\text{clad}}/N_{\text{cop}}$	0,9–1,4	0,3–2,0	0,1–1,9
$B_{\text{cycl}}/B_{\text{cal}}$	0,49–0,92	2,6–3,7	0,51–3,92
Индекс Шеннона, бит/экз.	–	–	1,95–2,10
Индекс сапробности	1,10–1,20	–	1,18–1,24
Доминирующие виды	<i>H. gibberum</i> , <i>A. priodonata</i> , <i>Bosmina spp.</i>	<i>Daphnia spp.</i> <i>H. gibberum</i> , <i>Bosmina spp.</i>	<i>Bosmina spp.</i> <i>A. priodonata</i> <i>Daphnia spp.</i> <i>E. gracilis</i>
Типизация водоема	Олиготрофный, олигосапробный, отдельные заливы мезотрофные	Олиготрофный, отдельные заливы мезотрофные	Олиготрофный, олигосапробный, отдельные заливы мезотрофные

Сравнение полученных результатов показывает значительное сходство в качественном составе, структуре и количественных показателях пелагического планктона за период с 1972 года. Комплекс доминирующих видов не претерпел существенных изменений и состоит из видов северной фауны и эвритопных, распространенных в больших озерах северной Карелии. Это подтверждается и величинами индекса сапробности, который отражает количественное соотношение индикаторных организмов. Динамика структурных индексов находится в пределах межгодовых различий и соответствует водоемам, не испытывающим дополнительного эвтрофирующего воздействия. По величинам численности и биомассы зоопланктона озеро Каменное характеризуется как олиготрофный водоем [2].

ВЫВОДЫ

Результаты наших исследований подтверждают стабильность видового состава и структуры сообщества зоопланктона оз. Каменное на протяжении последних 40 лет. Доминирующий комплекс в пелагии водоема слагается из видов-индикаторов олиго- и олигобетамезосапробных условий. По величине индекса сапробности, рассчитанного по биомассе индикаторных организмов, озеро Каменное можно отнести к олигосапробному классу водных объектов (2-й класс качества – чистые природные воды). По уровню количественного развития зооплан-

ктона озеро Каменное можно охарактеризовать как водоем олиготрофного типа. Отмеченные различия в показателях численности и биомассы не выходят за рамки естественных межгодовых колебаний зоопланктона за период с 1972 года.

* Работа выполнена при финансовой поддержке программ ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий», Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития», Минобрнауки РФ (НШ-1410.2014.4; Соглашение 8101), гранта РФФИ № 12-04-00022а.

Таким образом, по показателям сообщества зоопланктона экосистема озера Каменное сохраняет естественное состояние, что позволяет рассматривать его в качестве эталонного водоема при проведении гидроэкологических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог озер и рек Карелии / Под ред. Н. Н. Филатова и А. В. Литвиненко. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 290 с.
2. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 390 с.
3. Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря / Отв. ред. А. А. Лукин. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 325 с.
4. Озера Карелии: Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова и В. И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.
5. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цаполихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
6. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
7. Radwan S., Bielanska-Grajner I., Ejsmont-Karabin J. Wrotki (*Rotifera*) / S. Radwan (red.). Lodz: Oficina Wydawnicza Tercja, 2004. 447 p.

Kuchko Ya. A., Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)

Kuchko T. Yu., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Il'mast N. V., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

ZOOPLANKTON AS INDICATOR OF LAKE KAMENNOE ECOSYSTEM CONDITION

Research results of zooplankton studies of the Lake Kamennoe are presented in the article. The research was carried out in the frames of an integrated program of biological monitoring of water bodies of the Republic of Karelia in 2010–2012. The lake is located in the specially protected area of Nature Reserve "Kostomukshskiy". Conducted studies have shown that the zooplankton community of the Lake Kamennoe is represented by conventional species of Karelian water bodies with wide geographic distribution. Altogether, 41 species of planktonic rotifers and crustaceans have been registered. Among the dominant species are *Asplanchna priodonta* Gosse, *Holopedium gibberum* Zaddach, *Daphnia cristata* Sars, *Bosmina coregoni* Baird, *Eudiaptomus gracilis* Sars. According to the level of quantitative development of planktonic fauna, the Lake Kamennoe belongs to the oligotrophic type with an average biomass up to 1 g/cub.m. By saprobity index value, which is calculated by the indicator of organisms' biomass, the Lake Kamennoe can be attributed to oligosaprobic class of water bodies (2nd quality class – pure natural water). Comparison of the results with the studies conducted in the 70s and 90s of the twentieth century confirms that the lake's ecosystem retains its natural state and does not experience additional human impact.

Key words: monitoring, zooplankton community, aquatic ecosystem, species composition, biomass, abundance

REFERENCES

1. *Katalog ozer i rek Karelii* [Catalogue of lakes and rivers of Karelia] / Pod red. N. N. Filatova i A. V. Litvinenko. Petrozavodsk, KarNC RAN Publ., 2001. 290 p.
2. Китаев С. П. *Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikthiologov* [Fundamentals of limnology hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, KarNC РАН Publ., 2007. 390 p.
3. Куликова Т. П. *Zooplankton vodnykh ob'ektov basseyna Belogo morya* [Zooplankton of the White Sea basin water bodies] / Отв. ред. А. А. Лукин. Petrozavodsk, KarNC RAN Publ., 2010. 325 p.
4. *Ozera Karelii: Spravochnik* [Lakes of Karelia. Handbook] / Pod red. N. N. Filatova i V. I. Kukhareva. Petrozavodsk, KarNC RAN Publ., 2013. 464 p.
5. *Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeyskoy Rossii. T. 1. Zooplankton* [Determinant of zooplankton and zoobenthos freshwater of European Russia. Vol. 1. Zooplankton] / Pod red. V. R. Alekseeva, S. Ya. Tsololikhina. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2010. 495 p.
6. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. *Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoy identifikatsii* [Quantitative hydroecology: system identification methods]. Тольятти: ИЭВБ РАН Пул., 2003. 463 p.
7. Radwan S., Bielanska-Grajner I., Ejsmont-Karabin J. Wrotki (*Rotifera*) / S. Radwan (red.). Lodz: Oficina Wydawnicza Tercja, 2004. 447 p.

Поступила в редакцию 18.03.2014