

УДК 574.58

## СОВРЕМЕННЫЙ ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕРА КЕНОН (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Е.Ю. Афонина<sup>1</sup>, Н.А. Ташлыкова<sup>2</sup>, Б.Б. Базарова<sup>3</sup>

Представлены сведения по видовому составу и структуре сообществ фитопланктона, высшей водной растительности и зоопланктона оз. Кенон по результатам исследований 2010–2015 гг. Биоразнообразие гидробионтов озера слагалось из 110 разновидностей и форм водорослей, 28 видов водных растений и 52 вида планктонных беспозвоночных. Согласно эколого-географической характеристике, в составе водорослей и беспозвоночных планктона преобладали широко распространенные, планктонные, пресноводные виды. Среди гидрофитов наиболее развиты сообщества гелофитов и гидатофитов.

**Ключевые слова:** фитопланктон, высшая водная растительность, зоопланктон, озеро Кенон.

Водные объекты – важная составляющая современной городской среды. Они выполняют разнообразные хозяйственные функции, а также имеют большое природоохранное, эстетическое и рекреационное значение. Примером городского водоема служит оз. Кенон, расположенное в черте краевого центра (г. Чита, Забайкальский край). Водосборный бассейн озера расположен в междуречье р. Ингода и левого притока р. Чита. Площадь водосбора 227 км<sup>2</sup>, площадь зеркала 16,2 км<sup>2</sup> при длине 5,7 км и средней ширине 2,8 км. При глубине до 6,8 м (средняя 4,4 м) среднемноголетний объем пресной воды достигает 86 млн м<sup>3</sup>.

С 1967 г. озеро эксплуатируется в качестве водоема-охладителя Читинской ТЭЦ-1. К озеру примыкают селитебные и промышленные зоны города, транспортные коммуникации, сельскохозяйственные земли. Озеро окружено автомобильными дорогами. Вдоль его южного берега проходит транссибирская железнодорожная магистраль. Озеро испытывает значительную антропогенную нагрузку, поэтому необходимо обеспечивать постоянный экологический контроль по оценке состояния компонентов экосистемы. Комплексные гидробиологические исследования оз. Кенон проводились в 1969–1971 гг. (Термический режим..., 1972) и 1985–1988 гг. (Экология..., 1998). Настоящая работа посвящена характеристике видового состава и структуры сообществ

водной растительности и планктонных водорослей и беспозвоночных оз. Кенон по результатам исследований 2010–2015 гг.

### Материал и методы

Гидробиологические исследования оз. Кенон проводили на 5 станциях (рис. 1): 1 – устье р. Кадалинка (глубина 2,0–3,0 м, сток с водосборной площади); 2 – ТЭЦ (3,5–4,0 м, сброс подогретых вод); 3 – центр (4,5–5,0 м, фоновая зона); 4 – камвольно-суконный комбинат (2,0–3,0 м, городская инфраструктура, рекреационная зона); 5 – нефтебаза (3,5–4,0 м, промышленная зона).

Исследования гидрофитов проводили методом маршрутной съемки, охватывающей весь периметр, а также по профилям, проходящим через центральную часть озера. При описании растительности использовали шкалу обилия Друда. Для изучения водорослей планктона отбирали пробы объемом 0,5 л послойно при помощи батометра Паталаса (Кузьмин, 1975; Садчиков, 2003). Пробы зоопланктона собирали тотально сетью Джели с диаметром входного отверстия 25 см (конус из капронового сита диаметром ячеек 0,064 мм). Обработку полевого материала проводили по стандартным гидробиологическим методам (Киселев, 1969; Кожова и др., 1978; Катанская, 1981; Методические рекомендации..., 1982).

Для оценки структуры и разнообразия планктонных сообществ применяли индексы (Мэгар-

<sup>1</sup> Афонина Екатерина Юрьевна – науч. сотр. Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН, канд. биол. наук (kataf@mail.ru); <sup>2</sup> Ташлыкова Наталия Александровна – науч. сотр. Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН, канд. биол. наук (nattash2005@yandex.ru); <sup>3</sup> Базарова Бальжит Батоевна – ст. науч. сотр. Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН, канд. биол. наук (balgit@yandex.ru).



Рис. 1. Картограмма расположения станций отбора проб

ран, 1992): видового разнообразия Шеннона–Уивера по доле видов в суммарной численности (1), доминирования Симпсона (2) и выравненности Пиелу (3).

$$H = -\sum_{i=1}^k P_i \cdot \log_2 P_i, \quad (1)$$

где  $P_i = (N_i/N)$ ,  $P_i$  – доля особей  $i$ -го вида,  $N_i$  и  $N$  – численность  $i$ -го вида и суммарная численность.

$$D_s = \sum (n_i(n_i - 1)/N(N - 1)), \quad (2)$$

где  $n_i$  – число особей  $i$ -го вида.

$$e = H/\ln S, \quad (3)$$

где  $H$  – индекс Шеннона–Уивера.

В целях выявления структурообразующих видов зоопланктона рассматривали функцию рангового распределения относительного обилия видов (Федоров, Гильманов, 1980):

$$O = n_i/N \times 100. \quad (4)$$

Значение отдельных видов в формировании сообщества оценивали по его встречаемости  $pF$  (отношение числа проб, в которых найден вид к общему числу проб) (Кожова, 1970). При  $pF > 50\%$  вид определяется как константный, при  $pF = 20\text{--}50\%$  – как второстепенный, при  $pF < 20\%$  – как случайный.

Порядок доминирования рассчитывали по формуле:

$$D_i = DF/pF \times 100, \quad (5)$$

где  $DF$  – частота доминирования (отношение числа проб, в котором вид доминировал к общему числу проб).

### Результаты и их обсуждение

В составе водорослей планктона обнаружены 110 разновидностей и форм, относящихся к 6 отделам (табл. 1). В составе фитопланктона на долю зеленых водорослей приходится 43% от всех обнаруженных видов. Второе место по разнообразию принадлежит планктонным диатомовым (39%). Синезеленые водоросли занимают третье место (немногим более 7%). Остальные группы водорослей включают не более 5 видов. Отметим, что в составе водорослей планктона на протяжении всего периода исследований встречались преимущественно одиночные мелкоклеточные виды. Их размеры не превышали 20 мкм. Это большинство хлорококковых водорослей (5–15 мкм). Среди колониальных видов были выявлены лишь *Asterionella formosa*, *Snowella lacustris*, *Scenedesmus quadricauda*, виды рода *Gloeocapsa* и *Gloeocapsopsis*. К крупноклеточным видам можно отнести *Ceratium hirundinella* (150–200 мкм).

Т а б л и ц а 1

**Видовой состав и встречаемость водорослей оз. Кенон (2010–2015 гг.)**

Таксон	Встречаемость, %						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	среднее
Cyanobacteria (Cyanoprokaryota)							
<i>Gloeocapsopsis magma</i> (Brébisson) Komárek & Anagnostidis ex Komárek 1993	0	15,4	2,3	0	100	0	23,5
<i>Gloeocapsa</i> sp.	0	0	0	0	18,2	6,9	5
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák 1988	84,2	40,4	14	13,6	100	13,8	53,2
<i>Dolichospermum spiroides</i> (Klebhan) Wacklin, L. Hoffmann & Komárek 2009	10,5	0	0	0	9,1	0	3,9
<i>Oscillatoria limosa</i> C. Agardh ex Gomont 1892	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>O. planctonica</i> Woloszynska 1931	0	0	7,0	0	0	0	1,4
<i>Jaaginema geminatum</i> (Schwabe ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	10,5	0	11,6	4,5	0	0	5,3
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing 1845	0	0	7	0	0	0	1,4
<i>M. tenuissima</i> Lemmermann 1898	0	0	4,7	0	0	0	0,9
<i>M. punctata</i> Meyen 1839	0	0	4,7	0	0	0	0,9
Chrysophyta							
<i>Chrysococcus rufescens</i> Klebs 1892	5,3	0	14,0	4,5	9,1	13,8	9,3
<i>C. biporus</i> Skuja 1939	0	0	7	0	9,1	0	3,2
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg 1834	10,5	0	0	0	0	0	2,1
<i>D. divergens</i> O.E. Imhof 1887	36,8	0	0	0	0	0	7,4
<i>Pseudokephyrion conicum</i> Schiller 1929	0	0	4,7	0	0	6,9	2,3
Bacillariophyta							
<i>Handmannia comta</i> (Ehrenberg) Kociolek & Khursevich 2012	52,6	82,7	46,5	0	90,9	48,3	64,2
<i>Melosira varians</i> C. Agardh 1948	5,3	1,9	4,7	0	0	0	2,4
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen 1979	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>A.</i> sp.	10,5	0	2,3	0	9,1	0	4,4
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton 1869	0	3,8	9,3	0	0	10,3	4,7
<i>F. capucina</i> Desmazières 1830	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>Synedra acus</i> subsp. <i>radians</i> (Kützing) Skabichevskii 1957	36,8	13,5	25,6	27,3	0	17,2	24,1
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D.M. Williams & Round 1986	0	15,4	0	0	9,1	10,3	7
<i>Asterionella formosa</i> Hassall 1850	47,4	26,9	72,1	40,9	63,6	13,8	52,9
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh 1831	0	3,8	4,7	4,5	0	10,3	4,7
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M. Patrick in R.M. Patrick & L.R. Freese 1961	0	1,9	0	0	0	0	0,4

Продолжение табл. 1

Таксон	Встречаемость, %						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	среднее
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère in Jahn <i>et al.</i> 2001	5,3	13,5	7	13,6	0	6,9	9,2
<i>Diatoma vulgare</i> Bory 1824	10,5	0	4,7	9,1	0	6,9	6,2
<i>D. elongata</i> (Lyngbye) C. Agardh 1824	15,8	0	0	0	0	0	3,2
<i>D. tenuis</i> C. Agardh	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski 1996	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>Navicula</i> sp.1	0	3,8	11,6	0	18,2	24,1	11,6
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst 1954	5,3	1,9	2,3	4,5	0	10,3	4,9
<i>Pinnularia</i> sp.	0	3,8	0	0	0	0	0,8
<i>Neidium</i> sp.	5,3	0	0	0	0	0	1,1
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg 1838	47,4	63,5	2,3	9,1	63,6	0	37,2
<i>C. placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) P. Cleve 1885	0	0	11,6	13,6	63,6	44,8	26,7
<i>C. pediculus</i> Ehrenberg 1838	0	0	11,6	0	0	0	2,3
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck 1880	15,8	0	11,6	0	0	0	5,5
<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg 1843	0	0	4,7	0	0	0	0,9
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot 1980	15,8	1,9	9,3	0	0	0	5,4
<i>Cymbella affinis</i> Kützing 1844	10,5	0,0	11,6	0	0	0	4,4
<i>C.</i> sp.1	5,3	15,4	4,7	4,5	0	6,9	7,3
<i>C.</i> sp.2	5,3	0	0	0	0	0	1,1
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing 1844	5,3	32,7	0	13,6	0	6,9	11,7
<i>A. libyca</i> Ehrenberg 1841	0	0	11,6	0	0	0	2,3
<i>A.</i> sp.	21,1	1,9	4,7	0	9,1	0	7,3
<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) Mart. Schmidt in A. Schmidt 1899	10,5	25,0	2,3	0	0	0	7,6
<i>Gomphonema coronatum</i> Ehrenberg 1841	0	0	7,0	0	0	0	1,4
<i>G. olivaceum</i> var. <i>minutissima</i> f. Hustedt 1930	15,8	0	9,3	0	0	6,9	6,4
<i>G. constrictum</i> var. <i>capitatum</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>Epithemia sorex</i> Kützing 1844	21,1	51,9	14	0	9,1	13,8	22,0
<i>Nitzschia graciliformis</i> Lange-Bertalot et Simonsen emend. Genkal et Popovskaya 1978	21,1	0	9,3	0	0	0	6,1
<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst 1860	5,3	0	0	0	0	0	1,1
<i>N. sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith 1853	0	0	2,3	0	0	6,9	1,8
<i>N. gracilis</i> var. <i>minor</i> Skabitsch.	52,6	0	4,7	0	0	0	11,5

Продолжение табл. 1

Таксон	Встречаемость, %						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	среднее
<i>N. sp.</i>	21,1	26,9	0	0	0	6,9	11,0
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Otto Müller 1895	0	0	7	0	0	0	1,4
<i>Surirella capronii</i> Brébisson & Kitton in Kitton 1869	5,3	1,9	0	0	0	3,4	2,1
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith 1851	5,3	0	2,3	0	0	0	1,5
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing 1844	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>Tabularia fasciculata</i> (C. Agardh) D.M. Williams & Round 1986	0	0	4,7	0	0	0	0,9
Dinophyta							
<i>Peridinium sp.</i>	63,2	59,6	32,6	36,4	0	55,2	49,4
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin 1841	36,8	23,1	25,6	4,5	63,6	31	36,9
Cryptophyta							
<i>Chroomonas acuta</i> Utermöhl 1925	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja 1948	0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>C. obovata</i> Skuja 1948	0	0	2,3	0	0	0	0,5
Chlorophyta (Chlorococcales)							
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen 1829	10,5	0	0	0	0	0	2,1
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E. Hegewald in Buchheim <i>et al.</i> 2005	15,8	25,0	16,3	13,6	9,1	10,3	18,0
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E. Hegewald in Buchheim <i>et al.</i> 2005	0	0	7	9,1	0	0	3,2
<i>Tetraëdron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg 1888	89,5	80,8	55,8	13,6	81,8	51,7	74,6
<i>Chlorotetraëdron incus</i> (Teiling) Komárek & Kovácik 1985	0	0	4,7	18,2	0	0	4,6
<i>Lagerheimia genevensis</i> (Chodat) Chodat 1895	26,3	25	7	0	54,5	20,7	26,7
<i>L. longiseta</i> (Lemmermann) Printz 1914	5,3	1,9	0	0	0	0	1,4
<i>L. subsalsa</i> Lemmermann 1898	5,3	0	0	0	0	0	1,1
<i>L. ciliata</i> (Lagerheim) Chodat 1895	10,5	3,8	0	0	0	0	2,9
<i>L. wratislaviensis</i> Schröder 1897	10,5	0	4,7	0	0	0	3,0
<i>Oocystis parva</i> West & G.S. West 1898	0	3,8	0	0	0	0	0,8
<i>O. marssonii</i> Lemmermann 1898	31,6	1,9	9,3	0	45,5	0	17,7
<i>O. submarina</i> Lagerheim 1886	36,8	7,7	0	0	100	0	28,9
<i>O. solitaria</i> Wittrock in Wittrock & Nordstedt 1879	0	36,5	2,3	0	0	6,9	9,2
<i>Nephrochlamys sp.</i>	5,3	0	0	0	0	0	1,1
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard 1979	21,1	0	0	0	0	10,3	6,3
<i>M. tortile</i> (West & G.S. West) Komárková-Legnerová 1969	0	3,8	0	0	0	0	0,8

Окончание табл. 1

Таксон		Встречаемость, %						среднее
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	
<i>M. arcuatum</i> (Korshikov) Hindák 1970		0	0	2,3	0	0	0	0,5
<i>M. minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová 1969		31,6	0	25,6	0	0	17,2	14,9
<i>M. contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová in Fott 1969		0	0	4,7	0	0	0	0,9
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda 1838		0	3,8	2,3	0	0	0	1,2
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A. Braun 1855		10,5	5,8	0	0	0	0	3,3
<i>C. pseudomicroporum</i> Korshikov 1953		5,3	0	0	0	0	0	1,1
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hindák 1977		0	17,3	2,3	0	9,1	6,9	7,1
<i>Acutodesmus acutiformis</i> (Schröder) Tsarenko & D.M. John 2011		10,5	0	9,3	0	0	0	4
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen 1829		36,8	9,6	0	0	0	10,3	11,4
<i>S. obtusus</i> f. <i>disciformis</i> (Chodat) Compère 1977		42,1	11,5	0	0	0	0	10,7
<i>S. arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann 1899		31,6	0	0	0	54,5	0	17,2
<i>S. quadricauda</i> Chodat 1926		52,6	25	55,8	0	36,4	10,3	36
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M. Tsarenko 2000		5,3	9,6	0	0	0	0	3
<i>D. microspina</i> (Chodat) Tsarenko 2000		10,5	0	0	0	0	0	2,1
Chlorophyta (Volvocales)								
<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W. Snow 1903		15,8	19,2	11,6	0	0	20,7	13,5
<i>C. incerta</i> Pascher 1927		5,3	0	0	0	0	0	1,1
Chlorophyta (Ulotrichales)								
<i>Koliella planctonica</i> Hindák		10,5	0	0	0	0	0	2,1
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindák 1962		0	11,5	9,3	9,1	0	20,7	10,1
Chlorophyta (Desmidiiales)								
<i>Closterium leibleinii</i> Kützing ex Ralfs 1848		0	1,9	0	0	9,1	0	2,2
<i>C. sp.</i>		36,8	0	2,3	4,5	0	0,0	8,7
<i>Cosmarium sp.</i>		0	1,9	2,3	0	0	3,4	1,5
<i>Staurastrum sp.</i>		31,6	30,8	27,9	13,6	45,5	13,8	32,6
Число видов, разновидностей и форм водорослей	Цyanobacteria (Cyanoprokaryota)	3	2	8	2	4	2	
	Chrysophyta	3	0	2	1	2	2	
	Bacillariophyta	28	21	40	11	9	18	
	Dinophyta	2	2	2	2	1	2	
	Cryptophyta	0	0	3	0	0	0	
	Chlorophyta	27	22	20	7	10	13	
	Всего	63	47	75	23	26	37	

Эколого-географический анализ по общепринятым характерным показателям (местообитанию, распространению, галобности, по отношению к рН) позволил выявить преобладание планктонных и планктонно-бентосных форм водорослей (84%). Доля бентосных водорослей составляла 16%, а доля видов, приуроченных к стоячим водам, и индифферентов по отношению к подвижности водных масс и обогащенности их кислородом – 45%. Интересно, что на долю реофильных видов приходилось 55%, что обусловлено их попаданием из рек Кадалинка и Ингода.

По отношению к солености вод в планктоне преобладали водоросли олигогалобы: индифференты-олигогалобы составляли 87%, галофилы-олигогалобы – 89%, галлофобы-олигогалобы – 4%. По отношению к активной реакции среды в фитопланктоне значительна доля индифферентов (44%) и алкалофилов (44%). Значение алкалобионтов невелико – 12%. Ацидофилы и ацидобионты отсутствовали.

По географической принадлежности основу фитопланктона составляли космополиты (87%). На долю голарктического географического царства приходилось около 10%. Арктоальпийские организмы составляли 3%.

В течение 2010–2015 гг. максимальную численность фитопланктона регистрировали в августе 2011 г. на ст. Центр (1023,4 млн кл./м<sup>3</sup>), биомасса фитопланктона в августе 2010 г. на ст. Центр составляла 2937,4 г/м<sup>3</sup>. Минимальные количественные показатели приходились на подледный период 2013 г. (0,4 млн кл./м<sup>3</sup> и 0,2 мг/м<sup>3</sup>) (рис. 2). Значения численности у зеленых водорослей изменялись от 20 до 400 млн кл./м<sup>3</sup>, у диатомей – от 10 до 350 млн кл./м<sup>3</sup>, у синезеленых – от 10 до 100 млн кл./м<sup>3</sup>, у золотистых – от 20 до 50 млн кл./м<sup>3</sup>, у динофитовых – от 1 до 30 млн кл./м<sup>3</sup>.

Лидирующее положение среди зеленых занимают мелкие хлорокковые водоросли. К массовым видам (более 50% от общей численности) можно отнести *Tetraëdron minimum*, *Tetrastrum komarekii*, *Scenedesmus quadricauda*, виды родов *Oocystis* и *Chlamydomonas*. Часто отмечались *Scenedesmus obtusus*, *S. arcuatus*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Lagerheimia genevensis*. Среди диатомовых водорослей (доминирующей группы на протяжении большей части года) к массовым видам можно отнести *Asterionella formosa*, *Handmania comta*, *Synedra acus* subsp. *radians*, *Cocconeis placentula*. Среди синезеленых, встречающихся преимущественно в летний период, преобладают *Snowella*

*lacustris*, *Gloeocapsopsis magma*, *Gloeocapsa* sp. Золотистые водоросли вегетируют преимущественно в подледный период с наибольшим обилием *Chrysococcus rufescens*. У динофитовых водорослей в летний период развиваются *Peridinium* sp. и *Ceratium hirundinella*.

Индекс разнообразия Шеннона–Уивера изменялся от 0,7–1,6 бит (КСК и устье р. Кадалинка) до 2–3,2 бит (Нефтебаза).

Во флоре оз. Кенон зарегистрированы 28 видов растений из 18 семейств и 22 родов: *Marchantia polymorpha* L., *Chara tomentosa* L., *Ch. fischeri* Mig., *Ch. aspera* Milld., *Nitella flexilis* var. *fryeri* Cg. Et., *Equisetum palustre* Ehrh., *Potamogeton perfoliatus* L., *P. crispus* L., *P. pectinatus* L., *Potamogeton* sp., *Zannichelia* sp., *Sagittaria natans* Pallas, *Butomus umbellatus* L., *Elodea canadensis* Michx., *Becmannia* sp., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scolochoa festucacae* (Wild.) Link, *Scirpus tabernaemontani* C.C. Gmel., *Bolboschoenus planiculmis* (Fr. Schidt) Egor, *Eleocharis acicularis* (L.) Roem. et Schult, *E. palustris* (L.) R. Br., *Lemna trisulca* L., *L. minor* L. *Juncus bufonius* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach., *Hippuris vulgaris* L., *Myriophyllum sibiricum* Kom. Впервые для озера обнаружены печеночник *M. polymorpha*, произрастающий под пологом зарослей *Ph. australis* и *Zannichelia* sp., отмеченная на мелководье западного побережья.

Среди гидрофитов широко распространены сообщества гелофитов и гидатофитов, а нейстофиты практически не встречаются. Гелофиты *Ph. australis* и *Sc. tabernaemontani* произрастают вдоль западного и северного побережий озера. На южном берегу они формировали куртины разной плотности (рис. 3).

По разнообразию и площади зарастания преобладают сообщества погруженной растительности. На северо-западном участке оз. Кенон произрастают сообщества *M. sibiricum* с сильными обрастаниями нитчатых водорослей. На илистых грунтах присутствуют сообщества *P. crispus*, *M. sibiricum*, на которых формируются скопления *Cladophora fracta*. Встречались также группировки *B. circinatum* и *Potamogeton* sp. На участках с песчаными грунтами (глубина 0,5–2,0 м) отмечены плотные сообщества *Ch. fragilis*, которые по мере нарастания глубины (до 3,5–4,0 м) сменяются на группировки *N. flexilis*. В 2010–2012 гг. на западном побережье произрастали плотные сообщества *E. canadensis*, которые с 2013 г. стали постепенно исчезать, и к 2015 г. чистые сообщества элодеи не наблюдались. На юго-западном участке озера (глубины 0,1–

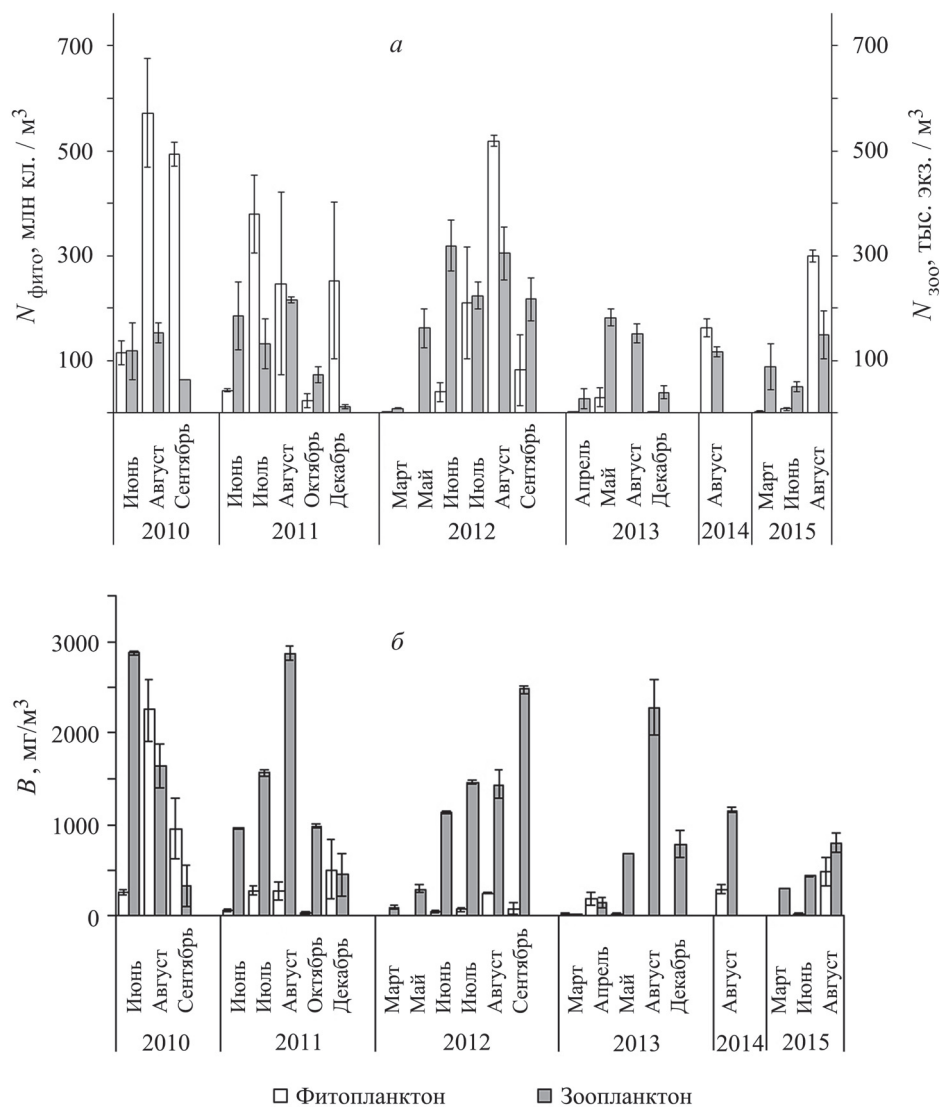


Рис. 2. Изменение численности и биомассы фито- и зоопланктона оз. Кенон в 2010–2015 гг.

2,5 м) сплошным ковром произрастает *Ch. tomentosa*. На глубинах 0,5–1,0 м встречаются пятна *S. natans*, *P. crispus*, далее по глубине – сообщества *M. sibiricum* и *P. vaginatus*. В 2010–2014 гг. отмечались очень плотные заросли *E. canadensis*, а в августе 2015 г. элодея встречалась только в качестве сопутствующего вида. *Potamogeton* sp., широко расселившийся в последний год исследования, формировал плотные монодоминантные сообщества на глубине от трех и более метров и занимал западный и центральный сектора озера. В центральной части озера формировались сообщества *Potamogeton* sp. + *M. sibiricum* + *E. canadensis*.

Восточное и южное побережья с песчаными грунтами были заняты зарослями харовых водорослей. Сообщество последних являлось в озере доминирующим и произрастало от уреза воды до глубины 4,0 м.

Современный видовой состав зоопланктона оз. Кенон включает 56 видов из 10 отрядов, 21 семейства, 48 родов (табл. 2). Из них к Rotifera относятся 23 вида (41% от общего числа), к Cladocera – 20 (36%), к Copepoda – 13 (23%). В планктоне также встречаются представители отрядов Bdelloidea и Harpacticoida. Общее число видов изменялось от 32 до 43.

Разнообразие экологических условий обитания зоопланктона определили гетерогенный характер фауны. В зоогеографическом отношении таксономический состав фауны планктона представлен преимущественно видами с широким ареалом, где равными частями отмечены космополиты и голаркты (по 39%), к палеарктам относятся 22%. По биотопической приуроченности преобладают эврибионтные виды (43%), вдвое меньше планктонных (22%) и литоральных (20%) форм, доля бентических и фитофильных состав-

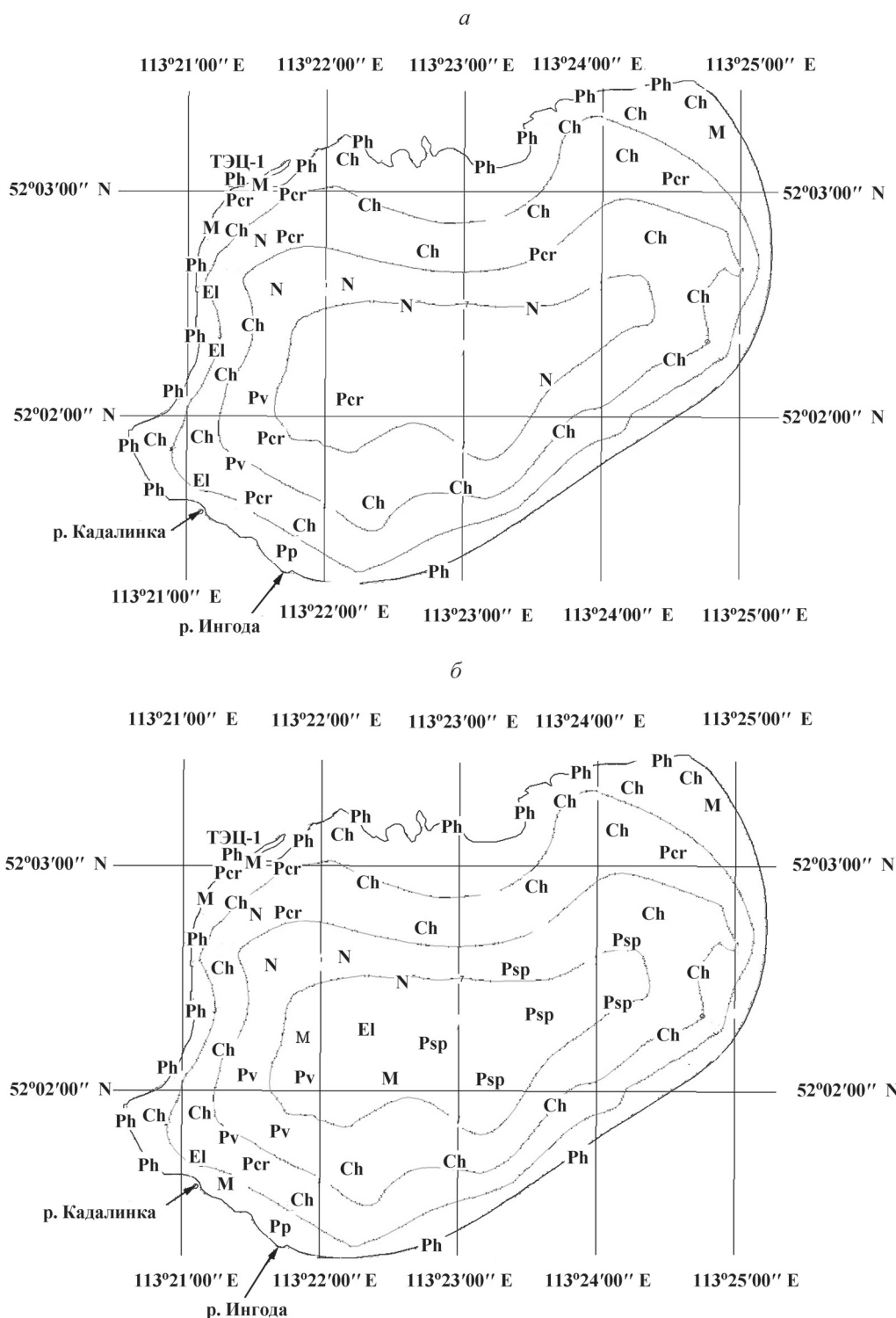


Рис. 3. Картограмма зарастания оз. Кенон в 2010–2014 гг. (а) и 2015 г. (б).  
 Условные обозначения: Ph – *Ph. australis*; Ch – *Characeae*; N – *Nitella*; Pcr – *P. crispus*; Pp – *P. perfoliatus*;  
 Pv – *P. vaginatus*; Psp – *Potamogeton* sp.; M – *M. sibiricum*; El – *E. canadensis*

ляет 11 и 4% соответственно. В трофической структуре зоопланктона доминируют фильтраторы (47%) и собиратели (38%), на долю хищников приходится 15%. По способу передвижения преобладают факультативные и истинные планктеры

(48 и 46%). Виды, ведущие прикрепленный образ жизни, составляют 6%.

Согласно частоте встречаемости, к константным видам зоопланктона можно отнести (в порядке убывания *pF*): *B. longirostris*,

Т а б л и ц а 2

## Видовой состав и встречаемость зоопланктона оз. Кенон (2010–2015 гг.)

Таксон	Встречаемость, %					
	2010	2011	2012	2013	2015	среднее
Rotifera						
<i>Notommata</i> sp.	6,7	4,3	6,5	0	0	3,5
<i>Trichocerca multicroinis</i> (Kellicott, 1897)*	0	0	0	5,9	0	1,2
<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831	26,7	30,4	23,9	35,3	40	31,3
<i>S. stylata</i> Wierzejski, 1893	0	0	28,3	58,8	33,3	24,1
<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	46,7	52,2	60,9	58,8	33,3	43,7
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	0	0	4,3	0	6,7	2,2
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	100	82,6	69,6	64,7	46,7	72,7
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	0	8,7	6,5	0	6,7	4,4
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	0	4,3	6,5	23,5	6,7	8,2
<i>E. lyra</i> Hudson, 1886	0	0	0	0	6,7	1,3
<i>E. meneta</i> Myers, 1930*	0	0	4,3	0	0	0,9
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	33,3	26,1	32,6	64,7	33,3	38,0
<i>K. quadrata</i> (Müller, 1786)	73,3	73,9	67,4	82,4	100	79,4
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	13,3	4,3	0	0	0	3,5
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	0	0	6,5	17,6	6,7	6,2
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	0	0	4,3	11,8	0	3,2
<i>T. pocillum</i> (Müller, 1776)	0	13	0	0	0	2,6
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)*	0	4,3	2,2	0	0	1,3
<i>Conochilus unicornis</i> Rousset, 1892	40	56,5	23,9	29,4	26,7	35,3
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	33,3	21,7	10,9	17,6	26,7	22,1
<i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851	0	30,4	15,2	5,9	20	14,3
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	0	17,4	32,6	23,5	20	18,7
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	33,3	17,4	15,2	41,2	40	29,4
Cladocera						
<i>Sida crystallina</i> (Müller, 1776)	46,7	43,5	28,3	23,5	20	32,4
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievins, 1848)	40	17,4	6,5	0	26,7	18,1
<i>Simocephalus vetulus</i> (Müller, 1776)	0	26,1	17,4	11,8	33,3	17,7
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (Müller, 1785)	80	82,6	50	52,9	33,3	59,8
<i>C. pulchella</i> Sars, 1862	13,3	8,7	0	0	0	4,4
<i>Scapholeberis mucronata</i> (Müller, 1776)	0	0	0	5,9	0	1,2

Окончание табл. 1

Таксон	Встречаемость, %					
	2010	2011	2012	2013	2015	среднее
<i>Eurycercus lamellatus</i> (Müller, 1785)	6,7	26,1	2,2	0	33,3	13,7
<i>Pleuroxus truncatus</i> (Müller, 1785)	0	0	2,2	5,9	0	1,6
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	40	26,1	21,7	17,6	53,3	31,8
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	20	17,4	8,7	0	0	9,2
<i>Coronatella rectangula</i> Sars, 1862	20	4,3	2,2	0	0	5,3
<i>Alona quadrangularis</i> (Müller, 1785)	13,3	0	10,9	11,8	0	7,2
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	13,3	26,1	21,7	17,6	33,3	22,4
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	0	8,7	2,2	0	0	2,2
<i>Monospilus dispar</i> Sars, 1857	0	0	2,2	0	0	0,4
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller, 1785)	100	100	89,1	100	100	97,8
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761)	6,7	0	0	0	0	1,3
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	6,7	0	2,2	0	0	1,8
Copepoda						
<i>Neurodiaptomus incongruens</i> (Poppe 1888)	80	100	100	88,2	100	93,6
<i>Acantodiaptomus denticornis</i> (Wierzejski, 1887)*	0	0	0	0	6,7	1,3
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	53,3	47,8	17,4	23,5	46,7	37,7
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	40	47,8	28,3	41,2	46,7	40,8
<i>E. denticulatus</i> (Graeter, 1903)	0	0	0	0	6,7	1,3
<i>E. macruroides</i> (Lilljeborg, 1901)	0	0	0	5,9	0	1,2
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	6,7	0	6,5	0	0	2,6
<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch, 1838)*	0	4,3	0	0	0	0,9
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)*	0	8,7	13	0	6,7	5,7
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	0	8,7	0	0	0	1,7
<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875	60	56,5	50	52,9	66,7	57,2
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	33,3	56,5	41,3	11,8	40	36,6
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	73,3	73,9	45,7	52,9	40	57,2
Число видов	Rotifera	10	16	19	15	16
	Cladocera	15	14	16	10	9
	Copepoda	7	9	8	7	9
	Всего	32	39	43	32	34

\* Виды, отмеченные впервые.

*N. incongruens*, *D. galeata*, *K. quadrata*, *A. priodonta*, *C. quadrangula*, *T. crassus*, *C. vicinus*. К второстепенным видам относятся *P. remata*, *E. serrulatus*, *K. cochlearis*, *M. albidus*, *M. leuckarti*, *C. unicornis*, *S. crystallina*, *Ch. sphaericus*, *S. oblonga*, *H. mira*, *S. stylata*, *A. harpae*, *T. patina*. Остальные виды можно считать случайными. Постоянные обитатели планктона – *B. longirostris* и *N. incongruens* (табл. 2)

В течение исследуемого периода наибольшие значения численности и биомассы зоопланктонов (437,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 5225,46 мг/м<sup>3</sup>) отмечались летом 2012 г. в промышленном и рекреационном участках озера, наименьшие (2,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 9,7 мг/м<sup>3</sup>) – в подледный период (рис. 2).

Состав доминирующих видов зоопланктона оз. Кенон в межгодовом аспекте достаточно стабилен. Основу весеннего зоопланктона определяли ротаторный комплекс, состоящий преимущественно из *F. longiseta*, *P. remata*, *S. stylata*, *K. quadrata*, *K. cochlearis*, *C. unicornis*, и молодь веслоногих ракообразных (*N. incongruens*, *C. vicinus*). Летом преобладали мелкие формы рачков (*C. quadrangula*, *B. longirostris*, *T. crassus*). Осенью чаще встречались такие виды, как *S. oblonga*, *D. galeata*, *B. longirostris*. В период ледостава в планктоне доминировали *K. quadrata*, *B. longirostris*, *N. incongruens*.

При нижней границе доминирования не менее 5% выявлены 19 структурообразующих видов. Из этого числа таксонов на основе учета частоты доминирования выделены две группы. В первую вошли виды, определяющие фон ценоза, т.е. занимающие в те или иные периоды первое место по численности (в порядке убывания *DF*): *B. longirostris*, *C. quadrangula*, *T. crassus*, *N. incongruens*, *K. quadrata*, *C. vicinus*, *K. cochlearis*, *C. unicornis*, *P. remata*, *S. oblonga*, *F. longiseta*, *S. stylata*; вторую группу составили (кроме вышеупомянутых *H. mira*, *A. priodonta*, *D. galeata*, *G. testudinaria*, *M. albidus*, *E. denticulatus* и *M. leuckarti*) виды-субдоминанты, входящие когда-либо в руководящий комплекс. Порядок доминирования как результат комбинирования частоты встречаемости и частоты доминирования дает представление о роли видов в сообществах, а также позволяет выявить наиболее благоприятные условия для существования вида (Кожова, 1970). Таким образом, наибольшей значимостью в зоопланктоценозе оз. Кенон обладали виды-индикаторы эвтрофных водоемов – *C. quadrangula*, *B. longirostris* и *T. crassus*.

Изменения индексов Шеннона–Уивера (от 2,48 до 2,03 бит/экз), Симпсона (от 0,32 до 0,22) и Пиелу (от 0,71 до 0,59) в течение исследуемого периода свидетельствуют об уменьшении разнообразия зоопланктона и увеличении степени доминирования одного вида.

### Выводы

Современный качественный состав гидробионтов оз. Кенон включает 110 разновидностей и форм водорослей, 28 видов высшей водной растительности и 56 видов беспозвоночных планктона. Основу фитопланктонного сообщества в разные сезоны года формировали зеленые (*Tetraëdron minimum*, *Tetrastrum komarekii*, *Scenedesmus quadricauda*, виды родов *Oocystis* и *Chlamydomonas*), диатомовые (*Asterionella formosa*, *Handmania comta*, *Synedra acus* subsp. *radians*, *Cocconeis placentula*), синезеленые (*Snowella lacustris*, *Gloeocapsopsis magma*, *G. sp.*), золотистые (*Chrysococcus rufescens*), динофитовые (*Peridinium sp.*, *Ceratium hirundinella*). Среди водных растений наиболее плотные скопления зарослей на обширных площадях образуются Characeae, *E. canadensis*, *M. sibiricum*, *Potamogeton crispus*, *P. australis*, *Potamogeton sp.* Основу весеннего зоопланктона определяли коловратки *F. longiseta*, *P. remata*, *S. stylata*, *K. quadrata*, *K. cochlearis*, *C. unicornis* и ювенильные стадии копепод *N. incongruens* и *C. vicinus*. В летний период в сообществе преобладали мелкие ракообразные (*C. quadrangula*, *B. longirostris* и *T. crassus*), осенью лидирующее положение занимали *S. oblonga*, *D. galeata* и *B. longirostris*. Во время ледостава доминантами являлись *K. quadrata*, *B. longirostris* и *N. incongruens*.

Для планктонных организмов наименьшие количественные показатели отмечены в подледный период (0,4 тыс. кл./л и 0,2 мг/м<sup>3</sup> для фитопланктона; 2,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 9,7 мг/м<sup>3</sup> для зоопланктона), наибольшие – в период максимального прогрева водных масс (1023,4 тыс. кл./л и 2937,4 г/м<sup>3</sup> для фитопланктона; 437,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 5225,46 мг/м<sup>3</sup> для зоопланктона). В период с 2010 по 2015 г. отмечено уменьшение видового разнообразия планктоценоза и увеличение степени доминирования одного вида.

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории водных экосистем ИПРЭК СО РАН за помощь при отборе гидробиологических проб, а также канд. биол. наук А.П. Куклину за предоставление картосхемы отбора проб.

Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту IX.137.1.1.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

## [REFERENCES]

- Катанская В.М.* Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л., 1981. 187 с. [*Katanskaya V.M.* Vysshaya vodnaya rastitel'nost' kontinental'nykh vodoemov SSSR. Metody izucheniya. L., 1981. 187 s.].
- Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. Л., 1969. Т. 1. 658 с. [*Kiselev I.A.* Plankton morei i kontinental'nykh vodoemov. L., 1969. T. 1. 658 s.].
- Кожова О.М.* Формирование фитопланктона Братского водохранилища // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. М., 1970. С. 26–160 [*Kozhova O.M.* Formirovanie fitoplanktona Bratskogo vodokhranilishcha // Formirovanie prirodnykh uslovii i zhizni Bratskogo vodokhranilishcha. M., 1970. S. 26–160].
- Кожова О.М., Мельник Н.Г.* Инструкции по обработке проб планктона счетным методом. Иркутск: ИГУ, 1978. 52 с. [*Kozhova O.M., Mel'nik N.G.* Instruksii po obrabotke prob planktona schetnym metodom. Irkutsk: IGU, 1978. 52 s.].
- Кузьмин Г.В.* Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. С. 73–90 [*Kuz'min G.V.* Fitoplankton. Vidovoi sostav i obilie // Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov. M., 1975. S. 73–90].
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях. Л., 1982. 28 с. [*Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh.* L., 1982. 28 s.].
- Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. 198 с. [*Megarran E.* Ekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie. M., 1992. 198 s.].
- Садчиков А.П.* Методы изучения пресноводного фитопланктона. М., 2003. 159 с. [*Sadchikov A.P.* Metody izucheniya presnovodnogo fitoplanktona. M., 2003. 159 s.].
- Термический режим и биология озера Кенон (водоохлаждителя Читинской ГРЭС) // Записки Заб. фил. геогр. об-ва СССР. Вып. 62 (отв. ред. А.Н. Сизиков, Б.А. Шишкин). Чита, 1972. 83 с. [*Termicheskiy rezhim i biologiya ozera Kenon (vodoema-okhladitelya Chitinskoi GRES)* // Zapiski Zab. fil. geogr. obshch-va SSSR. Vyp. 62. (otv. red. A.N. Sizikov, B.A. Shishkin). Chita, 1972. 83 s.].
- Федоров В.Д., Гильманов Т.Г.* Экология. М., 1980. 464 с. [*Fedorov V.D., Gil'manov T.G.* Ekologiya. M., 1980. 464 s.].
- Экология городского водоема. Новосибирск, 1998. 260 с. [*Ekologiya gorodskogo vodoema.* Novosibirsk, 1998. 260 s.].

Поступила в редакцию / Received 04.12.2015  
Принята к публикации / Accepted 01.11.2016

**MODERN SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE  
OF HYDROBIONT COMMUNITIES IN THE KENON LAKE  
(ZABAIKALSKY KRAI)**

*E.Yu. Afonina<sup>1</sup>, N.A. Tashlykova<sup>2</sup>, B.B. Bazarova<sup>3</sup>*

Information on the species diversity and structure of phytoplankton, aquatic plants and zooplankton communities in the Kenon Lake during 2010–2015 is presented. The lake biodiversity is composed from 110 phytoplankton species and forms, 28 aquatic plants species and 56 zooplankton species. Widespread and freshwater species prevail in the composition of plankton algae and invertebrates according to the ecological and geographical characteristics. The helophyte and hydadohyte communities well develop among hydrophytes in the lake.

**Key words:** phytoplankton, aquatic plants, zooplankton, Kenon Lake.

**Acknowledgement.** This work was performed within project no. IX.137.1.1. of FNI SB RAS.

<sup>1</sup> Afonina Ekaterina Yurevna, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the RAS (kataf@mail.ru); <sup>2</sup> Tashlykova Natalya Aleksandrovna, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the RAS (nattash2005@yandex.ru); <sup>3</sup> Bazarova Balzhit Batoyevna, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the RAS (balgit@yandex.ru).