

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

ЕВГЕНИЙ СЕРГЕЕВИЧ САВОСИН

кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)
szenya@list.ru

ТАМАРА ЮРЬЕВНА КУЧКО

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

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА И МАКРОЗООБЕНТОСА СЕГОЗЕРА В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ САДКОВОГО ФОРЕЛЕВОГО ХОЗЯЙСТВА*

Дается оценка экологической ситуации в районе размещения форелевого хозяйства на основе анализа современного состояния сообществ зоопланктона и макрозообентоса. Результаты исследований показали, что по уровню количественного развития планктонной фауны в летне-осенний период 2013 года исследованные участки озера Сегозера можно отнести к α -мезотрофному (рыбоводная площадка № 5) и олиготрофному типу (рыбоводная площадка № 6). Индексы сапробности, рассчитанные по биомассе индикаторных видов зоопланктона, составили 1,47 (площадка № 5) и 1,41 (площадка № 6), что соответствует классу олигосапробных водных объектов (2-й класс качества, чистые природные воды). По уровню количественного развития макрозообентоса исследованные участки можно характеризовать как олиготрофные.

Ключевые слова: зоопланктон, макрозообентос, численность, биомасса, пресноводные экосистемы

ВВЕДЕНИЕ

На северо-западе России основным направлением в рыбоводстве является товарное форелеводство, считающееся одной из самых перспективных и рентабельных отраслей аквакультуры. В Карелии садковым выращиванием радужной форели (*Parasalmo mykiss* Walbaum) в промышленных объемах занимаются около 40 лет. Для объективного представления о состоянии экосистемы в водоемах с садковым выращиванием молоди и товарной форели необходим постоянный мониторинг основных гидрохимических показателей воды и состояния сообществ гидробионтов. Это позволяет корректировать объем выращиваемой рыбы (и, как следствие, количество поступающих биогенных веществ) с целью предотвращения сукцессионных изменений экосистемы, приводящих к изменению трофического статуса используемого водоема.

В условиях антропогенного загрязнения межгодовая динамика гидробиологических показателей играет существенную роль при мониторинге водных объектов. Как известно, процесс эвтрофирования водоемов характеризуется из-

менениями в их экосистеме, которые по целому ряду признаков могут оцениваться не только качественно, но и количественно. Представители зоопланктона и макрозообентоса традиционно используются в качестве биологических индикаторов, применяемых при оценке качества воды. Организмы донной фауны характеризуются широким экологическим спектром, достаточно крупными размерами, приуроченностью к конкретному местообитанию, значительной продолжительностью жизни, позволяющей им аккумулировать загрязняющие вещества. Все это делает их очень удобным объектом для мониторинга пресноводных экосистем [1]. С другой стороны, короткий жизненный цикл беспозвоночных зоопланктона позволяет даже при проведении ограниченных во времени наблюдений не только определить современное состояние водоема, но и оценить возможные изменения.

Цель работы – оценить современное состояние сообществ зоопланктона и макрозообентоса озера Сегозера в условиях товарного выращивания радужной форели.

МЕСТО ИССЛЕДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сегозеро расположено в средней части Карелии, относится к бассейну Белого моря. Координаты центра озера 63°19' с. ш., 33°44' в. д. Основные притоки – реки Селецкая и Сона (Волома). Из северо-восточной части озера вытекает река Сегежа, протекающая через Линдозеро и впадающая в Выгозерское водохранилище. Коэффициент условного водообмена равен 0,10, то есть водные массы озера полностью меняются за счет притока воды с водосбора один раз в 10 лет.

По химическому составу водные массы Сегозера относятся к гидрокарбонатному классу группы Са с очень низкой минерализацией (20–24 мг/л) и цветностью (20–26°). По нашим данным, количество растворенного в воде кислорода колебалось от 9,1 до 9,8 мг/л. Количество свободной углекислоты CO_2 изменялось от 1,5 до 1,9 мг/л. Величина pH варьировала в пределах 5,7–7,2, перманганатная окисляемость воды колебалась от 4,7 до 6,2 мг O_2 /л. Содержание биогенных элементов (фосфора и азота) находилось в пределах 0,09–0,011 мгP/л и 0,57–0,65 мгN/л соответственно.

Работа выполнялась на Сегозере, в районе острова Макконшари и севернее острова Мурдошари (рисунок) на двух рыбоводных площадках (№ 5 и 6). Эти участки эксплуатируются с 2011 года при общей проектной мощности выращивания 2400 т в год. В 2013 году на двух участках выращивалось 600 и 800 т товарной форели, то есть около 55 % от проектируемой мощности. Пробы отбирались 28–30 июня 2013 года и 3–5 октября 2013 года.

Для отбора проб зоопланктона применялся планктотометр объемом 2 л, при этом облавливались все слои воды с интервалом в 1 м с двукратной повторностью. Интегрированные пробы процеживались через планктонную сеть (диаметр ячеи 100 мкм), концентрировались до 100 мм³ и фиксировались 4 % формалином. Об-



Карта-схема района отбора проб:
1 – рыбоводный участок № 5; 2 – рыбоводный участок № 6

работка проб проводилась по общепринятым методикам гидробиологического мониторинга. Биомасса зоопланктона определялась расчетным методом. Индекс видового разнообразия рассчитывался по формуле Шеннона – Уивера. Оценка сапробности воды по зоопланктону проводилась по методу Пантле – Букка в модификации Сладечка [7]. Трофический статус водоема оценивался по шкале трофности для зоопланктона по методике С. П. Китаева [2]. Систематика низших ракообразных и коловраток приводилась согласно современным представлениям о таксономии планктонных беспозвоночных [6].

Количественные пробы макрозообентоса отбирались дночерпателем Экмана – Берджа с площадью захвата 250 см². Пробы промывались через сито № 19 (ячея 0,5 мм) и фиксировались 8 % раствором формалина. Беспозвоночных взвешивали с точностью 0,1 мг на торсионных весах. Обработка проб проводилась по общепринятым методикам [7].

Глубины в местах отбора проб колебались в пределах 10–16 м (площадка № 5) и 16–24 м (площадка № 6). Общий объем собранного материала составил 20 проб макрозообентоса и 40 проб зоопланктона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По литературным данным, в составе планктонной фауны Сегозера насчитывается 107 таксонов, из них *Calanoida* – 5, *Cyclopoida* – 17, *Cladocera* – 56, *Rotifera* – 29 [3]. Как отмечает автор, зарегулирование стока Сегозера и превращение его в водохранилище не повлекло за собой заметных изменений видового состава и количественных показателей зоопланктона. В Сегозере, как и в других глубоководных водоемах, выделяют два комплекса планктонной фауны: холодноводный (*Limnocalanus macrurus*, *Daphnia longiremis*) и умеренно-тепловодный, достигающий наибольшего развития летом (*Heterocope appendiculata*, *Eurytemora lacustris*, *Eudiaptomus gracilis*, *Thermocyclops oithonoides*, *Mesocyclops leuckarti*, *Cyclops scutifer*, *Daphnia cristata*, *Holopedium gibberum*, *Polyphemus pediculus*). По уровню количественного развития зоопланктона Сегозеро относят к водоемам олиготрофного типа, в июле – августе 1977 года средние показатели составляли 5,7 тыс. экз./м³ и 0,28 г/м³ при доминировании ветвистоусых ракообразных [5]. В то же время в водоеме имеются участки (заливы, прибрежная зона), где численность зоопланктеров может составлять 26,9–44,7 тыс. экз./м³ при биомассе 1,0–2,3 г/м³. В осенний период (октябрь 1991 года) численность и биомасса зоопланктона колебались в пределах 3,1–6,9 тыс. экз./м³ и 0,085–0,190 г/м³ соответственно при преобладании веслоногих ракообразных *Eudiaptomus* и *Cyclops* [3].

Как известно, видовой состав зоопланктона является одним из консервативных признаков и может сохранять относительную стабильность в условиях эвтрофирования в течение десятилетий [4]. Анализ полученных нами материалов свидетельствует в пользу этой точки зрения. Список организмов зоопланктона, отмеченных в летне-осенний период 2013 года, насчитывает 27 видов (табл. 1). Из них *Rotifera* – 6 видов, *Cladocera* – 12, *Calaniformes* – 4 и *Cyclopiformes* – 5. Видовой состав зоопланктона в районе исследо-

Таблица 1
Видовой состав зоопланктона оз. Сегозера

	Вид	28–30. 06.2013	03– 05.10. 2013
	Класс <i>Eurotatoria</i> Коловратки		
1.	<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	–	+
2.	<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)	+	–
3.	<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	+
4.	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	+
5.	<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet, 1892)	+	+
6.	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	–	+
	Класс <i>Crustacea</i> Ракообразные		
	Надотряд <i>Copepoda</i> Веслоногие раки		
	Отряд <i>Calaniformes</i>		
7.	<i>Limnocalanus macrurus</i> (Sars, 1863)	+	+
8.	<i>Heterocope appendiculata</i> (Sars, 1863)	+	–
9.	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)	+	+
10.	<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe, 1887)	+	+
	Отряд <i>Cyclopiformes</i>		
11.	<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer, 1851)	+	–
12.	<i>C. scutifer</i> (Sars, 1863)	+	+
13.	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+
14.	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	–
15.	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	+	–
	Надотряд <i>Cladocera</i> Ветвистоусые раки		
16.	<i>Limnospira frontosa</i> (Sars, 1862)	+	–
17.	<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach, 1855)	+	–
18.	<i>Daphnia cristata</i> (Sars, 1862)	+	+
19.	<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller, 1785)	+	+
20.	<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	+	–
21.	<i>Eurycercus lamellatus</i> (O. F. Muller, 1776)	+	+
22.	<i>Bosmina (B.) longirostris</i> (Muller, 1785)	+	+
23.	<i>B. (Eubosmina) coregoni</i> (Baird, 1857)	+	+
24.	<i>B. (E.) cf. kessleri</i> (Uljanin, 1874)	+	–
25.	<i>Polyphemus pediculus</i> (L., 1761)	+	–
26.	<i>Bythotrephes brevimanus</i> (Lilljeborg, 1901)	+	–
27.	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	–
	Всего видов	25	15

ваний (рыбоводные площадки № 5 и № 6) является типичным для пелагической части Сегозера, характеризующейся большими глубинами.

Среди коловраток наибольшей численности достигают *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina* и *Conochilus unicornis*, которые являются обычными представителями ротаторного северного планктонного комплекса. Основу пелагического планктонного комплекса ракообразных составляют широко распространенные в больших озерах Карелии представители северной фауны (*Eudiaptomus gracilis*, *Thermocyclops oithonoides*, *Daphnia cristata*, *Holopedium gibberum*, *Bosmina coregoni*), а также ряд эвритопных организмов, отличающихся широкой экологической валентностью и гетеротопностью (*Mesocyclops leuckarti*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*). В придонных слоях воды отмечены мейобентические виды *Megacyclops viridis* и *Eurycercus lamellatus*. Организмы – индикаторы повышенной сапробности в пробах отсутствуют.

Количественные показатели зоопланктона по группам за летне-осенний период приведены в табл. 2.

В вегетационный летний период на обоих исследованных участках основа биомассы создается ветвистоусыми ракообразными *Cladocera* (около 60 %), главным образом *H. gibberum* и видами рр. *Bosmina* и *Daphnia*. Коловратки *Rotifera* являются субдоминантами в образовании биомассы зоопланктона, их средний удельный вес составляет 22 % в основном за счет развития *A. priodonta*. На долю циклопид (*M. leuckarti*, *Th. oithonoides*, *Cyclops scutifer*, *C. strenuus*) и калянид (*Eudiaptomus gracilis*, *Heterocope appendiculata*) приходится 15 % и 8 % соответственно. По численности доминируют ветвистоусые ракообразные (площадка № 5) и коловратки (площадка № 6). Индекс видового разнообразия, рассчитанный по биомассе, составляет 2,4 бит/экз. для площадки № 5 и 2,2 бит/экз. для площадки № 6. Индекс сапробности Пантле – Букка, рассчитанный по биомассе, составляет 1,47 для площадки № 5 (олигосапробная зона) и 1,41 для площадки № 6 (олигосапробная зона). По уровню количественных характеристик планктонной фауны в вегетационный период 2013 года участок площадки № 5 можно отнести к α -мезотрофному типу с общей биомассой от 1 до 2 г/м³, участок площадки № 6 – к олиготрофному с общей биомассой до 1 г/м³ [2].

Для осеннего сезона характерно обеднение видового состава (до 6–8 видов) и значительное снижение количественных показателей зоопланктона. В первую очередь из планктона выпадает большинство видов *Cladocera*. Удельный вес веслоногих ракообразных, встречающихся круглогодично (циклопиды и каляниды), возрастает до 52 %. Доля коловраток в образовании биомассы уменьшается и составляет около 9 %. Индекс видового разнообразия в осенние месяцы

Таблица 2

Количественные показатели зоопланктона оз. Сегозера в 2013 году (N – численность, тыс. экз./м³, B – биомасса, г/м³)

Группы	Месяц	Рыбоводная площадка № 5				Рыбоводная площадка № 6			
		N	%	B	%	N	%	B	%
<i>Rotifera</i>	июнь	6,13	27	0,179	14	8,28	41	0,255	30
	октябрь	0,53	22	0,001	2	0,30	28	0,004	16
<i>Cladocera</i>	июнь	7,97	35	0,827	66	5,05	25	0,424	51
	октябрь	0,27	11	0,009	13	0,12	11	0,005	21
<i>Cyclopiformes</i>	июнь	3,81	17	0,121	10	2,33	12	0,076	9
	октябрь	0,76	31	0,017	27	0,42	40	0,008	32
<i>Calaniformes</i>	июнь	2,19	9	0,112	9	1,62	8	0,078	9
	октябрь	0,72	29	0,036	56	0,12	11	0,007	30
<i>Nauplii</i>	июнь	2,83	12	0,010	1	2,73	14	0,010	1
	октябрь	0,17	7	0,001	2	0,10	10	0,001	1
Всего	июнь	22,93	100	1,249	100	20,01	100	0,843	100
	октябрь	2,45	100	0,064	100	1,06	100	0,025	100

закономерно снижается до 1,4–1,5 бит/экз. В целом зоопланктон приобретает типичные зимние черты – ограниченный видовой состав и низкие количественные показатели, что хорошо согласуется с литературными данными. Явление осеннего повышения биомассы зоопланктона, которое встречается на водоемах, испытывающих значительную биогенную нагрузку, нами не отмечено.

Сведения о зообентосе Сегозера опубликованы в ряде источников [5], [8]. В составе донной фауны были отмечены *Nematoda*, *Oligochaeta*, *Hirudinea*, *Insecta* (*Trichoptera*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Megaloptera*, *Diptera*), *Hydrachnella*, *Gastropoda*, *Bivalvia* и комплекс нектобентических ледниковых реликтовых ракообразных (*Mysis relicta*, *Pallasiola* (*Pallasea*) *quadrispinosa*, *Monoporeia* (*Pontoporeia*) *affinis* и *Gammaracanthus lacustris*) – всего 63 таксона различного ранга. Наиболее разнообразна и обильна донная фауна прибрежного мелководья в зарослях водной растительности – до 1,67 г/м², очень бедна в открытых участках водоема – менее 0,13 г/м².

Средние количественные показатели зообентоса за период исследований приведены в табл. 3.

Зообентос озера характеризуется очень низкими количественными показателями. В конце июня при температуре придонного слоя воды

4–6 °С по численности и биомассе доминировали личинки хирономид (78 % и 58 % соответственно). Доля групп остальных бентосных организмов была в этот период незначительной. В пробах отмечались единичные особи *Ceratopogonidae*, *Bivalvia*, *Ostracoda*.

По сравнению с результатами изучения водоема в конце июня, в осенний период при температуре воды 3–4 °С в пробах в изобилии встречались нематоды, амфиподы не были выявлены.

В целом видовой состав зообентоса оз. Сегозера характерен для холодноводных олиготрофных водоемов бореальной зоны и представлен северными и эвритопными видами. Главную роль в составе донной фауны исследуемого водоема в летне-осенний период играют личинки хирономид. По классификации С. П. Китаева [2], Сегозеро относится к группе гаммаракантовых водоемов. В пробах были отмечены реликтовые оксифильные холодолюбивые олигосапробные ракообразные: понтопорей (*Pontoporeia affinis* Lindstrom) и мизиды (*Mysis relicta* Loven), что позволяет характеризовать исследованные участки как чистые.

Грунты на обоих исследованных участках глинисто-песчаные, типичные для пелагиали Сегозера. Отходы форелевого производства (остатки корма, фекалии) в пробах не отмечались.

Таблица 3

Средние количественные показатели зообентоса оз. Сегозера в 2013 году

Группы	Месяц	Численность, экз./м ²	%	Биомасса, г/м ²	%
<i>Chironomidae</i>	июнь	120	78	0,07	58
	октябрь	36	43	0,10	63
<i>Amphipoda</i>	июнь	8	5	0,01	8
<i>Nematoda</i>	октябрь	28	33	0,01	6
<i>Oligochaeta</i>	июнь	14	9	0,03	25
	октябрь	12	14	0,01	6
Прочие	июнь	12	8	0,01	9
	октябрь	8	10	0,04	25
Всего	июнь	154	100	0,12	100
	октябрь	84	100	0,16	100

Средняя биомасса макрозообентоса за период исследований на площадке № 5 составила 0,15 г/м² при численности 135 экз./м², на площадке № 6 – 0,08 г/м² и 97 экз./м² соответственно.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований подтверждают стабильность видового состава и структуры сообщества зоопланктона оз. Сегозера на протяжении последних 40 лет. Доминирующий комплекс в пелагиали водоема складывается из видов-индикаторов олиго- и олигобетамезосапробных условий. По уровню количественного развития и особенностям видового состава зоопланктона в летне-

осенний период 2013 года исследованные участки Сегозера можно отнести к α-мезотрофному (площадка № 5) и олиготрофному типу (площадка № 6). Индексы сапробности составили 1,47 (площадка № 5) и 1,41 (площадка № 6), что соответствует классу олигосапробных водных объектов.

По уровню количественного развития и качественному составу макрозообентоса исследованные участки оз. Сегозера по шкале трофности можно характеризовать как олиготрофные [2]. Сравнение полученных нами результатов с литературными данными не выявило отклонений в видовом составе и количественных показателях бентофауны Сегозера.

* Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП НО ИБ КарНЦ РАН 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 № 12–04–00022 а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ильмаст Н. В., Китаев С. П., Кучко Я. А., Павловский С. П. Гидроэкология разнотипных озер южной Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 92 с.
- Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 395 с.
- Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 325 с.
- Кучко Я. А., Кучко Т. Ю. Динамика сообщества зоопланктона озера Тарасозеро в условиях длительного антропогенного загрязнения // Принципы экологии. 2014. Т. 3. № 3. С. 19–29.
- Озера Карелии: Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова и В. И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолыхина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
- Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы / Под ред. В. Д. Федорова и В. И. Капкова. М.: ПИМ, 2006. 367 с.
- Рябинкин А. В., Кухарев В. И. Макрозообентос. Флора и фауна водных экосистем: характеристика и тенденции изменения // Инвентаризация и изучение биологического разнообразия на территории центральной Карелии (оперативно-информационные материалы). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. С. 189–197.

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

Savosin E. S., Institute of Biology, Karelian Research Centre of RAS (Petrozavodsk, Russian Federation)

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

PRESENT CONDITION OF ZOOPLANKTON AND MACROZOOBENTHOS COMMUNITIES OF LAKE SEGOZERO IN AREAS OF TROUT FARM LOCATION

Our data analysis has shown that, according to the quantitative development of planktonic fauna in summer and autumn of 2013, the sites of the studied Segozero Lake can be classified as α-mesotrophic (site number 5) and oligotrophic types (site number 6). Saprobity indices amounted to 1,47 (site number 5) and 1,41 (site number 6), which corresponds to the class of oligosaprobic water bodies (pure natural water). According to the level of macrozoobenthos, quantitative development of investigated areas of Segozero Lake can be characterized as oligotrophic ones.

Key words: zooplankton, zoobenthos, abundance, biomass, freshwater ecosystem

REFERENCES

- Il'mast N. V., Kitaev S. P., Kuchko Ya. A., Kuchko T. Yu., Pavlovskiy S. P. *Gidroekologiya raznotipnykh ozer yuzhnoy Karelii* [Hydroecology of different lakes of South Karelia]. Petrozavodsk, KarNTs RAN Publ., 2008. 92 p.
- Kitaev S. P. *Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtiologov* [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, KarNTs RAN Publ., 2007. 395 p.
- Kulikova T. P. *Zooplankton vodnykh ob'ektov basseyna Belogo morya* [Zooplankton of the water bodies of the White Sea basin]. Petrozavodsk, KarNTs RAN Publ., 2010. 325 p.
- Kuchko Ya. A., Kuchko T. Yu. Dynamics of zooplankton community of Lake Tarasozero in conditions of the long-term anthropogenic pollution [Dinamika soobshchestva zooplanktona ozera Tarasozero v usloviyakh dlitel'nogo antropogenogo zagryazneniya]. *Printsipy ekologii*. 2014. Vol. 3. № 3. P. 19–29.
- Ozera Karelii: Spravochnik* [Lakes of Karelia: Handbook] / Pod red. N. N. Filatova i V. I. Kuhareva. Petrozavodsk, KarNTs RAN Publ., 2013. 464 p.
- Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeyskoy Rossii. T. 1. Zooplankton* [Determinant of zooplankton and zoobenthos in freshwaters of European Russia] / Pod red. V. R. Alekseeva, S. Ya. Tsalolikhina. Moscow, Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2010. 495 p.
- Prakticheskaya gidrobiologiya. Presnovodnye ekosistemy* [Applied Hydrobiology. Freshwater ecosystems] / Pod red. V. D. Fedorova i V. I. Kapkova. Moscow, PIM Publ., 2006. 367 p.
- Ryabinkin A. V., Kухарев V. I. Macrozoobenthos. Flora and fauna of aquatic ecosystems: characteristics and trends [Makrozoobentos. Flora i fauna vodnykh ekosistem: kharakteristika i tendentsii izmeneniya]. *Inventarizatsiya i izuchenie biologicheskogo raznoobraziya na territorii tsentral'noy Karelii (operativno-informatsionnye materialy)*. Petrozavodsk, Karel'skiy nauchnyy tsentr RAN Publ., 2001. P. 189–197.

Поступила в редакцию 25.02.2015