

Hemisphere (1827–2013). Matishov, G.G., Sherman, K., Levitus, S. (Eds.). NOAA Atlas NESDIS 78. 2014. 131 p.

17. Бухановский А.В., Лопатухин Л.И., Чернышева Е.С. Новое поколение справочников по режиму волнения морей // Научно-технический сборник Российского морского регистра судоходства. 2011. Вып. 34. С. 50–65.

18. Лопатухин Л.И. Ветровое волнение: Учебное пособие. 2-е дополненное издание. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2012. 165 с.

19. Яицкая Н.А., Лоцинская В.В. Создание геоинформационной системы южных морей России для сохранения исторической картографической информации // Экология, экономика, информатика. Т.2. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2013. С.211–217.

20. Магаева А.А., Яицкая Н.А. Описание геоинформационной системы ледового режима южных морей России // Экологическая стратегия развития прибрежных регионов: география, окружающая среда, население. Медико-экологические и социально-экономические проблемы прибрежных регионов. Ростов-на-Дону, 2015. С. 114–121.

21. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VI Каспийское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 360 с.

22. Курдюмов Д.Г., Озгой Э. Среднемесячные характеристики внутригодовой изменчивости циркуляции вод Каспийского моря, полученные по вихреразрешающей термогидродинамической модели // Океанология. 2004. Т. 44, № 6. С. 843–853.

Поступила в редакцию 24.01.2017

УДК 574.583

Литоральные и пелагиальные планктонные сообщества высокогорного оз. Шебеты (Забайкальский край)

Е.Ю. Афолина, Н.А. Ташлыкова

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита

Представлены материалы по исследованию планктонной флоры и фауны высокогорного оз. Шебеты. Водоем расположен в границах буферной зоны Байкальской природной территории в составе национального парка «Чикой» (Красночикойский район, Забайкальский край). Сбор и обработка образцов проводились стандартными гидробиологическими методами. В составе фито- и зоопланктона отмечено по 35 таксонов рангом ниже рода. Наибольшее таксономическое разнообразие встречалось среди диатомовых водорослей и ветвистоусых ракообразных. Основную часть видового состава составляли широко распространенные эврибионтные и пелагофильные виды. Характерными обитателями глубокого ледникового озера являлись среди водорослей: *Chrysococcus rufescens*, *C. biporus*, *Kephyrion doliolum*, *Mallomonas caudate*; среди беспозвоночных: *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, *Holopedium gibberum*, *Arctodiaptomus neithammeri*, *Cyclops abyssorum*, *Atteyella nordenskjoeldi*. Литоральное планктонное сообщество отличалось более богатым качественным и количественным составом по сравнению с пелагиальным. В прибрежье в составе фито- и зоопланктона чаще встречались представители фитофильного и литорального комплексов, в глубоководной части озера доминировали пелагофильные формы гидробионтов. В поверхностных слоях воды преобладал мелкоразмерный планктон (синезеленые и зеленые водоросли, коловратки и науплиальные стадии copepod), в придонных – диатомовые, золотистые и динофитовые водоросли, веслоногие ракообразные, имеющие крупные размерные характеристики.

Ключевые слова: фитопланктон, зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, высокогорное ледниковое оз. Шебеты.

АФОНИНА Екатерина Юрьевна – к.б.н., н.с., kataf@mail.ru; ТАШЛЫКОВА Наталия Александровна – к.б.н., н.с., nattash2005@yandex.ru.

Littoral and Pelagic Plankton Communities of High Mountain Lake Shebety

E.Yu. Afonina, N.A. Tashlykova

Institute of Natural Resources, Ecology and Kryology SB RAS, Chita

*The investigation materials of planktonic flora and fauna in high mountain Lake Shebety are presented in this paper. The lake is located within the boundaries of the buffer zone of the Baikal natural territory, as the part of the National Park «Chikoy» (Krasnochikoysky District, Zabaykalskiy krai). Collection and processing of the samples was carried out by standard hydrobiological methods. The composition of phytoplankton and zooplankton was observed on 35 taxa. The greatest species diversity was observed among the diatoms and cladoceran. The main of the species composition were widespread and eurybiontic pelagophilic species. Among algae the typical inhabitants of the deep glacial lake are: *Chrysococcus rufescens*, *C. biporus*, *Kephyrion doliolum*, *Mallomonas caudata*, among invertebrates are *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, *Holopedium gibberum*, *Arctodiaptomus neithammeri*, *Cyclops abyssorum*, *Atteyella nordenskjoldi*. Littoral plankton community was richer on qualitative and quantitative compositions than pelagic cenosis. In the coastal zone phytophilic and littoral species were more frequent, and in the deep part of the lake pelagophilic forms of aquatic organisms dominated. In the surface layers of water small-size plankton (blue-green and green of algae, rotifers and copepods juvenile stage) dominated, and diatoms, dinoflagellates and gold algae and copepods with large dimensional characteristics prevailed in the bottom.*

Key words: phytoplankton, zooplankton, species composition, abundance, biomass, high mountain glacial Lake Shebety.

Введение

Высокогорные озера характеризуются небольшим водосбором, малым содержанием биогенных элементов, низкой минерализацией и малой первичной продукцией и являются уникальным индикаторами состояния окружающей природной среды, климатических изменений и антропогенного загрязнения [1, 2]. Особое значение приобретает изучение водоемов, находящихся на особо охраняемых природных территориях и не имеющих антропогенной нагрузки, что дает возможность получить представление о фоновых характеристиках сообществ гидробионтов в природных водах. Однако в силу сурового климата, труднодоступности и отсутствия транспорта экосистемы горных озер изучены слабо. Это относится и к водоемам Забайкальского края.

Шебеты (Шебетый, Шебетуй, Шэбэтуй) – живописное таёжное озеро, памятник природы регионального значения, находится в границах буферной зоны Байкальской природной территории в составе национального парка «Чикой» (Красночикоийский район). Водоем расположен на абсолютной высоте 1567,4 м в пределах 49°48'22" северной широты и 110°00'33" восточной долготы, в 120 м над тальвегом пади Мельничная (приток р. Глубокая, бассейн р. Чикон). Сравнительно изометричная форма акватории осложнена 200–300-метровыми мысовыми выступами и заливами. В озеро впадает руч. Пороховой, вытекает руч. Безымянный. Общая площадь озера 228 га, длина 1,5 км, максимальная ширина 1 км. По данным съемок 2016 г., максимальная глубина озера составляет 42 м, прозрачность воды – 5 м.

Планктонные сообщества (фито- и зоопланктон) являются важным структурным и пластичным компонентом гидробиоценоза и выполняют особую роль в процессах перемещения и аккумуляции веществ и энергии в биогеоценозах [3]. Цель работы: изучение видового богатства и количественного распределения водорослей и беспозвоночных планктона глубоководного горного оз. Шебеты.

Материал и методы исследования

Материалом для работы послужили результаты исследований планктонной флоры и фауны высокогорного оз. Шебеты, проведенные в июле 2002 и 2016 гг. Опробование проводилось на 4 станциях, охватывающих зоны литорали (глубины 1,8 и 4,5 м) и пелагиали (27,4 и 31 м) (рис. 1).

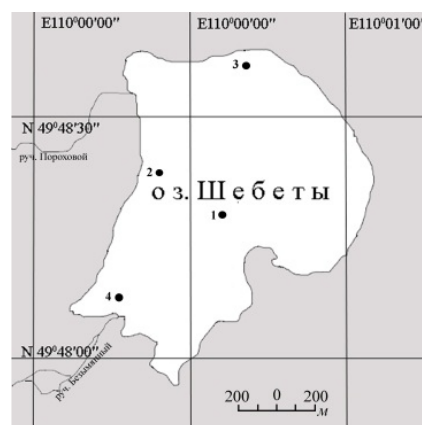


Рис. 1. Карта-схема мест отбора планктонных проб в оз. Шебеты: 1 – геометрический центр; 2 – глубинный центр; 3 – юго-восточное побережье; 4 – юго-западное побережье

Для изучения вертикальной стратификации гидробионтов отбор проб производился с разных горизонтов при помощи батометра Паталаса (объем 6 л). В литоральной зоне – это поверхностные и придонные слои, в глубоководной – также горизонты прозрачности и двойной прозрачности. При тотальном облове зоопланктона использовалась средняя сеть Джеди (конус из капронового сита диаметром ячеи 0,064 мм). Пробы фиксировались 4 % раствором формалина. Обработка материала проводилась по общепринятым гидробиологическим методам [4–6] под световыми микроскопами МБС-10 и «Nicon Eclipse E-200» (1000×). Биомасса фитопланктона определялась по объему отдельных клеток или колоний водорослей, при этом удельный вес принимался равным единице. Объемы водорослей приравнивали к объемам соответствующих геометрических фигур [6, 7]. Биомасса зоопланктонов вычислялась по уравнениям связи длины тела и сырой массы [8, 9]. Масса 1000 экземпляров половозрелых самок без яиц в оболочке *Holopedium gibberum* составила 240 мг. Классификация таксонов и синонимии каждой группы водорослей приведены по крупнейшему мировому альгологическому сайту AlgaeBase [10]. Для оценки планктонных сообществ применялись индексы разнообразия [11] и индикационные показатели зоопланктона [12]. Значение отдельных видов в формировании фитопланктона рассчитывалось по частоте встречаемости [13]. По качественному составу беспозвоночных оценивалась трофность озера [14].

Результаты и их обсуждение

В составе фитопланктона обнаружено 35 таксонов водорослей, рангом ниже рода, относящихся к 7 отделам (табл. 1, 2).

Т а б л и ц а 1
Таксономическая структура фитопланктона оз. Шебеты, июль 2016 г.

Отдел	Класс	Порядок	Семейство	Род	Вид	Вид, разнообразность, форма
Суанобактерия	1	1	2	2	2	2
Вацилларифита	2	6	6	9	12	14
Криптофита	1	1	1	1	1	1
Гетероконтфита	2	2	2	3	4	4
Харофита	2	2	4	4	2	5
Хлорофита	1	2	4	5	8	8
Мизозоа	1	1	1	1	1	1
Всего	10	15	20	25	30	35

Т а б л и ц а 2
Таксономический состав фитопланктона оз. Шебеты, июль 2016 г.

Таксон	Пелагиаль	Литораль
Суанобактерия		
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Nägeli 1849		+++
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau 1892		+
Вацилларифита		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844	+++	+
<i>Handmannia bodanica</i> (Eulenstein ex Grunow) Kociolek & Khursevich 2012		+
<i>Aulacoseira islandica</i> (Otto Müller) Simonsen 1979	+++	+
<i>A. italica</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979		++
<i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824	+++	+++
<i>D. vulgare</i> f. <i>producta</i> (Grunow) A. Kurz 1922	++	++
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières 1830	+	
<i>F. radians</i> (Kützing) D.M. Williams & Round 1987		+
<i>Fragilariforma constricta</i> (Ehrenberg) D.M. Williams & Round 1988		+
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing 1844	++	+++
<i>Gomphonema coronatum</i> Ehrenberg 1841		+
<i>G. olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson 1838		+
<i>G. sp.</i>		+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	+	
Криптофита		
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg 1832	+	
Гетероконтфита		
<i>Chrysochromis rufescens</i> Klebs 1892	++	++
<i>C. biporus</i> Skuja 1939	++	++
<i>Kephyrion doliolum</i> Conrad	+++	++
<i>Mallomonas caudata</i> Iwanoff [Ivanov] 1899	+	
Харофита		
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindák 1962	++	++
<i>Koliella sp.</i>		+
<i>Cosmarium pokornyanum</i> (Grunow) West & G.S. West 1900		+
<i>Spirogyra sp.</i>		+
Хлорофита		
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E. Hegewald in Buchheim et al. 2005	++	+
<i>Oocystis marssonii</i> Lemmermann 1898		+

Окончание табл. 2

<i>Crucigeniella irregularis</i> (Wille) P.M. Tsarenko & D.M. John in D.M. John & P.M. Tsarenko 2002	+++	++
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze 1898	+++	++
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová in Fott 1969	++	++
<i>M. griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová 1969	+++	+
<i>M. komarkovae</i> Nygaard 1979	+	
<i>Tetraëdron incus</i> (Teiling) G.M. Smith 1926	++	
Myxozoa		
<i>Peridinium</i> sp.	+++	+++

Примечание. Здесь и в табл. 4: «+++» – доминирующий вид, «++» – второстепенный, «+» – редкий, «-» – вид не встречен.

Более 40 % от общего состава фитопланктона сформировано диатомовыми водорослями, представленными в основном пеннатными формами, которые, вероятно, попадали в планктон из обрастаний и со дна озера. Заметно уступали им зелёные водоросли – 23 %. Примерно равное разнообразие присуще харовым и золотистым (по 14 и 11 % соответственно). Остальные отделы (цианобактерии, криптофитовые и динофитовые) представлены много беднее – 6; 3 и 3 % соответственно.

Среди диатомовых водорослей в толще воды чаще других встречались виды: *Diatoma vulgare*, *D. vulgare* f. *producta*, *Tabellaria flocculosa*, *Cyclotella meneghiniana* и *Aulacoseira islandica*. Частыми представителями среди зелёных водорослей являлись *Crucigenia tetrapedia*, *Crucigeniella irregularis*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Monoraphidium griffithii*, среди харовых – *Elakatothrix genevensis*, среди золотистых – *Chrysococcus rufescens*, *C. biporus*, *Kephyrion doliolum*. В составе отдела криптофитовых и динофитовых водорослей было обнаружено лишь по одному представителю. У криптофитовых – это *Cryptomonas ovata*, у динофитовых – *Peridinium* sp.

Эколого-географический анализ показал, что в зависимости от местообитания это преимущественно планктонные формы (около 40 % от общего числа видов). Фитогеографический анализ фитопланктона выявил, что 81 % являются космополитами. Остальные 20 % составляли альпийские и бореальные виды. Флора озера в основном представлена пресноводными видами – 88,9 % (из которых галофобы – 16,7 % и индифференты – 72,2 %) и пресноводно-солонатоводными видами (преимущественно галофилами) – 11,1 %. Из галофилов в планктоне озера

отмечались *Synechocystis aquatilis* и *Cryptomonas ovata*, из галофобов – золотистые водоросли *Chrysococcus rufescens* и *C. biporus*. Распределение видов по отношению к рН следующее: 58 % от общего числа форм водорослей являются индифферентами, 17 % – алкалифилами и 25 % – ацидофилами.

Наряду с низким видовым богатством количественное развитие фитопланктона также невелико. Значение средней численности фитопланктона по акватории озера изменялось от $30,36 \pm 7,9$ до $67,11 \pm 23,9$ тыс. кл./л, биомассы – $47,2 \pm 6,8$ до $317,7 \pm 197,5$ мг/м³ (рис. 2).

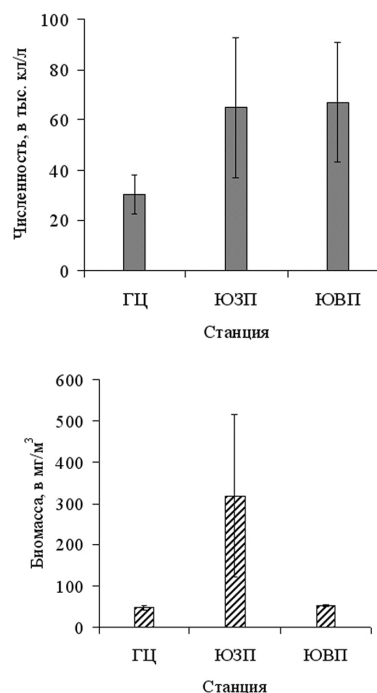


Рис. 2. Распределение средней численности и биомассы фитопланктона оз. Шибеты: ГЦ – геометрический центр; ЮЗП – юго-западное побережье; ЮВП – юго-восточное побережье

Основу численности фитопланктона составляли зелёные, диатомовые и золотистые водоросли. На долю Chlorophyta приходилось от 28 до 90 %, на долю Chrysophyta – от 10 до 55 %, на долю Bacillariophyta – от 10 до 90 % от общей численности. Биомасса создавалась преимущественно диатомеями (23–91 %) и динофлагеллятами (20–65 %), а также хризофитовыми (2–63 %) и зелёными (10–50 %) водорослями. Доминирующий комплекс представлен 8 таксонами. У диатомовых преобладали *Cyclotella meneghiniana*, *Tabellaria flocculosa* и *Aulacoseira islandica*, у зелёных – *Crucigeniella irregularis* и *Crucigenia tetrapedia*, у золотистых – *Kephyrion doliolum*, у цианобактерий – *Coelosphaerium kuetzingianum*, у динофитовых – *Peridinium* sp. Массовое развитие водорослей в озере не отмечалось.

Как показал анализ вертикального распределения водорослей в оз. Шибеты, наиболее активно водоросли развивались до глубины 10 м. Максимальные показатели численности (40–60 тыс. кл./л) на станции «Геометрический центр» отмечены в поверхностных слоях (0–2,5 м). В более низких горизонтах наблюдалось уменьшение количества фитопланктонных водорослей в 2 раза (23–26 тыс. кл./л). В придонном слое значение численности водорослей понижалось в 20 раз по сравнению с поверхностным горизонтом. Вертикальное распределение биомассы водорослей было несколько иным. До глубины 5 м ее значения составляли 45–63 мг/м³. Затем в слое воды 5 м она понижалась в 2–2,5 раза, а начиная с глубины 10 м возрастала до поверхностных величин. Это обусловлено сменой роли доминирующих отделов. В придонных слоях, как уже отмечалось выше, преобладали диатомовые и динофитовые водоросли, имеющие крупные размерные характеристики.

Станции прибрежий отличались более интенсивным развитием фитопланктона. Зарегистрированные здесь максимальные значения количе-

ственных характеристик водорослей были обусловлены вегетацией цианобактерий, зеленых и диатомовых водорослей. Состав фитопланктона был разнообразнее, а средняя численность и биомасса – в 2 раза выше, чем на центральной станции.

Значения индекса разнообразия (неоднородности) варьировали в пределах 1,58–2,14, индекса выравненности – 0,19–0,32, индекса доминирования – 0,33–0,47. Невысокие показатели индексов указывают на мезотрофный тип оз. Шибеты в дату исследования.

Видовой состав зоопланктона высокогорного водоема включал 35 видов из 11 отрядов, 16 семейств, 30 родов (табл. 3).

Т а б л и ц а 3
Таксономическая структура зоопланктона оз. Шибеты, июль 2002 и 2016 гг.

Таксоны	Rotifera	Cladocera	Copepoda	Всего
Класс	2	1	1	4
Отряд	4	4	3	11
Семейство	5	8	3	16
Род	8	16	6	30
Виды	9	19	7	35

Т а б л и ц а 4

Таксономический состав зоопланктона оз. Шибеты

Таксон	07.07.2002 г.		24.07.2016 г.	
	Пелагиаль	Литораль	Пелагиаль	Литораль
1	2	3	4	5
Rotifera				
<i>Conochilus unicornis</i> (Schrank, 1803)	++	+++	++	+++
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832		+		
<i>E. alata</i> Voronkov, 1911		+		
<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus, 1758)			+	
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+		+	
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	++	+	+	+
<i>Notholca squamula</i> (Muller, 1786)			+	+
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	++	+	+	+
<i>Collotheca</i> sp.	+	+		
Cladocera				
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach, 1855	+	+	+	+
<i>Sida crystallina</i> (Müller, 1776)	+	+		+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	+	+	+	+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (Müller, 1776)				+
<i>Simocephalus vetulus</i> (Müller, 1776)				+
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862				+
<i>Daphnia cristata</i> G.O. Sars, 1862			+	
<i>D. galeata</i> Sars, 1863	+			
<i>Bosmina longispina</i> Leydig, 1860	+	+	+	+
<i>Alonella excisa</i> (Fischer, 1854)				+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Muller, 1785)				+
<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)		+		
<i>A. costata</i> Sars, 1862				+
<i>Coronatella rectangula</i> Sars, 1862		+		+
<i>Acroperus harpae</i> Baird, 1843				+
<i>Eurycercus lamellatus</i> (Müller, 1785)				+

1	2	3	4	5
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761)	+	+	+	
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig, 1860			+	
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+			
Copepoda				
<i>Arctodiaptomus neithammeri</i> Mann	+		++	
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)				+
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)				+
<i>Cyclops abyssorum</i> (Sars, 1863)	+	+	+	+
<i>Acanthocyclops venustus</i> (Norman et Scott, 1906)				+
<i>A. capillatus</i> (Sars, 1863)				+
<i>Attheyella nordenskjoeldi</i> (Lilljeborg, 1902)				+

Наиболее часто встречающимися видами являлись среди коловраток: *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*; среди кладоцер: *Holopedium gibberum*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina longispina*; среди копепод – *Cyclops abyssorum* (табл. 4).

Коэффициент трофии ($E < 0,2$), определенный по качественному составу зоопланктона, соответствовал олиготрофному типу водоема. В зоогеографическом отношении состав животных планктона практически в равных частях представлен как космополитами (38 %), так и видами северного простириания (голаркты и палеаркты – по 31 %). По биотопической приуроченности преобладали виды, обитающие в пелагиали

(31 %), и эвритопные (28 %) виды. Высока доля фитофильных и бентических видов (19 и 13 % соответственно).

Общая численность зоопланктона в среднем равнялась $32,26 \pm 5,32$ тыс. экз./м³ в 2002 г. и $65,18 \pm 21,34$ тыс. экз./м³ в 2016 г., общая биомасса – соответственно $210,38 \pm 62,21$ и $462,86 \pm 131,57$ мг/м³. Наиболее плотные скопления коловраток (преимущественно *Conochilus unicornis*) и ветвистоусых рачков (*Sida crystallina*, *Scapholeberis mucronata*, *Simocephalus vetulus*, *Eurycerus lamellatus*, *Acroperus harpae*) отмечались в литоральной зоне; веслоногих ракообразных (обитателей холодноводных водоемов – *Arctodiaptomus neithammeri*, *Cyclops abyssorum*) – в пелагиали (рис. 3).

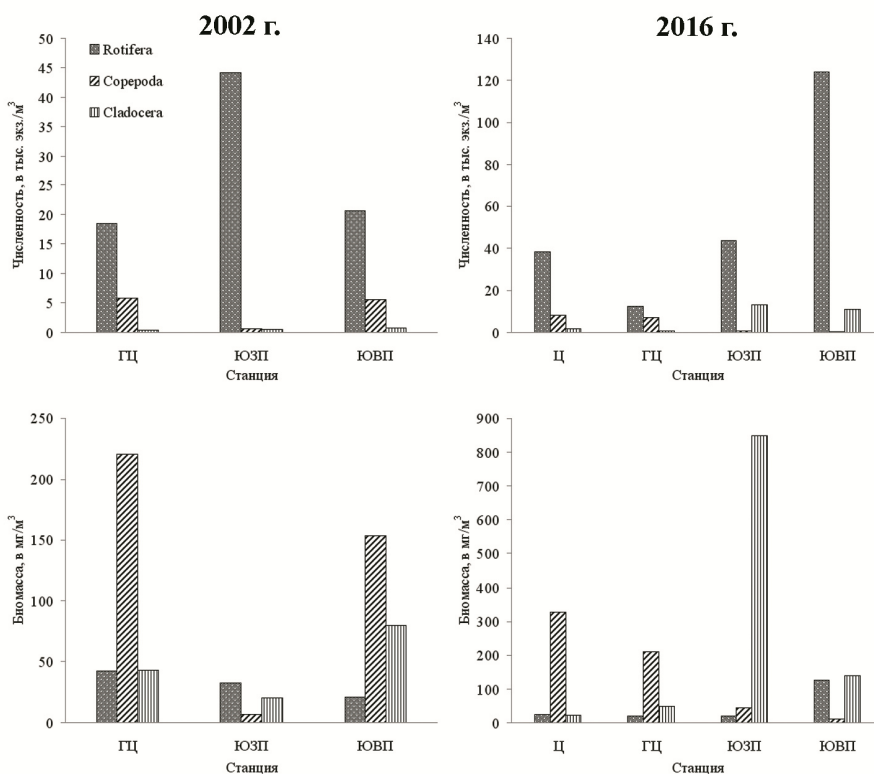


Рис. 3. Распределение численности и биомассы зоопланктона оз. Шебеты в 2002 г. и в 2016 г.: Ц – глубоинный центр; ГЦ – геометрический центр; ЮЗП – юго-западное побережье; ЮВП – юго-восточное побережье

Структурообразующими элементами зоопланктоценоза согласно функции рангового распределения относительного обилия видов (при нижней границе доминирования $\geq 5\%$) в 2002 г. являлись (в порядке убывания): *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Cyclops abyssorum*; в 2016 г. – *Conochilus unicornis*, *Arctodiaptomus neithammeri*, *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Cyclops abyssorum*.

В глубоководной зоне озера общая численность зоопланктеров по столбу воды мало изменялась (от 34,43 до 82,72 тыс. экз./м³). При этом с увеличением глубины количество веслоногих ракообразных увеличивалось, а численность коловраток уменьшалась. Высокие значения биомассы регистрировались в нижних горизонтах (848,21–1028,81 мг/м³) за счет присутствия циклопов в копепоидитной стадии. Приуроченность копепоид к наиболее темным слоям озера (ниже 10 м) является приспособлением для снижения выедания их рыбами [15], а также обусловлено особенностью их экологии (низкий температурный оптимум) [16]. Мелкие зоопланктонные организмы (*Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis*, *Kellicottia longispina*), менее поедаемые рыбой, предпочитали освещенные, богатые фитопланктоном, наиболее аэрированные верхние слои озера.

В заросшей водной растительности литорали основная плотность животных наблюдалась в придонном слое (884,89 тыс. экз./м³ и 6781,45 мг/м³). Здесь встречались представители фитофильного и бентического комплексов: крупные особи *E. lamellatus* (до 2,4 мм), *Sida crystallina*, *Simocephalus vetulus*, *Macrocyclus albidus*, *Acantocyclops capillatus* и др.

Согласно полученным индикационным показателям и индексам разнообразия, оз. Шебеты по состоянию летнего зоопланктона относится ближе к мезотрофному типу водоемов. Средние значения индексов разнообразия в 2002 и 2016 гг. соответствовали: Шеннона-Уивера – 2,10 и 1,61 бит/экз., Пиелу – 0,60 и 0,47, Бергера-Паркера – 0,53 и 0,37 бит/экз. Индикационные показатели (V_{Crust}/V_{Rot} , V_{Cycl}/V_{Cal} , N_{Clad}/N_{Cop}) в среднем равнялись 4,85 и 17,29; 0,87 и 0,03; 0,39 и 16,89 соответственно.

Следует отметить, что такие характеристики, как невысокое видовое богатство летнего фитопланктона; доминирование мелкоразмерного планктона (зеленые, диатомовые и хризодитовые водоросли, ротатории и ювенильные стадии веслоногих ракообразных), обуславливающие низкие значения биомассы, являются общими для большинства глубоководных горных водоемов [17–24].

Выводы

Планктонная флора и фауна высокогорного оз. Шебеты включала по 35 таксонов рангом ниже рода. Основу видового состава формировали пелагофильные и эврибионтные представители, имеющие широкое географическое распространение. Прибрежные участки озера отличались качественно богатым и количественно обильным развитием планктонных водорослей и беспозвоночных. Здесь в большей мере развивался литорально-фитофильный планктоценоз. Согласно вертикальной стратификации, в верхних горизонтах воды преобладал мелкоразмерный планктон (синезеленые и зеленые водоросли, коловратки и ювенильные стадии веслоногих ракообразных), в нижних – виды с крупными размерными характеристиками и низким температурным оптимумом (диатомовые, золотистые, динофитовые водоросли и половозрелые особи циклопов и диаптомоусов).

Работа выполнена в рамках проекта ФНИ IX. 137.1.1. при финансовой поддержке администрации национального парка «Чикой» (Договор № 386-06/16).

Литература

1. Strecker A.L., Cobb T.P., Vinebrooke R.D. Effects of experimental greenhouse warming on phytoplankton and zooplankton communities in fishless alpine pond // *Limnol. Oceanogr.* 2004. № 49. P. 1182–1190.
2. Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Каган Л.Я. Горные озера как маркеры загрязнения воздуха // *Водные ресурсы.* 1997. Т. 24, № 5. С. 600–608.
3. Остроумов С.А. Гидробионты как фактор регуляции потока вещества и миграции элементов в водных экосистемах // *Известия Самарского научного центра РАН.* 2003. Т. 5, № 2. С. 249–255.
4. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 658 с.
5. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях.* Л.: ГосНИОРХ, 1982. 28 с.
6. Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. М.: Изд-во «Университет и школа», 2003. 157 с.
7. *Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем.* СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 534 с.
8. Балушкина Е.Б., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // *Общие основы изучения водных экосистем.* Л.: Наука, 1979. С. 169–172.
9. Ruttner-Kolisko A. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers // *Arch. Hydrobiol.*

Beih. Ergebn. Limnol. Stuttgart, 1977. Bd 8. S. 71–76.

10. *Guiry M.D., Guiry G.M.* 2016. AlgaeBase. Retrieved July 10, 2010; from <http://www.algaebase.org>.

11. *Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 198 с.

12. *Андроникова И.Н.* Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 190 с.

13. *Кожова О.М.* Формирование фитопланктона Братского водохранилища // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. М.: Наука, 1970. С. 26–160.

14. *Мяэметс Ф.Х.* Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. С. 54–64.

15. *Gliwicz Z.M., Rowan M.G.* Survival of *Cyclops abyssorum taticus* (Copepoda, Crustacea) in alpine lakes stocked with planktivorous fish // Limnol. Oceanogr. 1984. V. 29, № 6. P. 1290–1299.

16. *Вецлер Н.М.* Структурные особенности и динамика зоопланктонного сообщества в пелагиали озера Дальнее (Камчатка): Автореф. дис. ... к.б.н. Борок, 2009. 25 с.

17. *Рожкова Н.А., Кравцова Л.С., Бондаренко Н.А. и др.* Биоразнообразие высокогорных озер северного Забайкалья // Озера холодных регионов: Материалы Международной конференции. Якутск: Изд-во ЯГУ, 2000. Т. 3. С. 152–163.

18. *Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Гаврилов А.Л., Мельниченко И.П., Степанов Л.Н., Ярушина М.И.* Биоресурсы водных экосистем Полярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 168 с.

19. *Матвеев А.Н., Самусенок В.П., Юрьев А.Л. и др.* Гидробиологическая характеристика оз. Большой Намаракит (Северное Забайкалье) // Известия ИГУ. Сер. Биология. Экология. 2008. Т. 1. № 1, С. 99–107.

20. *Бондаренко Н.А.* Экология и таксономическое разнообразие планктонных водорослей в озерах горных областей Восточной Сибири: Автореф. дис. ... д.б.н. Борок, 2009. 46 с.

21. *Глуценко Л.А., Дубовская О.П., Иванова Е.А., Шулепина С.П., Зуева И.В., Агеева А.В.* Гидробиологический очерк некоторых озер горного хребта Ергаки (Западный Саян) // Журнал СФУ. Биология. 2009. Т. 2, № 3. С. 355–378.

22. *Ракыбаева А.А., Жантасова А.С., Баймуханов М.Т.* К оценке современного состояния зоопланктона озера Маркаколь // ҚазҰУ Хабаршысы. Биология сериясы. 2011. № 4. С. 98–102.

23. *Кривенкова И.Ф.* Зоопланктон в озерах Большое и Малое Леприндо // Ученые записки ЗабГУ. 2016. Т. 11, № 1. С. 81–85.

24. *Krupa E.G., Varinova S.S.* Environmental variables regulating the phytoplankton structure in high mountain lakes // Res. J. Pharm., Biol. Chemical Sci. 2016. V. 7, iss. 4. P. 1251–1261.

Поступила в редакцию 22.11.2016