

ТАМАРА ЮРЬЕВНА КУЧКО

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
kuchko@petrsu.karelia.ru

НИКОЛАЙ ВИКТОРОВИЧ ИЛЬМАСТ

доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»; профессор кафедры зоотехнии, рыбоводства и агрономии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
ilmast@petrsu.karelia.ru

ЯРОСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ КУЧКО

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных Института биологии, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук» (Петрозаводск, Российская Федерация)
y-kuchko@mail.ru

ПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ОЗЕРА ОХТАНЪЯРВИ (северо-западная Карелия)*

Впервые проведена инвентаризация современного состояния сообществ фито- и зоопланктона озера Охтанъярви, которое благодаря своему географическому положению входит в состав Зеленого пояса Фенноскандии. Изучены видовое разнообразие, соотношение основных таксономических групп, структура доминирующих видов гидробионтов, их численность и биомасса в литоральной и пелагической зонах озера. Результаты исследований показали, что по уровню количественного развития фитопланктона в летний период 2013 года воды озера Охтанъярви можно отнести к 3-му классу качества, разряду 3а («достаточно чистая»), что соответствует β-мезосапробной зоне по шкале сапробности. Среднее значение индекса сапробности, рассчитанного по количественному соотношению индикаторных видов зоопланктона, позволяет отнести озеро к олигосапробному классу (2-й класс качества, чистые природные воды). Озеро Охтанъярви можно рассматривать в качестве удобного контрольного объекта при мониторинге состояния окружающей среды на приграничных территориях.

Ключевые слова: мониторинг, пресноводная экосистема, фитопланктон, зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, трофический статус

ВВЕДЕНИЕ

Озеро Охтанъярви расположено в северной части Калевальского района Республики Карелия, географические координаты центра озера 65°13'42 с. ш., 30°46'38' в. д. [5]. Относится к верховой части водосбора реки Кеми бассейна Белого моря. Благодаря своему географическому положению входит в состав Зеленого пояса Фенноскандии, протянувшегося по обе стороны вдоль российско-финляндско-норвежской границы [2].

Гидробиоценозы озера практически не изучались, в немногочисленных источниках приводятся отдельные сведения о зоопланктоне озерно-речной системы р. Писта – оз. Верхнее Куйто, к которой относится оз. Охтанъярви (1970 и 1976 годы). По уровню количественного развития зоопланктона исследованные водные объекты данной системы

(реки Писта, Войница, Куржма, оз. Корпярви) относятся к олиготрофному типу.

Работа проводилась в рамках проекта «Интеллектуальное управление ресурсами Зеленого пояса Фенноскандии» (IntellGreenBelt) (2013–2014 годы) с целью развития сети ООПТ, рыболовства, различных форм туризма.

Целью исследования являлась оценка современного состояния сообществ фито- и зоопланктона озера Охтанъярви, расположенного на территории Зеленого пояса Фенноскандии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Комплексные гидробиологические исследования проводились на озере Охтанъярви в июле – августе 2013 года. Озеро ледниково-тектонического происхождения, его длина – 11,4 км,

ширина – 4,0 км, площадь – 23 км², высота над уровнем моря – 167,2 м. Площадь водосбора составляет 360 км². На озере насчитывается до 10 небольших островов, за исключением острова Охта, который расположен в его юго-западной части и имеет площадь 0,72 км². Наибольшая глубина озера – 25 м, средняя глубина – 8 м. Берега по большей части каменисто-песчаные, местами встречаются заболоченные участки. Воды озера характеризуются слабокислой реакцией (рН – 6,6), общая минерализация составляет 16 мг/л, содержание СО₂ колеблется в среднем около 1,7 мг/л, насыщение кислородом составляет 90 %.

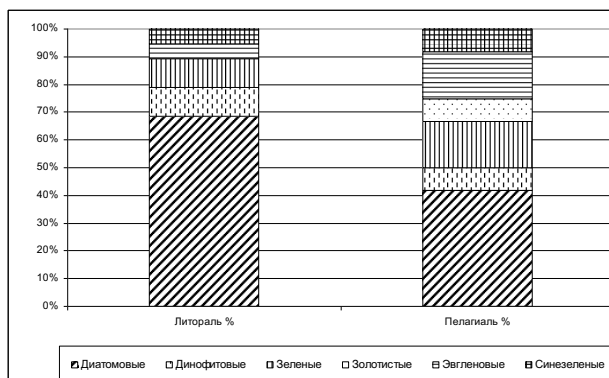
Пробы фито- и зоопланктона отбирались на 7 гидробиологических станциях, выбор которых обуславливался морфометрическими особенностями водоема, отдельно обследовались прибрежная (литераль) и центральная (пелагиаль) части. В пелагиали пробы отбирались батометром Рутнера объемом 2 л, в литорали на глубинах до 1,0 м – мерным ведром. Водоросли концентрировались осадочным методом через мембранные фильтры с диаметром пор 0,95–1,02 мкм, пробы зоопланктона процеживались через планктонную сеть с диаметром ячеек 90 мкм. Обработка проб фито- и зоопланктона проводилась согласно принятым в гидробиологической практике методам [9], [13], [14]. Оценка качества воды выполнялась по методу Пантле – Букка в модификации Сладечека [1], [8], [15] и в соответствии с эколого-санитарной классификацией [10]. Трофический статус водоема оценивался по шкале трофности по С. П. Китаеву [6]. При определении организмов использовался ряд руководств [11], [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам наших исследований в фитопланктоне озера Охтанъярви обнаружено 22 вида водорослей 6 систематических групп: диатомовые (Bacillariophyta) – 13, золотистые (Chrysophyta) – 1, синезеленые (Cyanophyta) – 1, зеленые (Chlorophyta) – 2, эвгленовые (Euglenophyta) – 2, динофитовые (Dinophyta) – 3 (табл. 1). В целом по водоему наибольшего видового разнообразия достигают диатомовые водоросли, на долю которых приходится 59 % от всего видового состава. В литеральной и пелагической зонах отмечается различие в соотношении числа видов по систематическим отделам водорослей (см. табл. 1, рисунок). Повышенное видовое разнообразие гидробионтов в прибрежье по сравнению с центральной частью водоема обычно обусловлено большим разнообразием экологических ниш и наличием «краевого эффекта». К числу массовых в литорали относились виды рода *Tabellaria*, в пелагиали – представители рода *Trachelomonas*. Крупноразмерная динофитовая водоросль *Ceratium hirundinella*, а также пеннатные диатомовые водоросли *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria flocculosa*, *Navicula cryptocephala* и несколько других видов были обнаружены только в литеральной зоне озера, золотистая *Dinobryon divergens* и эвгленовая *Trachelomonas hispida* – только в пелагической.

Таблица 1
Видовой состав фитопланктона
оз. Охтанъярви

Отдел / Таксон	Литораль	Пелагиаль
Синезеленые (Cyanophyta)		
<i>Oscillatoria limosa</i> (Dilv.) Ag.	+	+
Диатомовые (Bacillariophyta)		
<i>Aulacoseira distans</i> Ehr.	+	+
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	+	+
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	+	–
<i>Cyclotella planctonica</i> Brunthaler	+	+
<i>Cymbella cymbiformis</i> (Kütz.) V. H. var. <i>cymbiformis</i>	+	–
<i>Cymbella helvetica</i> Kütz. var. <i>helvetica</i>	+	–
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	+	+
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	+	–
<i>Navicula</i> Kütz. var. <i>cryptocephala</i>	+	–
<i>Navicula radiosa</i> Kütz. var. <i>radiosa</i>	+	+
<i>Navicula</i> Ehr. f. <i>tuscula</i> (incl. f. <i>minor</i> Hust.)	+	–
<i>Eunotia pectinalis</i> (Dillw.) Rabenh. var. <i>pectinalis</i>	+	–
<i>Epitemia</i> sp.	+	–
Золотистые (Chrysophyta)		
<i>Dinobryon divergens</i> Imh.	–	+
Зеленые (Chlorophyta)		
<i>Chamydomonas monadina</i> Stein.	+	+
<i>Cosmarium phaseolum</i> Breb.	+	+
Динофитовые (Dinophyta)		
<i>Glenodinium quadridens</i> (Stein.) Sch.	+	–
<i>Peridinium goslaviense</i> Wolosz.	–	+
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. M.) Bergh.	+	–
Эвгленовые (Euglenophyta)		
<i>Trachelomonas rugulosa</i> Stein.	+	+
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein emend. Defl.	–	+
Суммарное число видов	19	12



Таксономическая структура фитопланктона
в пелагиали и литорали озера

Количественные показатели фитопланктона приводятся в табл. 2. В прибрежной части основной фон фитопланктона создается за счет развития диатомовых водорослей, на долю которых приходится 92 % от общей численности и 63 % биомассы (*Tabellaria fenestrata*, *T. flocculosa*, *Aulocoseira distans*, виды рода *Navicula*). В пелагической части озера количественно преоб-

ладают эвгленовые водоросли, создающие 86 % численности и 93 % биомассы фитопланктона (*Trachelomonas rugulosa*, *T. hispida*). Показатели численности фитопланктона в литорали и пелагиали озера Охтанъярви составляют соответственно 65,0 и 61,0 тыс. кл/л, биомассы – 0,212 и 0,447 г/м³, что позволяет отнести водоем к ультраолиготрофному типу по шкале трофности.

Таблица 2

Количественные показатели фитопланктона оз. Охтанъярви

Отдел	Литораль				Пелагиаль			
	численность		биомасса		численность		биомасса	
	тыс. кл/л	%	г/м ³	%	тыс. кл/л	%	г/м ³	%
Bacillariophyta	60,0	92	0,134	63	5,5	9	0,009	2
Chrysophyta	–	–	–	–	0,5	1	0,0002	<1
Chlorophyta	1,5	2	0,003	2	1,0	2	0,003	1
Суанопхита	1,5	2	0,005	2	–	–	–	–
Dinophyta	1,5	2	0,066	31	1,5	2	0,017	4
Euglenophyta	0,5	1	0,004	2	52,5	86	0,418	93
Всего	65,0	100	0,212	100	61,0	100	0,447	100

Таблица 3

Видовой состав зоопланктона оз. Охтанъярви

Индекс сапробности, рассчитанный по численности индикаторных видов фитопланктона ($S = 1,75$ для литорали и $S = 1,71$ для пелагиали), позволяет отнести воды озера к 3-му классу качества, разряду 3а («достаточно чистая»), что соответствует β -мезосапробной зоне по шкале сапробности.

В составе планктонной фауны отмечено 28 видов коловраток и ракообразных, из них Rotifera – 7 видов, Cladocera – 14 видов, Copepoda – 7 видов (табл. 3).

В целом планктонный комплекс оз. Охтанъярви представлен обычными обитателями северных водоемов. Среди коловраток наибольшей численности достигают *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina* и *Conochilus unicornis* – обычные представители ротаторного северного планктонного комплекса. Повсеместно, но в небольших количествах встречаются *Keratella cochlearis* и *Bipalpus hudsoni*.

Основу пелагического планктонного комплекса ракообразных составляют широко распространенные в озерах Карелии представители северной фауны (*Holopedium gibberum*, *Bosmina coregoni*, *Daphnia cristata*, *Eudiaptomus gracilis*, *Thermocyclops oithonoides*), а также ряд эвритопных организмов, отличающихся широкой экологической валентностью (*Mesocyclops leuckarti*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*). В литоральной зоне, несмотря на слабое развитие высшей водной растительности (тростник, камыш, кубышка, рдесты), достаточно широко представлены придонно-бентические и фитофильные формы. Это главным образом организмы, нуждающиеся в субстрате для периодического прикрепления: *Sida crystallina*, *Scapholeberis mucronata*, а также ряд хидорид и хищные *Polyphemus pediculus* и *Megacyclops viridis*. Ценоз прибойной каменистой литорали представляет собой обедненный в видовом составе пелагический комплекс зоопланктона открытых участков озера.

Систематическая группа / Вид	Литораль	Пелагиаль
Класс Rotifera Коловратки		
1. <i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	–	+
2. <i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof)	–	+
3. <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	+	+
4. <i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	+	+
5. <i>Conochilus unicornis</i> Rousselet	+	+
6. <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	–	+
7. <i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	+	+
Класс Crustacea Ракообразные		
Надотряд Copepoda Веслоногие раки		
Отряд Calaniformes		
8. <i>Heterocope appendiculata</i> Sars	+	+
9. <i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars)	–	+
10. <i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe)	–	+
Отряд Cyclopiformes		
11. <i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)	+	+
12. <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	+	+
13. <i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	+	–
14. <i>Megacyclops viridis</i> (Jur.)	+	–
Надотряд Cladocera Ветвистоусые раки		
15. <i>Sida crystallina</i> (O. F. Muller)	+	–
16. <i>Limnosida frontosa</i> Sars	–	+
17. <i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	+	+
18. <i>Daphnia cristata</i> Sars	+	+
19. <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O. F. Muller)	–	+
20. <i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller)	+	+
21. <i>Acroperus harpae</i> (Baird)	+	–
22. <i>Alonopsis elongatus</i> Sars	+	–
23. <i>Pleuroxus truncatus</i> (O. F. Muller)	+	–
24. <i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. Muller)	+	–
25. <i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Muller)	+	+
26. <i>B. (Eubosmina) coregoni</i> Baird	+	+
27. <i>B. (E.) cf. kessleri</i> Uljanin	–	+
28. <i>Polyphemus pediculus</i> (Linne)	+	+
Всего видов	20	21

Количественные показатели зоопланктона в литорали и пелагиали по группам приведены в табл. 4.

Как в пелагической, так и в прибрежной части по численности и биомассе абсолютно доминируют кладоцеры. В пелагиали основа биомассы создается главным образом за счет *Holopedium gibberum* и видов рр. *Bosmina* и *Daphnia* (90 %). На долю циклопид (*M. leuckarti*, *Th. oithonoides*) и калянид (*E. gracilis*, *H. appendiculata*) приходится 5 и 4 % соответственно. Коловратки играют незначительную роль в образовании биомассы зоопланктона, их средний удельный вес составляет 1 %. По численности доминируют ветвистоусые ракообразные (55 %) и коловратки (23 %). Индекс видового разнообразия составляет 2,1 бит/экз., индекс сапробности – 1,42.

В зоне зарослевой литорали, на 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 массового развития 1–2 видов (так называемые

вспышки численности), что отражается на ее повышенных величинах. Данное явление было отмечено нами на литоральных станциях, где за счет массового развития крупных кладоцер *Polypheumus pediculus* и *Sida crystallina* средняя биомасса зоопланктона составила 2,296 г/м³, а удельный вес этих видов колебался от 75 до 84 %. На долю остальных групп зоопланктона (веслоногие ракообразные и коловратки) приходилось менее 1 % по биомассе (см. табл. 4). В таких локациях создаются благоприятные кормовые условия для гидробионтов других трофических уровней, в первую очередь молоди рыб. Индекс видового разнообразия составляет 1,6 бит/экз., индекс сапробности – 1,48.

По уровню количественного развития зоопланктона озеро Охтанъярви в целом можно охарактеризовать как олиготрофный водоем с биомассой менее 1 г/м³ с наличием отдельных β-мезотрофных участков в прибрежной зоне [6]. По величине индекса сапробности по зоопланктону водоем можно отнести к олигосапробному классу (2-й класс качества, чистые природные воды).

Таблица 4

Количественные показатели зоопланктона оз. Охтанъярви

Отдел	Литораль				Пелагаль			
	численность		биомасса		численность		биомасса	
	тыс. экз./м ³	%	г/м ³	%	тыс. экз./м ³	%	г/м ³	%
Rotifera	0,81	3	0,006	<1	3,02	23	0,007	1
Cladocera	22,78	95	2,28	99	7,20	56	0,568	89
Cyclopiformes	0,52	2	0,009	<1	2,13	17	0,033	5
Calaniformes	0,03	<1	0,001	<1	0,54	4	0,027	5
Всего	24,14	100	2,296	100	12,89	100	0,635	100

ВЫВОДЫ

Полученные данные позволяют отнести озеро Охтанъярви к водоемам с высоким качеством воды, сопоставимым по гидробиологическим и гидрохимическим показателям с карельскими водоемами, имеющими различный природоохранный статус, – озера Каменное, Урозера, Мунозеро [3], [4], [7].

Озеро обладает достаточно высоким рекреационным потенциалом, учитывая благопри-

ятный ландшафт и наличие в составе ихтиофауны видов, представляющих интерес для любительского и спортивного рыболовства (сиг, щука, окунь). Отсутствие промышленных, хозяйственно-бытовых стоков и малонаселенность района расположения позволяют рассматривать озеро Охтанъярви в качестве удобного контрольного объекта при мониторинге состояния окружающей среды на приграничных территориях.

* Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств бюджета на выполнение государственного задания, проект № 0221-2017-0045; Программы Президиума РАН, проект № 0222-2018-0002, проект РФФИ № 18-04-00163.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баринаева С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. 498 с.
2. Зеленый пояс Фенноскандии / Под ред. А. Н. Громцева, О. Л. Кузнецова. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2014. 116 с.
3. Ильмаст Н. В., Китаев С. П., Кучко Я. А., Павловский С. А. Гидроэкология разнотипных озер южной Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 90 с.
4. Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П., Кучко Я. А. Рыбохозяйственное использование малых водоемов Карелии (на примере Урозера) // Озера Евразии: проблемы и пути их решения: Материалы 1-й Междунар. конф. (11–15 сентября 2017 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2017. С. 506–510.

5. Каталог озер Карелии / Под ред. Н. Н. Филатова, А. В. Литвиненко. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 290 с.
6. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 390 с.
7. Кучко Я. А., Кучко Т. Ю., Ильмаст Н. В. Зоопланктон как показатель состояния экосистемы озера Каменное // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2014. № 6 (143). С. 22–26.
8. Макарушин А. В. Биологический анализ качества вод. Л.: Зоологический институт АН СССР, 1974. 60 с.
9. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 33 с.
10. Оксийук О. П., Жукинский В. Н., Брагинский Л. П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. 1993. Т. 29. № 4. С. 62–76.
11. Определитель пресноводных водорослей СССР. Т. 1–8, 10, 11, 13, 14 / Под ред. М. М. Голлербаха. Л.: Наука, 1986.
12. 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.
13. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы / Под ред. В. Д. Федорова, В. И. Капкова. М.: ПИМ, 2006. 367 с.
14. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 3. Методы биологического анализа вод / Под ред. Ю. Ю. Лурье. М.: СЭВ, 1976. 185 с.
15. Sladecek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. 17. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 1973. No 7. P. 1–18.

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

Ilmast N. V., Karelian Research Centre of RAS; Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

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

PLANKTON COMMUNITIES OF LAKE OKHTANYARVI (Northwestern Karelia)*

Inventory of the current state of phyto- and zooplankton communities of Lake Okhtanyarvi was carried out for the first time. The lake, thanks to its geographical location, is a part of the Green Belt of Fennoscandia. Species diversity, the ratio of the main taxonomic groups, the structure of the dominant hydrobiont species, their abundance and biomass in the littoral and pelagic zones of the lake have been studied. The results of the research showed that according to the level of phytoplankton quantitative development in the summer of 2013, the waters of Lake Okhtanyarvi can be attributed to the third class of quality, category 3a (“sufficiently clean”), which corresponds to the β -mesosaprobic zone by the scale of saprobity. The average value of the saprobity index, calculated from the quantitative ratio of indicator zooplankton species, makes it possible to attribute the lake to the oligosaprobic class (second class of quality, pure natural waters). Lake Okhtanyarvi can be considered a convenient control water body for monitoring the state of the environment in the border areas.

Key words: monitoring, freshwater ecosystem, phytoplankton, zooplankton, species composition, abundance, biomass, trophic status

* Financial support for the research was provided from the budget for the execution of the state assignment (project No 0221-2017-0045), the Program of the Russian Academy of Sciences Presidium (project No 0222-2018-0002), and the Russian Foundation for Basic Research project No 18-04-00163.

REFERENCES

1. Barinova S. S., Medvedeva L. A., Anisimova O. V. Biodiversity of algae – environment indicators. Tel Aviv, Pilies Studio Publ., 2006. 498 p. (In Russ.)
2. Green Belt of Fennoscandia: illustrated popular science edition. (A. N. Gromtsev, O. L. Kuznetsov, Eds.). Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2014. 116 p. (In Russ.)
3. Ilmast N. V., Kitaev S. P., Kuchko Ya. A., Pavlovskij S. A. Hydroecology of polytypic lakes of the southern Karelia. Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2008. 90 p. (In Russ.)
4. Ilmast N. V., Sterligova O. P., Kuchko Ya. A. Fishery use of small reservoirs in Karelia (the case of Lake Urozero). *Proceedings of the First International Conference “Lakes of Eurasia: Problems and Solutions” (11–15 September, 2017)*. Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2017. P. 506–510. (In Russ.)
5. Catalog of lakes in Karelia. (N. N. Filatov, A. V. Litvinenko, Eds.). Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2001. 290 p. (In Russ.)
6. Kitaev S. P. Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists. Petrozavodsk, KarRC RAS Publ., 2007. 390 p. (In Russ.)
7. Kuchko Ya. A., Kuchko T. Yu., Ilmast N. V. Zooplankton as indicator of Lake Kamennoye ecosystem condition. *Proceedings of Petrozavodsk State University*. 2014. No 6 (143). P. 22–26. (In Russ.)
8. Makrushin A. V. Biological analysis of water quality. Leningrad, Zoologicheskii Institut AN SSSR Publ., 1974. 60 p. (In Russ.)
9. Methodical recommendations for collecting and processing materials in hydrobiological research on fresh-water reservoirs. Zooplankton and its production. Leningrad, GosNIORKh Publ., 1984. 33 p. (In Russ.)
10. Oksijuk O. P., Zhukinskij V. N., Braginskij L. P. Complex ecological classification of land surface water quality. *Gidrobiologicheskij zhurnal*. 1993. Vol. 29. No 4. P. 62–76. (In Russ.)
11. Key to freshwater algae of the USSR. Vol. 1–8, 10, 11, 13, 14. (M. M. Gollerbakh, Ed.). Leningrad, Nauka Publ., 1986. (In Russ.)
12. Key to zooplankton and zoobenthos of fresh waters in the European Russia. Vol. 1. Zooplankton. (V. R. Alekseev, S. Ya. Tsalolihin, Eds.). Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ., 2010. 495 p. (In Russ.)
13. Practical hydrobiology. Freshwater ecosystems. (V. D. Fedorov, V. I. Kapkov, Eds.). Moscow, PIM Publ., 2006. 367 p. (In Russ.)
14. Unified methods for research on water quality. Part 2. Methods for biological analysis of water. (Yu. Yu. Lurye, Ed.). Moscow, SEV Publ., 1976. 185 p. (In Russ.)
15. Sladecek V. System of water quality from the biological point of view. *Arch. 17. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 1973. No 7. P. 1–18.

Поступила в редакцию 19.03.2018