

УДК 581.526.325

## Фито- и зоопланктон Торейских озер в маловодный сезон 2016 года

*Афонина Е. Ю., Ташлыкова Н. А.*

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН  
Чита, Россия  
kataf@mail.ru*

Приводятся данные по видовому богатству, структуре и количественному развитию водорослей и беспозвоночных планктона в Торейских озерах в маловодный сезон 2016 года. В мелких водоемах Барун-Торей отмечено 46 таксономических единиц водорослей и 29 таксонов беспозвоночных. Доминировали пресноводные и эвригалинные виды. В озере Зун-Торей обнаружено 18 таксонов фитопланктона и 3 вида зоопланктона. Превалировали эвригалинные и галофильные виды. Значения численности и биомассы фитопланктона в водоемах Барун-Торей изменялись в пределах 0,7–1260,0 тыс. кл./л и 0,1–1271,0 мг/м<sup>3</sup>, зоопланктона – 9,2–19370,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 3,8–361,7 г/м<sup>3</sup>. В озере Зун-Торей количественные показатели альгофлоры варьировали от 12,4 до 310,7 тыс. кл./л и от 1,0 до 14,7 мг/м<sup>3</sup>, зоопланктона – от 55,1 до 1656,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и от 1,1 до 85,5 мг/м<sup>3</sup>. Разнообразие планктонной флоры и фауны определялось факторами, зависящими от гидрологического режима (степень минерализации вод и активная реакция среды). Фито- и зоопланктон наполняющихся олигогалинных водоемов Барун-Торей качественно и количественно разнообразнее по сравнению с мелеющим полигалинным озером Зун-Торей.

*Ключевые слова:* фитопланктон, зоопланктон, видовой состав, численность, биомасса, доминирующие виды, Торейские озера.

### ВВЕДЕНИЕ

На трансграничной территории Юго-Восточного Забайкалья и Монголии расположены самые крупные водоемы Забайкальского края – Торейские озера, состоящие из двух соединенных между собой протокой Уточи бессточных эфемерных минеральных водоемов: Барун-Торей и Зун-Торей. Отличительной особенностью этих озер является значительная амплитуда колебаний уровня, зависящая от циклического чередования многолетних фаз увлажненности территории. В засушливые годы они почти полностью пересыхают, при этом более мелководный Барун исчезает первым. Полное высыхание водоемов наблюдалось трижды: в 1903–1904, 1921–1922 и 1944–1947 годах. Наиболее высокие уровни отмечались в 1963–1965 и 1998 годах (Фриш, 1972; Кренделев, 1986; Обязов, 2012). Сухой и теплый климатический период (Обязов, 2012) в начале XXI столетия привел к прекращению стока обводняющих Барун-Торей рек Ималки и Ульдзы (Улдза-Гол), что стало причиной полного высыхания этого озера в 2010 году и значительного сокращения уровня воды в озере Зун-Торей.

Площадь озера Барун-Торей в годы повышенной водности достигает 550 км<sup>2</sup>, объем – 1,4 км<sup>3</sup>, максимальная глубина – 4,3 м, средняя – 2,5 м. На озере около десяти островов, их количество меняется в зависимости от уровня воды. Дно плоское, наибольшие глубины сосредоточены в центральной части. Береговая линия сильно изрезана, изобилует мысами и заливами. Озеро Зун-Торей имеет округлые очертания, слабую изрезанность береговой линии и лишь единственный остров, который при понижении уровня превращается в полуостров. Площадь водной поверхности в многоводный период составляет 285 км<sup>2</sup>, объем – 1,6 км<sup>3</sup>, максимальная глубина – 6,5 м, средняя – 4,5 м. Наибольшая глубина отмечается в северной части озера. Склоны берегов преимущественно пологие (Замана, Обязов, 2004). По гидрохимическому составу озерные воды относятся к гидрокарбонатно-натриевому типу и характеризуются как высокощелочные. Основные гидрохимические

показатели воды в многолетнем разрезе меняются в зависимости от гидрологического режима озер (Содовые озера..., 1991; Замана, Борзенко, 2010; Куклин и др., 2013; Замана, Вахни́на, 2014; Цыбекмитова, Белозерцева, 2014). Дно сложено илистыми отложениями белесого цвета, которые наряду с гидрокарбонатными солями и взвесью придают воде молочно-белый цвет.

Гидробиологические исследования Торейских озер охватывают как периоды низкой водности (Содовые озера..., 1991), так и многоводные годы (Ташлыкова и др., 2010; Афони́на, Итигилова, 2015). В 2016 году в районе северной оконечности Барун-Торей в пределах дна его ложа отмечались мелкие водоемы, источником питания которых служили многолетняя мерзлота и разгрузка подземных вод по разлому, проходящему по западному берегу озера. В Зун-Торее же продолжался процесс обмеления водоема.

Цель работы – изучить видовое богатство и выявить количественные показатели фито- и зоопланктона в разных по минерализации водоемах Торейских озер в маловодный сезон 2016 года.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования фито- и зоопланктона Торейских озер проводились в июне, августе, октябре 2016 года. В озере Зун-Торей пробы собирались на трех прибрежных станциях: западной, северной и юго-западной. На высохшем ложе дна Барун-Торей опробовались мелкие водоемы, площадью около 50 м<sup>2</sup> и глубиной не более 0,5 м (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема расположения мест отбора планктонных проб в 2016 году

Фитопланктонные пробы отбирались путем зачерпывания воды с поверхности водоема в пластиковые бутылки объемом 1 л, пробы зоопланктона – путем процеживания 10–50 л воды через гидробиологический сачок. Камеральная обработка фиксированных 40 % раствором формальдегида образцов проводилась в лабораторных условиях с использованием стандартной количественно-весовой методики (Методические рекомендации..., 1984; Садчиков, 2003). 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 (Садчиков, 2003). Биомасса зоопланктона вычислялась по уравнениям связи длины тела и сырой массы (Балушкина, Винберг, 1979; Ruttner-Kolisko, 1977). Классификация и синонимия таксонов каждой группы водорослей приведена по крупнейшему мировому альгологическому сайту AlgaeBase (Guiry, Guiry, 2016). Для оценки планктонных сообществ применялись индексы разнообразия (Мэгарран, 1992).

Одновременно с отбором проб проводились измерения температуры воды, pH и TDS (total dissolved solids – общее количество растворенных твердых веществ) с помощью многопараметрического прибора контроля качества воды «Aquaead» (Англия).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Вязкие илы, покрывающие дно береговой зоны Зун-Торей, затрудняли подход к озеру. Глубина воды в месте отбора проб не превышала 0,1 м при толщине илового слоя от 0,5 м и более. Цвет воды в озере Зун-Торей и водоемах Барун-Торей белесый, кроме водоема у села Кулусутай (Б-Т 2), где бурое окрашивание связано с водоемом здесь скота и лошадей. Некоторые физико-географические показатели обследованных водоемов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Некоторые физико-географические показатели обследованных водных объектов (2016 г.)

Озеро	GPS	Наименование точки	Дата опробования	TDS, мг/л	Температура воды, °С	pH
Барун-Торей	N50°13'37,0" E115°40'12,1"	Б-Т 1	10 июня	-	19,5	8,4
	N50°14'04,3" E115°40'04,9"	Б-Т 2	10 июня	-	16,6	-
			01 августа	-	28,2	-
			08 октября	0,8	-	-
	N50°14'05,6" E115°40'04,0"	Б-Т 3	10 июня	-	15,1	8,5
			01 августа	0,8	-	-
	N50°13'56,3" E115°39'51,2"	Б-Т 4	01 августа	1,0	-	-
	N50°13'72,97" E115°39'02,97"	Б-Т 5	08 октября	1,0	4,4	8,2
N50°13'65,13" E115°38'88,01"	Б-Т 6	08 октября	1,6	4,7	8,5	
N50°13'82,63" E115°39'161,13"	Б-Т 7	08 октября	0,9	4,6	8,2	
Зун-Торей	N50°01'11,3" E115°44'39,7"	3-Т 1	10 июня	-	20,5	9,2
	N50°06'25,6" E115°41'51,7"	3-Т 2	01 августа	21,3	21,7	9,5
			08 октября	-	-	-
	N50°08'47,47" E115°47'51,76"	3-Т 3	01 августа	18,5	24,8	9,4
08 октября			-	-	-	

Примечание к таблице: TDS – total dissolved solids – общее количество растворенных твердых веществ); - – данных нет.

**Фитопланктон.** Таксономический состав водорослей Торейских озер включал 51 таксономическую единицу из 7 отделов: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Cryptophyta, Heterokontophyta, Charophyta, Chlorophyta, Euglenophyta. Эколого-географический анализ показал, что по приуроченности к местообитанию в видовом составе фитопланктона преобладали бентосно-планктонные формы водорослей (69 %). Доля планктонных водорослей составляла 31 %. По отношению к солености вод доминировали водоросли олигогалобы, из которых индифферентов – 89 %, галофилов – 6 %, галофобов – 5 %. По отношению к pH среды в фитопланктоне значительна доля алкалифилов (62 %), к ацидофилам отнесено 38 %. По географической принадлежности основу фитопланктона составляли космополиты (64 %). На долю голарктического царства приходилось 8 %, бореальных видов – 2 % (табл. 2).

Таблица 2

Таксономический состав фитопланктона обследованных водных объектов (2016 г.)

Таксон	Барун-Торей											Озеро Зун-Торей				
	10.06			01.08			08.10					10.06	01.08		08.10	
	Б-Т1	Б-Т2	Б-Т3	Б-Т2	Б-Т3	Б-Т4	Б-Т2	Б-Т5	Б-Т6	Б-Т7	З-Т1	З-Т2	З-Т3	З-Т2	З-Т3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<b>CYANOBACTERIA</b>																
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann 1898	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planktolynghya contorta</i> (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek 1988	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria planctonica</i> Woloszynska 1912	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>O. tenuis</i> C. Agardh ex Gomont 1892	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirulina major</i> Kützing ex Gomont 1892	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+
<b>BACILLARIOPHYTA</b>																
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing 1844	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Aulacoseira</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory 1824	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère in Jahn et al. 2001	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia graciliformis</i> Lange- Bertalot & Simonsen 1978	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith 1851	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CRYPTOPHYTA</b>																
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja 1948	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<b>HETEROKONTOPHYTA</b>																
<i>Chrysococcus rufescens</i> Klebs 1892	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CHAROPHYTA</b>																
<i>Closterium strigosum</i> Brébisson 1856	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Micrasterias</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindák 1962	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium</i> sp <sub>1</sub> .	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
CHLOROPHYTA															
<i>Chlamydomonas pertusa</i> Chodat 1896	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp.	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carteria klebsii</i> (P.A. Dangeard) Francé 1893	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rusalka fusiformis</i> (Matvienko) T. Nakada in Nakada et al. 2008	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlorogonium euchlorum</i> (Ehrenberg) Ehrenberg 1836	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald in Buchheim et al. 2005	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oocystis submarina</i> Lagerheim 1886	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>O. rhomboidea</i> Fott 1933	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>O. parva</i> West & G.S. West 1898	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
<i>Coenococcus planctonicus</i> Korshikov 1953	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Ankyra ancora</i> (G.M. Smith) Fott 1957	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann 1898	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák 1970	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>M. contortum</i> (Thuret) Komárková- Legnerová in Fott 1969	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>M. obtusum</i> (Korshikov) Komárková-Legnerová 1969	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová 1969	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli in A. Braun 1855	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemmermann) Lemmermann 1899	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) P.M. Tsarenko 2000	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. communis</i> (E. Hegewald) E. Hegewald 2000	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetradesmus lagerheimii</i> M.J. Wynne & Guiry 2016	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. obliquus</i> (Turpin) M.J. Wynne 2016	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Chlorolobion</i> sp.	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Tetraëdron incus</i> (Teiling) G.M. Smith 1926	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim 1882	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) J.H. Belcher & Swale 1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Lemmermannia komarekii</i> (Hindák) C. Bock & Krienitz in Bock et al. 2013	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. triangularis</i> (Chodat) C. Bock & Krienitz in C. Bock et al. 2013	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EUGLENOPHYTA															
<i>Euglena acus</i> (O.F. Müller) Ehrenberg 1830	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglena</i> sp1.	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglena</i> sp2.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phacus caudatus</i> Hübner 1886	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phacus</i> sp.	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание к таблице: + – вид присутствует; - – вид отсутствует.

Общее число видов фитопланктона в водоемах Барун-Торей изменялось от 0 до 25, в озере Зун-Торей – от 3 до 12. Наибольшее разнообразие альгофлоры отмечалось в августе (табл. 3).

Таблица 3

Показатели структуры и разнообразия фитопланктона обследованных водных объектов (2016 г.)

Станция	Дата	n	N, тыс. кл./л	B, мг/м <sup>3</sup>	H <sub>n</sub> , бит	I <sub>d</sub>
Барун-Торей						
Б-Т 1	10.06	3	16,8	6,2	3,4	0,4
Б-Т 2	10.06	4	66,1	32,3	2,7	0,3
	01.08	25	1260,0	1271,0	3,3	0,2
	08.10	14	523,5	544,3	2,2	0,3
Б-Т 3	10.06	11	86,2	103,0	1,6	0,5
	01.08	7	39,0	23,2	1,9	0,5
Б-Т 4	01.08	9	160,5	32,5	0,5	0,9
Б-Т 5	08.10	2	0,7	3,5	-	-
Б-Т 6		0	-	-	-	-
Б-Т 7		2	0,7	0,1	-	-
Озеро Зун-Торей						
З-Т 1	10.06	4	27,2140,8	9,7	1,3	0,5
З-Т 2	01.08	12	12,4	1,0	0,5	0,9
	08.10	3	94,7	13,1	0,2	0,9
З-Т 3	01.08	5	39,7	2,9	0,9	0,6
	08.10	3	310,7	14,7	1,5	0,6

Примечание к таблице: n – число таксонов; N – численность; B – биомасса; H<sub>n</sub> – индекс Шеннона – Уивера; I<sub>d</sub> – индекс доминирования; - – данные отсутствуют..

Количественные показатели фитопланктона в обследованных водоемах значительно варьировали. Общей тенденции в изменении численности и биомассы водорослей планктона в водоемах Барун-Торей в течение летне-осеннего периода не выявлено. Индексы видового разнообразия и доминирования изменялись в пределах 0,5–3,4 бит/экз. и 0,2–0,9, соответственно. В летнем фитопланктоне доминировали зеленые (*M. obtusum*, *C. planctonicus*, *T. incus*, виды рода *Chlamydomonas*) и синезеленые (виды рода *Oscillatoria*) водоросли, в осеннем – зеленые (*Ch. incerta*, *M. contortum*) и диатомовые (*N. graciliformis*, *C. placentula*) водоросли (табл. 3).

В озере Зун-Торей по мере охлаждения водных масс наряду с качественным обеднением фитопланктона происходило увеличение общей плотности водорослей. Индекс Шеннона – Уивера не превышал 1,5 бит/экз., индекс доминирования был выше 0,5. Основу фитопланктона составляли *P. contorta*, *O. submarina* (в июне), *C. planctonicus* (в августе), виды рода *Oocystis* (в октябре) (табл. 3).

**Зоопланктон.** Общий список видов зоопланктона Торейских озер включал 30 видов и подвидов, из которых 13 таксонов – Rotifera, 7 видов – Copepoda, 10 – Cladocera. В зоогеографическом отношении видовой состав фауны планктона представлен преимущественно широко распространенными видами (43 %), на долю голарктов и палеарктов приходилось соответственно 28 и 29 %. По биотопической приуроченности преобладали эврибионтные виды (26 %), чуть меньше планктонных форм (32 %). Доля фитофильных и литоральных видов составляла по 12 %, бентических – 8 %. Число видов в водоемах Барун-Торей варьировало от 2 до 15. Наибольшее видовое богатство отмечалось в августе, при температуре воды выше 30 °С, наименьшее – в октябре, при температуре ниже 5 °С. В зоопланктоне озера Зун-Торей встречалось 1–3 вида (табл. 4, 5).

Таблица 4

Таксономический состав зоопланктона обследованных водных объектов (2016 г.)

Таксон	Барун-Торей											Зун-Торей		
	10.06			1.08			8.10					9.06	2.08	8.10
	Б-Т1	Б-Т2	Б-Т3	Б-Т2	Б-Т3	Б-Т4	Б-Т2	Б-Т5	Б-Т6	Б-Т7				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>ROTIFERA</b>														
<i>Habrotrocha</i> sp.	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rotaria</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lecane luna</i> (Muller, 1776)	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euchlanis meneta</i> Myers, 1930	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tripleuchlanis plicata plicata</i> (Levander, 1894)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. angularis</i> Gosse, 1851	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. variabilis</i> (Hempel, 1896)	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>B. plicatilis asplanchnoides</i> Charin, 1947	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>B. calyciflorus anuraeiformis</i> Brehm, 1838	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asplanchnopus multiceps</i> (Schrank, 1793)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synchaeta</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CLADOCERA</b>														
<i>Daphnia magna</i> Straus, 1820	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. similis</i> Claus, 1876	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller, 1785)	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Alona rectangulara</i> Sars, 1862	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>A. guttata</i> Sars, 1862	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine 1820)	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820)	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-
COPEPODA													
<i>Metadiaptomus asiaticus</i> (Uljanin, 1875)	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eucyclops arcanus</i> Alekseev, 1990	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. venustus</i> (Norman & Scott, 1906)	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Thermocyclops dybowskii</i> (Lande, 1890)	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-

Примечание к таблице: + – вид присутствует; - – вид отсутствует.

Таблица 5

Показатели структуры и разнообразия зоопланктона обследованных водных объектов (2016 г.)

Станция	Дата	n	N, тыс. экз./м <sup>3</sup>	B, г/м <sup>3</sup>	N% Rot : Cop : Clad	B% Rot : Cop : Clad	H <sub>n</sub> , би т	I <sub>d</sub>
Барун-Торей								
Б-Т 1	10.06	7	465,0	21,1	4 : 21 : 75	1 : 13 : 86	2,3	0,3
Б-Т 2	10.06	5	19370,0	361,7	73 : 2 : 25	3 : 1 : 96	1,1	0,6
	01.08	8	550,4	260,4	10 : 44 : 45	1 : 1 : 98	2,4	0,3
Б-Т 3	08.10	9	106,9	6,0	0 : 74 : 26	0 : 61 : 39	1,9	0,4
	10.06	7	3695,4	87,2	61 : 37 : 2	2 : 93 : 5	0,7	0,5
Б-Т 4	01.08	14	2216,7	16,9	63 : 34 : 3	4 : 76 : 20	2,1	0,4
	08.10	15	246,5	22,7	15 : 44 : 41	1 : 21 : 78	2,8	0,2
Б-Т 5	08.10	3	168,4	20,1	0 : 11 : 89	0 : 1 : 99	0,9	0,8
Б-Т 6		3	71,0	11,6	0 : 1 : 99	0 : 1 : 99	1,4	0,5
Б-Т 7		2	9,2	3,8	0 : 50 : 50	0 : 14 : 86	1,0	0,5
Озеро Зун-Торей								
З-Т 1	10.06	2	275,0	40,9	0 : 82 : 18	0 : 92 : 8	0,7	0,7
З-Т 2	01.08	3	55,1	1,1	11 : 1 : 88	1 : 1 : 98	0,2	0,8
	08.10	1	175,1	21,9	0 : 100 : 0	0 : 100 : 0	-	-
З-Т 3	01.08	2	1656,0	85,5	0 : 4 : 96	0 : 12 : 88	0,4	0,6
	08.10	1	507,5	61,1	0 : 100 : 0	0 : 100 : 0	-	-

Примечание к таблице: n – число таксонов; N – численность; B – биомасса; N % Rot : Cop : Clad – соотношение численности Rotifera, Copepoda, Cladocera; B % Rot : Cop : Clad – то же по биомассе; H<sub>n</sub> – индекс Шеннона – Уивера; I<sub>d</sub> – индекс доминирования; - – отсутствие данных.

В мелких водоемах Барун-Торей максимальные значения численности и биомассы зоопланктона отмечались в начале летнего прогревания водных масс, по мере охлаждения воды обилие гидробионтов значительно снижалось. Это наглядно представлено на примере водоема Б-Т 2. В начале лета структурообразующий комплекс зооценоза формировали *B. variabilis*, *D. magna*, *M. brachiata*, *Ch. sphaericus*, *E. serrulatus*, *A. venustus*, в августе – *B. angularis*, *P. vulgaris*, *D. magna*, *C. pulchella*, *T. dybowskii*, в октябре – *M. viridis*, *D. similis*.

Индекс Шеннона – Уивера варьировал от 0,7 до 2,8 экз./бит, индекс доминирования – от 0,2 до 0,8. Трофическая структура слагалась из фильтраторов (Rotifera, Cladocera, Calanoida) и облигатных хищников (Cyclopoida) (табл. 5).

В озере Зун-Торей количественные показатели беспозвоночных планктона по мере снижения температуры воды как снижались (З-Т 3), так и увеличивались (З-Т 2). Коловратки встречались однажды. В августе доминировала *M. brachiata*, в октябре – *M. asiaticus*. Индекс видового разнообразия был низким и не превышал 0,7 экз./бит, индекс доминирования – высоким (выше 0,6). Звено консументов состояло только из грубых фильтраторов (табл. 5).

**Обсуждение.** Исследования 2016 года показали, что концентрация солей и рН среды в наполняющихся в месте разгрузки подземных вод водоемах Барун-Торей и в водах мелющего озера Зун-Торей значительно различались. Согласно Венецианской классификации, водоемы Барун-Торей относились к олигогалинному типу, озеро Зун-Торей – к полигалинному. В водоемах с минерализацией 0,8–1,0 мг/л развивались качественно и количественно разнородные и разнообразные планктонные сообщества. Всего отмечено 46 таксономических единиц водорослей и 29 видов беспозвоночных. В озере Зун-Торей при минерализации 18,5–21,3 мг/л встречено 18 таксонов фитопланктона и 3 вида зоопланктона. Количественные показатели гидробионтов в водоемах Барун-Торей были кратно больше по сравнению с таковым в озере Зун-Торей. Так, наибольшая численность фитопланктона была в 4 раза выше, наибольшая биомасса – в 85 раз, зоопланктона – в 12 и 4 раза соответственно. Минимальная плотность гидробионтов в водоемах Барун-Торей наблюдалась осенью, максимальная – летом. В озере Зун-Торей, напротив, меньшие значения численности и биомассы водорослей отмечались в период высоких температур, большие – в период охлаждения воды. Основу численности и биомассы в водоемах определяли цианобактерии и зеленые водоросли, что отмечается и в других озерах подобного типа (Doyle, 1990; Веснина и др., 2005; Zhao et al., 2005; Afonina, Tashlykova, 2018). При этом в водоемах Барун-Торей разнообразнее представлена флора мелкоклеточных хлорококковых водорослей. В зоопланктоне водоемов Барун-Торей преобладали представители прудового комплекса, предпочитающие пресные и солоноватые воды (галоксены), в озере Зун-Торей – обитатели соленых вод (галофилы).

Бурное развитие отдельных видов гидробионтов в водоемах котловины Барун-Торей характерно для мелководных экосистем аридных территорий, и вызвано оно высокой динамичностью местообитаний вследствие циклических климатических колебаний (Кирилюк и др., 2012). Для экосистемы озера Зун-Торей характерна общая для соленых озер тенденция, при которой понижение уровня воды способствовало повышению солености вод, рН и, соответственно, сокращению видового богатства (Gorlacheva et al., 2014; Itgilova et al., 2014). Суммарная численность и биомасса гидробионтов с изменением химизма воды могут как возрастать (Echaniz, Vignatti, 2011; Vignatti et al., 2017), так и уменьшаться (Балушкина и др., 2009; Литвиненко и др., 2013). Низкие значения индекса видового разнообразия и высокие – индекса доминирования, отмеченные для планктонных сообществ озера Зун-Торей, свидетельствуют об экстремальных экологических условиях (Андронникова, 1996).

Трофическая структура планктона в олигогалинных водоемах состояла из первичных продуцентов (преимущественно мелкоразмерных видов – *M. obtusum*, *T. incus*, виды родов *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*) и консументов: фильтраторов (*B. angularis*, *B. variabilis*, *K. quadrata*, *D. magna*, *S. vetulus*, *C. pulchella* и др.), соскребателей (представители семейства Chydoridae), всасывателей (представители отряда Bdelloida), питающихся детритом, бактериальными скоплениями и фитопланктоном, и хищников (*E. serrulatus*, *E. arcanus*, *A. venustus*, *M. viridis*, *T. dybowskii* и др.), потребляющих мелких коловраток и рачков. В полигалинном озере Зун-Торей хищная составляющая в трофической цепи отсутствовала; утилизация органического вещества шла по типу пастбищной цепи, основными звеньями которой являлись цианобактерии, зеленые водоросли и «мирные» беспозвоночные. Отсутствие хищников, в свою очередь, позволило популяциям ракообразных (*M. brachiata* и *M. asiaticus*) процветать в сообществе. Упрощение трофической структуры гидробионтов в

озерах с повышенной минерализацией отмечалось и другими исследователями (Балушкина и др., 2009; Литвиненко и др., 2013).

Следует отметить, что сравнение планктонных сообществ озера Зун-Торей с данными, полученными в предыдущий маловодный период 1982–1986 годов (Содовые озера ..., 1991), не предоставляется возможным, поскольку гидрологические (глубина, площадь), гидрохимические (минерализация, рН) и температурные параметры среды заметно отличались от такового в 2016 году. Гидробиологическая характеристика наполняющихся водоемов Барун-Торей приведена впервые.

## ВЫВОДЫ

1. Флора водорослей мелких водоемов Барун-Торей включала 46 таксономических единиц, фауна планктонных беспозвоночных – 29 видов и подвидов, в озере Зун-Торей отмечено 18 таксонов водорослей и 3 вида зоопланктона.

2. В водоемах Барун-Торей количественные показатели фитопланктона изменялись в пределах 0,7–1260,0 тыс. кл./л и 0,1–1271,0 мг/м<sup>3</sup>, зоопланктона – 9,2–19370,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 3,8–361,7 г/м<sup>3</sup>. В озере Зун-Торей значения численности и биомассы фитопланктона варьировали от 12,4 до 310,7 тыс. кл./л и от 1,0 до 14,7 мг/м<sup>3</sup>, зоопланктона – от 55,1 до 1656,0 тыс. экз./м<sup>3</sup> и от 1,1 до 85,5 мг/м<sup>3</sup>.

3. Структурообразующий комплекс фито- и зоопланктона водоемов Барун-Торей составляли пресноводные и эвригалинные виды, в озере Зун-Торей – эвригалинные и галофильные виды.

4. Факторами среды, определяющими состав и структуру водорослей и беспозвоночных планктона, являются минерализация и рН. В мелких изолированных олигогалинных водоемах Барун-Торей развивался разнородный и качественно и количественно богатый литоральный планктоценоз. В полигалинном озере Зун-Торей в условиях высокощелочной реакции среды планктонные сообщества характеризовались ограниченным составом видов и вспышкой численности отдельных видов фильтраторов.

**Благодарности.** Авторы глубоко признательны сотрудникам лаборатории водных экосистем ИПРЭК СО РАН за помощь в отборе гидробиологических проб.

*Работа выполнена в рамках проекта ФНИ IX.137.1.1.*

## Список литературы

- Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. – СПб.: Наука, 1996. – 189 с.
- Афони́на Е. Ю., Итигилова М. Ц. Динамика зоопланктона соленых озер юго-восточного Забайкалья в разные климатические периоды // Вестник Бурятского государственного университета. – 2015. – № 4. – С. 104–115.
- Балушкина Е. Б., Винберг Г. Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем (сб. науч. тр. ). – Л.: Наука, 1979. – С. 169–172.
- Балушкина Е. В., Голубков С. М., Голубков М. С., Литвинчук Л. Ф., Шадрин Н. В. Влияние абиотических и биотических факторов на структурно-функциональную организацию экосистем соленых озер Крыма // Журн. общ. биологии. – 2009. – Т. 70, № 6. – С. 504–514.
- Веснина Л. В., Митрофанова Е. Ю., Лисицина Т. О. Планктон соленых озер территории замкнутого стока (юг Западной Сибири, Россия) // Сиб. экол. журн. – 2005. – № 2. – С. 221–233.
- Замана Л. В., Борзенко С. В. Гидрохимический режим соленых озер Юго-Восточного Забайкалья // География и природные ресурсы. – 2010. – № 4. – С. 100–107.
- Замана Л. В., Вахнина И. Л. Гидрохимия соленых озер юго-восточного Забайкалья в фазу аридизации климата в начале XXI века // Межд. журн. приклад. и фундамент. исслед. – 2014. – Т. 11, № 4. – С. 608–612.
- Замана Л. В., Обязов В. А. Динамика уровня и гидрохимического режима Торейских озер в 20-м веке // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами: Междунар. науч.-практ. конф., 1–4 сентября 2004: сб. матер. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. – С. 98–99.
- Кириллук В. Е., Ткачук Т. О. ЕСТЬ, Кириллук О. К. Влияние изменений климата на местообитания и биоту в Даурии // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты (сб. науч. тр. биосферного заповедника «Даурский»). – Чита: Экспресс-издательство, 2012. – С. 46–62.

- Кренделев Ф. П. Периодичность наполнения и высыхания Торейских озер (Юго-Восточное Забайкалье) // ДАН СССР. – 1986. – Т. 287, № 2. – С. 396–400.
- Куклин А. П., Цыбекмитова Г. Ц., Горлачева Е. П. Состояние водных экосистем озер Онон-Торейской равнины за 1983–2011 годы (Восточное Забайкалье) // Аридные экосистемы. – 2013. – Т. 19, № 3. – С. 16–26.
- Литвиненко Л. И., Литвиненко А. И., Бойко Е. Г., Куцанов К. В. Влияние факторов внешней среды на структуру и функционирование биоценозов гипергалинных водоемов юга Западной Сибири // Сиб. экол. журн. – 2013. – № 3. – С. 321–332.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / [Сост. А. А. Салазкин и др.]. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 198 с.
- Обязов В. А. Изменение климата и гидрологического режима рек и озер в Даурском экорегионе // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты (сб. науч. тр. биосферного заповедника «Даурский»). – Чита: Экспресс-издательство, 2012. – Вып. V. – С. 24–45.
- Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. – М.: Университет и школа, 2003. – 157 с.
- Содовые озера Забайкалья: экология и продуктивность / [Л. И. Локоть, Т. А. Стрижова, Е. П. Горлачева и др.]. – Новосибирск: Наука, 1991. – 216 с.
- Ташлыкорова Н. А., Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. К изучению летнего планктона Торейских озер // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических районах: Россия – Китай – Монголия: Междунар. науч.-практ. конф., 21–23 октября 2009 г.: сб. науч. мат. – Чита: Экспресс-издательство, 2010. – Вып. 1. – С. 280–285.
- Фриш В. А. Торейский эксперимент // Природа. – 1972. – № 2. – С. 60–64.
- Цыбекмитова Г. Ц., Белозерцева И. А. Гидрохимия соленых озер Онон-Борзинского междуречья (Забайкальский край) // Вода: химия и экология. – 2014. – № 2. – С. 3–8.
- Afonina E. Y., Tashlykova N. A. Plankton community and the relationship with the environment in saline lakes of Onon-Torey plain, Northeastern Mongolia // Saudi J. Biol. Sci. – 2018. – Vol. 25, N 2. – P. 399–408.
- Doyle W. S. Changes in lake levels, salinity and the biological community of Great Salt Lake (Utah, USA), 1847-1987 // Hydrobiologia. – 1990. – Vol. 197. – P. 139–146.
- Echaniz S. A., Vignatti A. M. Seasonal variation and influence of turbidity and salinity on the zooplankton of a saline lake in central Argentina. Latin American J. Aqua. Res. – 2011. – Vol. 39, N 2. – P. 306–315.
- Gorlacheva E. P., Tsybekmitova G. Ts., Afonina A. V., Tashlykova N. A., Afonina E. Yu., Kuklin A. P., Saltanova N. V. Lake-margin ecosystems of saline lakes of the Borzya group (Zabaikalsky Krai, Russia) during the initial filling phase // Chinese J. Ocean. Limn. – 2014. – Vol. 32, N 4. – P. 871–878.
- Guiry M. D. AlgaeBase / Guiry M. D., Guiry G. M. [Электронный ресурс]. – 2016. Режим доступа: <http://www.algaebase.org>. (дата обращения: 2016).
- Itigilova M. Ts., Dulmaa A., Afonina E. Yu. Zooplankton of Lakes of the Uldza and Kerulen River Valleys of Northeastern Mongolia // Inland Water Biology. – 2014. – Vol. 7, N 3. – P. 249–258.
- Ruttner-Kolisko A. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers. Arch. Hydrobiol. Beih. – 1977. – Vol. 8. – P. 71–76.
- Vignatti A., Cabrera G., Canosa M., Echaniz S. Environmental and zooplankton parameter changes during the drying of a saline shallow temporary lake in central Argentina // Univ. Sci. – 2017. – Vol. 22, N 3. – P. 177–200.
- Zhao W., Zheng M. P., Xu X. Z., Liu X. F., Guo G. L., He Z. H. Biological and ecological features of saline lakes in northern Tibet, China // Hydrobiologia. – 2005. – Vol. 541, N 1. – P. 189–203.

**Afonina E. Yu., Tashlykova N. A. Plankton flora and fauna of the Torey lakes in the low water level season (2016) // Ekosistemy. 2018. Iss. 14 (44). P. 9–19.**

The species richness, structure, abundance and biomass of plankton algae and invertebrate in the Torey lakes during low water level season (2016) are given. There were 46 taxonomic units of algae and 29 species and subspecies of invertebrates in the small Barun-Torey reservoirs, freshwater and euryhaline species dominated. There were 18 taxa of algae and 3 species of invertebrates in the Zun-Torey Lake, euryhaline and halophilic species prevailed. The abundance and biomass of phytoplankton in the Barun-Torey reservoirs ranged from 1,5 to 1260,0  $10^3$  cells/L and from 0,1 to 1271,0  $mg/m^3$  respectively. The abundance and biomass of zooplankton varied within 9,2–19370,0  $10^3$  ind./ $m^3$  and 3,8–361,7  $g/m^3$ . In the Zun-Torey Lake, the abundance and biomass of plankton algae varied from 12,4 to 310,7  $10^3$  cells/L and from 1,0 to 14,7  $mg/m^3$  respectively. The abundance and biomass of plankton invertebrates varied within 55,1–1656,0  $10^3$  ind./ $m^3$  and 1,1–85,5  $g/m^3$ . The diversity of plankton flora and fauna was determined by factors depending on the hydrological regime (mineralization and pH). The phyto- and zooplankton in the filling oligogaline Barun-Torey reservoirs were qualitatively and quantitatively more diverse than the melting polygaline Zun-Torey Lake.

*Key words:* phytoplankton, zooplankton, species composition, abundance, biomass, dominate species, Torey lakes.

Поступила в редакцию 21.02.18