



УДК 574.633

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОД ДВУХ ОЗЕР БАССЕЙНА ФИНСКОГО ЗАЛИВА

КУЛАКОВ

Дмитрий Владимирович

Институт геоэкологии им. Е. М. Сергеева РАН,
dvkulakov@mail.ru

Ключевые слова:

зоопланктон
озеро
Копанское
Горовалдайское
оценка качества вод

Аннотация: В 2012–2015 гг. проведены исследования зоопланктона и выполнена оценка качества вод озер Копанское и Горовалдайское, относящихся к бассейну Финского залива (Ленинградская область). В рамках многолетних мониторинговых исследований на данных водных объектах такие работы ранее не выполнялись. Станции отбора проб размещались в прибрежной части водоемов. Зоопланктон озер включал 46 таксонов видового и подвидового рангов, был типичен для водоемов Северо-Запада России и представлен в основном эврибионтными видами с высокой экологической пластичностью. В наиболее подверженном антропогенному воздействию оз. Горовалдайское, по сравнению с оз. Копанское, обнаруживалось наименьшее видовое богатство и наименьшие значения индекса видового разнообразия. Тем не менее массовое развитие ветвистоусых ракообразных, вносивших основной вклад в численность и биомассу сообщества, способствовало активному протеканию процессов биологического самоочищения этого водоема, о чем свидетельствует снижение значений коэффициента трофности. По показателям индекса сапробности воды исследованных озер относились к олигосапробной – β-мезосапробной зоне.

© Петрозаводский государственный университет

Получена: 22 мая 2017

Подписана к печати: 28 октября 2017 года

Введение

Организмы зоопланктона, принимающие активное участие в процессах деструкции органического вещества и составляющие значительную часть рациона рыб, являются одним из важнейших компонентов гидробиоценозов. Таксonomическая структура и уровень количественного развития планктонных беспозвоночных используются для оценки экологического состояния водных объектов, что позволяет выявить изменения, происходящие в водной среде, в том числе под воздействием антропогенных факторов (Андроникова, 1996; Протасов, 2004). Озера Копанское и Горовалдайское принадлежат к бассейну Финского залива (Ленинградская область) и относятся к водным объектам

высшей рыбохозяйственной категории. Озера находятся в 30-километровой зоне Ленинградской атомной электростанции (ЛАЭС), и их исследования выполнялись в рамках комплексного мониторинга водных экосистем в связи со строительством новых энергоблоков ЛАЭС-2 (Макушенко и др., 2014), ранее многолетних мониторинговых исследований на данных водоемах не проводилось.

Цель работы – оценка качества вод озер Копанское и Горовалдайское по показателям зоопланктона.

Материалы

Исследования выполнялись с 2012 по 2015 г. Отбор проб осуществлялся в весенний, летний и осенний периоды каждого года. Пробы брались на расстоянии 2–10 м от уреза воды

с глубины до 0.5 м в озерах Копанское (координаты станции: 59.701167° с. ш.; 28.714389° в. д.) и Горовалдайское (координаты станции: 59.966000° с. ш.; 29.128139° в. д.).

Методы

За период исследований на каждом озере было отобрано по 12 проб зоопланктона в двух повторностях (всего обработано 48 проб). Пробы брались путем фильтрования 50–100 л воды через планктонную сеть Джеди с размером ячей 64 мкм, для фиксации использовался этиловый спирт крепостью 70°. Обработка проб выполнялась по общепринятым методикам (Методика..., 1975; Методические..., 2005) с использованием стандартных определителей (Мануйлова, 1964; Кутикова, 1970; Боруцкий и др., 1991; Определитель..., 2010). Зоопланктон оценивался по видовому составу, численности (N), биомассе (B), доле таксономических групп от общей численности и биомассы сообщества. Доминантные виды выделялись по относительной численности и биомассе, принимая за нижнюю границу доминирования обилие $\geq 10\%$ от суммарного количества. Оценка трофо-сапробиологического состояния водных объектов осуществлялась с помощью индекса сапробности Пантле – Букк в модификации Сладечека (S) (Sladeček, 1973) и фаунистического коэффициента трофности Мяэметса (E) (Мяэметс, 1980). Видовое разнообразие определялось по информационному индексу Шеннона – Уивера (Песенко, 1982; Shannon, Weaver, 1963), рассчитанному по численности (HN) и биомассе (HB) зоопланктона. Сходство видового состава зоопланктона исследованных водоемов определялось при помощи коэффициента общности Серенсена (География..., 2002).

Результаты

Средняя минерализация озерных вод составляла 39.2 мг/дм³, что позволяет отнести их к группе пресных ксеногалобных. Значения pH были близки к нейтральным (в среднем 7.1). По соотношению основных катионов и анионов оз. Горовалдайское является хлоридно-кальциевым, оз. Копанское – гидрокарбонатно-кальциевым.

В зоопланктоне исследованных озер обнаружено 46 таксонов видового и подвидового рангов (Rotifera – 13, Copepoda – 8, Cladocera – 25 видов и подвидов), из них в оз. Копанское зарегистрировано 38 видов и подвидов беспозвоночных, в оз. Горовалдайское – 31. Наибольшее таксономическое богатство в обоих водоемах обнаруживалось в летний

период (табл. 1). Зоопланктон составляли обычные для водоемов Северо-Запада России виды (Определитель..., 2010; Круглова, 2015; Фомина, Сярки, 2015), космополиты (54.5 %) и широко распространенные в Северном полушарии (45.5 %). Значительное количество обнаруженных видов относилось к эврибионтам с высокой экологической пластичностью.

Озеро Копанское расположено в 1.5 км от Копорской губы и соединено с ней р. Пейпия. По происхождению котловины озеро относится к группе озер моренного типа. Площадь зеркала составляет 9.4 км², средняя глубина – 7.6 м, максимальная глубина – 16 м. Берега озера на большем протяжении песчаные, пологие. В озеро впадает несколько небольших ручьев. Озеро находится в отдалении от населенных пунктов и окружено со всех сторон хвойным лесом.

В зоопланктоне оз. Копанское наибольшее количество таксонов в пробе обнаруживалось в летний период (14 видов и подвидов), весной значения этого показателя были минимальны (табл. 2). Среди доминирующих по численности и биомассе видов были *Asplanchna priodonta*, *Bosmina longirostris* и копеподиты циклопов, кроме того, массового развития достигали *Keratella cochlearis*, *Ceriodaphnia pulchella* и науплиусы веслоногих ракообразных, в числе доминирующих по биомассе видов также регистрировался *Polypheus pediculus*.

Количественные показатели зоопланктона достигали наибольших значений в летний период, когда численность в среднем составляла 45.2 ± 18.7 тыс. экз./м³, биомасса – 1.7 ± 1.0 г/м³. В весенний и осенний периоды значения данных показателей были ниже (табл. 2). Весной основную долю численности и биомассы сообщества составляли коловратки (рис. 1), в летний период и осенью доля этих беспозвоночных сокращалась за счет развития ветвистоусых ракообразных. Значения индекса видового разнообразия в течение вегетационного периода различались не существенно, изменяясь в среднем от 2.2 до 2.5 бит/экз. и от 1.6 до 2.0 бит/г. По величине коэффициента трофности воды оз. Копанское соответствовали эвтрофному типу, наибольшие значения данного коэффициента регистрировались в весенний период. Величины индекса сапробности в весенний и осенний периоды соответствовали олигосапробным условиям, в летний период – β-мезосапробным (см. табл. 2).

Таблица 1. Видовой состав зоопланктона озер Копанское и Горовалдайское

Таксон	Оз. Копанское			Оз. Горовалдайское		
	весна	лето	осень	весна	лето	осень
Коловратки (Rotifera)						
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	+	-	+	+	+	+
<i>Euchlanis dilatata lucksiana</i> Hauer	+	+	+	-	-	-
<i>Eu. triquetra</i> Ehrenberg	+	-	-	-	-	-
<i>Kellicottia longispina</i> Kellicott	+	+	-	-	+	-
<i>Keratella cochlearis</i> Gosse	+	+	+	+	+	+
<i>K. cruciformis</i> (Thompson)	-	-	-	+	-	-
<i>K. quadrata</i> Jägerskiöld	-	+	-	-	-	-
<i>Lecane bulla</i> (Gosse)	+	-	-	-	-	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	+	+	-	+	+	+
<i>P. major</i> Burckhardt	-	-	+	-	-	-
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg	+	-	-	-	-	-
<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias)	-	+	-	-	-	-
<i>Trichotria pocillum</i> (O.F. Müller)	-	+	-	-	-	-
Веслоногие ракообразные (Copepoda)						
<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer)	-	+	-	-	+	-
<i>C. vicinus</i> Uljanin	+	-	+	+	+	-
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	-	-	-	+	-	+
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G.O. Sars)	-	+	+	-	-	+
<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine)	+	+	+	+	+	-
<i>Paracyclops affinis</i> (G.O. Sars)	-	-	-	-	+	-
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer)	-	-	-	-	+	+
<i>T. oithonoides</i> (G.O. Sars)	-	+	-	-	+	+
Бетвистоусые ракообразные (Cladocera)						
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	-	+	-	+	-	-
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller)	-	+	-	-	+	-
<i>A. rectangula</i> G.O. Sars	+	+	+	+	+	+
<i>Alonella nana</i> (Baird)	-	+	+	+	-	-
<i>Biapertura affinis</i> (Leydig)	-	-	+	+	-	-
<i>Bosmina coregoni</i> Baird	-	-	-	-	-	+
<i>B. longirostris</i> (O.F. Müller)	+	+	+	+	+	+
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> G.O. Sars	+	+	+	+	+	+
<i>C. quadrangula</i> O.F. Müller	-	+	+	-	-	-
<i>Chydorus ovalis</i> Kurz	+	+	-	-	-	-
<i>C. sphaericus</i> (O.F. Müller)	-	+	+	-	+	+
<i>Daphnia cristata</i> G.O. Sars	-	-	-	-	+	-
<i>D. cucullata</i> (G.O. Sars)	-	+	-	-	-	-
<i>D. galeata</i> G.O. Sars	-	+	+	-	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin)	-	+	+	-	+	-
<i>Eurycericus lamellatus</i> (O.F. Müller)	-	+	-	-	+	-
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	-	-	-	-	+	-
<i>Moina macrocopa</i> (Straus)	-	+	-	-	-	-
<i>Ophryoxus gracilis</i> Sars	-	-	-	-	+	-
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine)	-	+	-	-	-	-
<i>P. truncatus</i> (O.F. Müller)	-	+	-	-	-	-
<i>Polyphemus pediculus</i> (L.)	-	+	+	+	+	+
<i>Rhynchotalona falcata</i> (G.O. Sars)	-	+	+	-	-	+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller)	-	+	-	-	+	+
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller)	-	+	-	-	-	+
Количество видов Rotifera	8	7	4	4	4	3
Количество видов Copepoda	2	4	3	3	6	4
Количество видов Cladocera	4	20	11	7	12	9
Общее количество видов зоопланктона	14	31	18	14	22	16

Таблица 2. Показатели зоопланктона озер Копанское и Горовалдайское

Показатель	Таксон	Оз. Копанское			Оз. Горовалдайское		
		весна	лето	осень	весна	лето	осень
Количество видов и подвидов в пробе	Rotifera	5	3	3	2	2	2
	Copepoda	1	1	2	2	2	2
	Cladocera	2	10	7	5	5	6
	Сумма	8	14	12	9	9	10
Численность (тыс. экз./м ³)		8,9± 5,3	45,2± 18,7	13,1± 9,8	7,3± 2,3	173,1± 62,3	185,9± 79,9
		0,1± 0,0	1,7± 1,0	0,2± 0,1	0,1± 0,0	6,6± 2,8	14,3± 7,5
Биомасса (г/м ³)		2,2± 0,0	2,2± 0,5	2,5± 0,5	2,8± 0,0	1,6± 0,3	1,2± 0,5
		1,6± 0,2	2,0± 0,5	1,9± 0,8	2,2± 0,5	1,3± 0,4	0,7± 0,3
Индекс Шеннона-Уивера (H _N , бит/экз.)		3,3± 0,3	1,0± 0,3	1,1± 0,3	0,8± 0,0	0,9± 0,2	0,9± 0,2
		1,3± 0,1	1,5± 0,0	1,4± 0,0	1,4± 0,0	1,4± 0,0	1,5± 0,0
Индекс Шеннона-Уивера (H _B , бит/г)							
Коэффициент трофности (E)							
Индекс сапробности (S)							

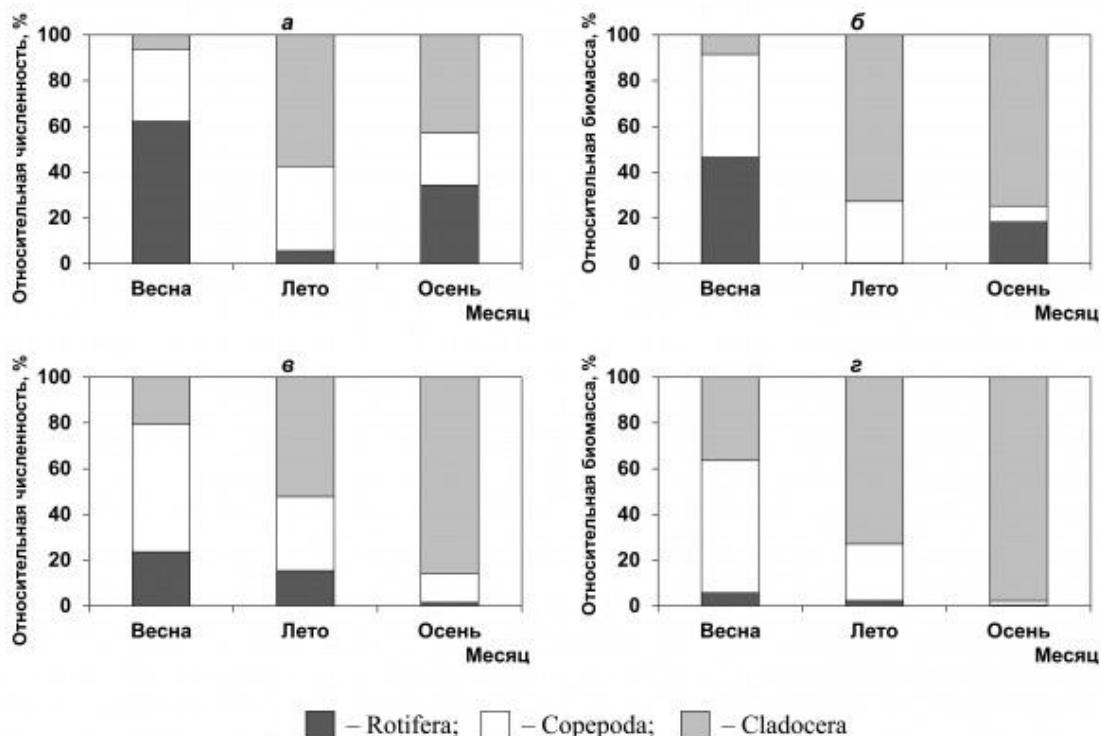


Рис. 1. Соотношение численности (а, в) и биомассы (б, г) основных таксономических групп зоопланктона озер Копанское (а, б) и Горовалдайское (в, г) в среднем за период исследований

Fig. 1. The averages ratio of abundance (a, v) and biomass (b, g) of the main taxonomic groups of zooplankton in the Kopanskoe (a, b) and the Gorovaldayskoe (v, g) over the study period

Озеро Горовалдайское расположено на расстоянии 0.5 км от Финского залива, слабопроточное. В прошлом на месте озера была лагуна залива, которая постепенно отделилась от него узкой полосой песчаных дюн. Озеро вытянуто с запада на восток на 4.5 км. Площадь зеркала составляет 2.8 км². Глубины достигают 8–10 м. Берега почти на всем протяжении песчаные, только у западной и восточной оконечностей каменистые. В озеро впадает несколько небольших, часто пересыхающих летом ручьев. По северному берегу озера проходит автомобильная дорога с интенсивным движением и располагается деревня Шепелево.

В зоопланктоне оз. Горовалдайское обнаруживалось 9–10 видов и подвидов беспозвоночных в пробе (см. табл. 2). Доминирующими по численности и биомассе видами были *Bosmina longirostris*, *Thermocyclops crassus* и копеподиты циклопов. Среди наиболее многочисленных организмов также отмечены коловратки *Keratella cochlearis*, *Polyarthra dolichoptera* и науплиусы веслоногих ракообразных; по биомассе, кроме того, доминировал *Polyphemus pediculus*.

Наибольших значений количественные показатели зоопланктона достигали в осенний период, когда численность составляла 185.9 ± 79.9 тыс. экз./м³, биомасса – 14.3 ± 7.5 г/м³. В весенний период численность и биомасса зоопланктона были минимальны (см. табл. 2). В сезонной динамике таксономической структуры зоопланктона от весеннего периода к осеннему наблюдалось сокращение доли коловраток и веслоногих ракообразных за счет увеличения численности и биомассы ветвистоусых ракообразных (рис. 1).

В течение вегетационного периода наблюдалось снижение значений индекса видового разнообразия от 2.8 бит/экз. и 2.2 бит/г весной до 1.2 бит/экз. и 0.7 бит/г осенью. Величины коэффициента трофности характеризовали воды оз. Горовалдайское как соответствующие мезотрофному типу. Значения индекса сапробности в весенний и летний периоды соответствовали олигосапробным условиям, в осенний период – β-мезосапробным (см. табл. 2).

Обсуждение

Зоопланктон исследованных озер имел высокое сходство видового состава (общими для обоих водоемов были 23 вида и подвида беспозвоночных), величина индекса Серенсена составляла 0.7. Состав доминирующих

видов также был сходным: в обоих водоемах среди доминантов были зарегистрированы *Bosmina longirostris*, *Polyphemus pediculus*, *Keratella cochlearis* и копеподиты циклопов. Наибольшим количеством видов были представлены ветвистоусые ракообразные.

Различия между зоопланкtonом исследованных озер состояли в его количественной представленности. В оз. Горовалдайское, где в летний и осенний периоды заметную долю численности и биомассы планкtonных беспозвоночных составляли ветвистоусые ракообразные, численность зоопланктона была выше в 3.8 и 14.2 раза, чем в аналогичные периоды в оз. Копанское. Биомасса зоопланктона оз. Горовалдайское превышала таковую в оз. Копанское в 4.1 раза летом и в 82.5 раза в осенний период.

Низкое видовое богатство зоопланктона и низкие значения индекса видового разнообразия в оз. Горовалдайское, по сравнению с оз. Копанское, возможно, связаны с тем, что оз. Горовалдайское испытывает большую антропогенную нагрузку, в связи с воздействием на экосистему загрязненного стока с автомобильной дороги, проходящей по северному берегу водоема. Тем не менее низкие значения коэффициента трофности в оз. Горовалдайское свидетельствовали об активном протекании в нем процессов биологического самоочищения, в которых принимают активное участие ветвистоусые ракообразные, массово развивающиеся в озере и являющиеся основными фильтраторами среди планкtonных беспозвоночных.

В многолетнем ряду наблюдений в оз. Копанское наибольшие значения индекса видового разнообразия наблюдались в 2014 г. ($H_N = 2.8 \pm 0.2$ бит/экз.) и в 2013 г. ($H_B = 2.4 \pm 0.5$ бит/г), наименьшие – в 2015 г. ($H_N = 1.3$ бит/экз.; $H_B = 0.5$ бит/г). Коэффициент трофности достигал наибольших значений в 2013 г. ($E = 1.9$), наименьших – в 2015 г. ($E = 1.1$) (рис. 2).

В оз. Горовалдайское наибольшие значения индекса видового разнообразия регистрировались в 2013 г. ($H_N = 2.6 \pm 0.2$ бит/экз.; $H_B = 2.1 \pm 0.4$ бит/г), наименьшие – в 2012 г. ($H_N = 1.1 \pm 0.5$ бит/экз.; $H_B = 0.9 \pm 0.5$ бит/г). Значения коэффициента трофности варьировали от 0.7 ± 0.2 в 2013 г. до 1.1 ± 0.5 в 2015 г. (см. рис. 2).

Количественные и структурные показатели зоопланктона озер Копанское и Горовалдайское характерны для водоемов с повышенной трофностью (Андроникова, 1996), в которых регистрируется небольшое количе-

ство доминирующих видов, невысокое видовое разнообразие, преобладание в сообществе коловраток и мелкоразмерных форм ракообразных, например, рода *Bosmina*. Типичным видом-индикатором эвтрофных условий является ветвистоусый ракоч *Bosmina longirostris*, входивший в доминант-

ный комплекс видов обоих исследованных озер. Динамика количественных показателей зоопланктона в обоих водоемах представляла собой одновершинную кривую, что также характерно для озер с повышенной трофностью.

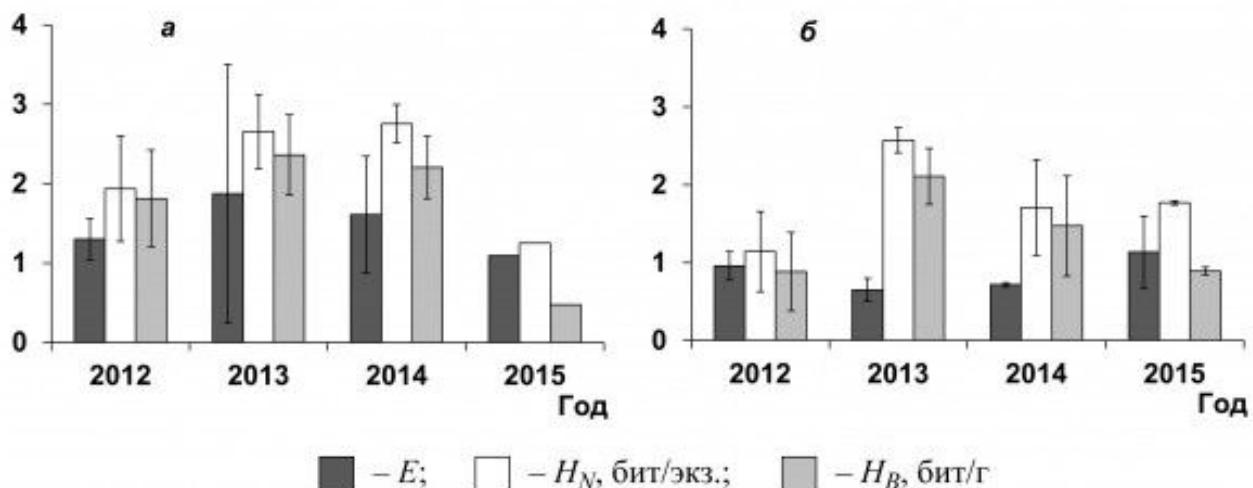


Рис. 2. Межгодовая динамика значений коэффициента трофности (Е) и индекса видового разнообразия (HN, бит/экз.; HB, бит/г) в озерах Копанское (а) и Горовалдайское (б)

Fig. 2. Interannual dynamics of the values of the coefficient trophicity (E) and the biodiversity index (HN, bit/ind., HB, bit/g) in the Kopanskoe (a) and the Gorovaldayskoe (b)

Заключение

Зоопланктон озер Копанское и Горовалдайское был представлен обычными для водоемов Северо-Запада России видами, имеющими широкое и всесветное распространение, по отношению к факторам среды – эврибионтами с высокой экологической пластичностью. Всего в составе зоопланктона обнаружено 46 таксонов видового и подвидового рангов (в оз. Копанское – 38 видов и подвидов беспозвоночных, в оз. Горовалдайское – 31). Видовой состав зоопланктона обоих озер был сходен (величина индекса Серенсена составляла 0.7). Среди доминирующих видов в исследованных водоемах были зарегистрированы *Bosmina longirostris*, *Polyphtemus pediculus*, *Keratella cochlearis* и копеподиты циклопов.

В обоих исследованных озерах величины индекса сапробности, рассчитанного по показателям зоопланктона, свидетельствова-

вали об изменении условий в течение вегетационного сезона от олигосапробных до β-мезосапробных (от 1.3 до 1.5 балла). Наибольшие значения данного индекса в оз. Копанское обнаруживались в летний период, в оз. Горовалдайское – осенью. По величине коэффициента трофности воды оз. Копанское соответствовали эвтрофному типу (от 1.0 до 3.3), оз. Горовалдайское – мезотрофному (от 0.8 до 0.9).

В оз. Горовалдайское, по сравнению с оз. Копанское, обнаруживалось наименьшее видовое богатство и наименьшие индексы видового разнообразия, что, возможно, связано с воздействием на водоем загрязненного стока с автомобильной дороги. Однако массовое развитие ветвистоусых ракообразных, являющихся основными фильтраторами в сообществе, способствовало активному протеканию процессов биологического самоочищения водоема.

Библиография

- Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов . СПб.: Наука, 1996. 189 с.
Боруцкий Е. В., Степанова Л. А., Кос М. С. Определитель Calanoida пресных вод СССР . СПб.: Наука, 1991. 503 с.
География и мониторинг биоразнообразия . М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. 432 с.

- Круглова А. Н. Зоопланктон некоторых малых водоемов Петрозаводска (Республика Карелия) // Труды КарНЦ РАН. 2015. № 1. С. 69–77.
- Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР . Л.: Наука, 1970. 742 с.
- Макушенко М. Е., Кулаков Д. В., Верещагина Е. А. Зоопланктон Копорской губы Финского залива в зоне воздействия Ленинградской АЭС // Гидробиол. журн. 2014. № 2. Т. 50. С. 3–15.
- Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые ракчи (Cladocera) фауны СССР . М.; Л.: Наука, 1964. 328 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов . М.: Наука, 1975. 240 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при ведении мониторинга биологического загрязнения на Финском заливе / Ред. А. Ф. Алимов, Т. М. Флоринская. СПб., 2005. 67 с.
- Мяэмets A. X. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. С. 54–64.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России . Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.
- Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях . М.: Наука, 1982. 286 с.
- Протасов А. А. Состав и распределение зоопланктона водоема-охладителя Хмельницкой АЭС // Гидробиол. журн. 2004. Т. 40. № 4. С. 35–44.
- Фомина Ю. Ю., Сярки М. Т. Зоопланктон Онежского озера, биоразнообразие и продуктивность // Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы: III Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием. Казань, 2015. С. 71–74.
- Shannon C. E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press, 1963. 117 p.
- Sladečec V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. 1973. Vol. 7. P. 1–218.

Благодарности

Автор выражает благодарность сотрудникам Санкт-Петербургского отделения Института геоэкологии РАН, принимавшим участие в организации полевых работ и отборе проб. Работа поддержана проектом СПбГУ 3.19.6.2016.

USING OF ZOOPLANKTON INDICATORS IN ASSESSING THE QUALITY OF WATERS IN TWO LAKES IN THE GULF OF FINLAND BASIN

KULAKOV
Dmitry Vladimirovich

*Institute of Geoeiology named by E. M. Sergeeva of RAS,
dvkulakov@mail.ru*

Key words:

Zooplankton
lake
Kopanskoe
Gorovaldayskoe
water quality assessment.

Summary: In 2012–2015 zooplankton studies were carried out and the quality of the waters of the Kopanskoe and the Gorovaldayskoe lakes belonging to the Gulf of Finland basin (Leningrad region) was assessed. Under the frame of long-term monitoring studies on these waterbodies, such work has not previously been carried out. The sampling stations were located in the coastal part of the waterbodies. Zooplankton of the lakes included 46 taxons of species and subspecies ranks, it was typical of the North-West of Russia and represented mainly by eurybiontic species with high ecological plasticity. In Gorovaldayskoe lake most affected by the anthropogenic influence, in comparison with the Kopanskoe, showed the lowest species richness and the lowest values of the biodiversity index. Nevertheless, the mass development of Cladocera, which made the main contribution to the population and the biomass of the community, promoted the active development of the processes of biological self-purification of this lake, as evidenced by a decrease by coefficient trophicity. According to the saprobity index in the waters of the studied lakes belonged to the oligosaprobiic – β-mesosaprobiic zone.

Received on: 22 May 2017

Published on: 28 October 2017

References

- Andronikova I. N. Structural and functional organization of zooplankton in lake ecosystems of different trophic types. SPb.: Nauka, 1996. 189 p.
- Boruckiy E. V. Stepanova L. A. Kos M. S. Determinant Calanoida fresh water of the USSR. SPb.: Nauka, 1991. 503 p.
- Fomina Yu. Yu. Syarki M. T. Zooplankton of Lake Onezhskoe, biodiversity and producing capacity, Bioraznoobrazie nazemnyh i vodnyh zhivotnyh. Zioresursy: III Vserossiyskaya nauchnaya Internet-konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem. Kazan', 2015. P. 71–74.
- Geography and monitoring of biodiversity. M.: Izdatel'stvo Nauchnogo i uchebno-metodicheskogo centra, 2002. 432 p.
- Kruglova A. N. Zooplankton in some small water bodies of Petrozavodsk (Republic of Karelia), Trudy KarNC RAN. 2015. No. 1. P. 69–77.
- Kutikova L. A. Rotifera fauna of the USSR. L.: Nauka, 1970. 742 p.
- Makushenko M. E. Kulakov D. V. Vereschagina E. A. Zooplankton of Koporskaya Bay of the Gulf of Finland in the Zone of the Influence of the Leningrad NPS, Gidrobiol. zhurn. 2014. No. 2. T. 50. P. 3–15.
- Manuylova E. F. Cladocera fauna of the USSR. M.; L.: Nauka, 1964. 328 p.
- Method of study biogeocenosis inland waters. M.: Nauka, 1975. 240 p.
- Methodological recommendations for the collection and processing of materials in the conduct monitoring of biological pollution on the Gulf of Finland, Red. A. F. Alimov, T. M. Florinskaya. SPb., 2005. 67 p.
- Myaemets A. H. Changes in zooplankton, Antropogennoe vozdeystvie na malye ozera. L.: Nauka, 1980. P. 54–64.
- Pesenko Yu. A. Principles and methods of quantitative analysis of faunistic researches. M.: Nauka, 1982. 286 p.
- Protasov A. A. Composition and distribution of zooplankton of the cooling pond of the Khmelnitsk Nuclear Power Station, Gidrobiol. zhurn. 2004. T. 40. No. 4. P. 35–44.
- Shannon C. E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press, 1963. 117 p.
- Sladečec V. System of water quality from the biological point of view, Arch. Hydrobiol. 1973. Vol. 7. P. 1–218.
- The determinant of zooplankton and zoobenthos of fresh water in European Russia. T. 1. Zooplankton, Pod red. V. R. Alekseeva, P. Ya. Calolihina. M.: Tov-vo nauch. izd. KMK, 2010. 495 p.