

УДК 574.583

*Е. Ю. Наумова, И. Ю. Зайдыков***ВЕСЕННИЙ ЗООПЛАНКТОН ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА БАЙКАЛ<sup>1</sup>**

По материалам регулярных рейсов изучены таксономический состав и количественные характеристики пелагического мезозoopланктона озера Байкал в весенний период в 2009—2014 гг. Общие показатели биомассы и численности зоопланктона в этот период колебались в пределах, которые наблюдались ранее (1961—1993 гг.). Видовой состав был характерным для этого времени года. В 2014 г. в Средней и Южной котловинах озера наблюдалась необычно высокая численность коловраток.

*Ключевые слова:* Байкал, зоопланктон, пелагиаль, численность, биомасса.

Регулярные отборы проб зоопланктона по акватории оз. Байкал ведутся Лимнологическим институтом СО РАН с 60-х годов прошлого века по стационарным разрезам [2]. Такие съемки позволяли выявить закономерности макромасштабного распределения зоопланктона и тенденции его межгодовой динамики. К сожалению, в 90-е годы прошлого века произошел перерыв в мониторинговых сборах, и они возобновились позже уже на сокращенной сетке станций.

Большинство современных публикаций показывает изменения структуры летнего зоопланктона в сторону увеличения доли теплолюбивых видов, связанные с глобальными изменениями климата [3, 7—9]. В настоящее время во многих районах озера наблюдаются изменения прибрежного биоценоза [10, 13], которые могут быть следствием глобальных процессов. Весенний пик развития планктона также является важным периодом в жизни оз. Байкал. Цель настоящей работы — исследовать современное состояние и возможные изменения структуры весеннего пелагического зоопланктона.

**Материал и методика исследований.** Пробы отбирали в конце мая — начале июня в период сразу после таяния льда на научно-исследовательских судах «Академик В. А. Коптюг» и «Г. Ю. Верещагин» в 2009—2012 и 2014 гг. В работе использованы данные по трем разрезам, расположенным в разных котловинах озера (рис. 1). Крайние станции разрезов располагались в трех

<sup>1</sup>Работа выполнена в рамках бюджетного проекта VI.50.1.4 № 0345-2014-0002.

© Е. Ю. Наумова, И. Ю. Зайдыков, 2017



1. Расположение станций на акватории оз. Байкал. Здесь и на рис. 2 точками отмечены станции: 1 — Южная котловина; 2 — Средняя котловина; 3 — Северная котловина.

километрах от берега. Материал отбирали сетью Джеди диаметром 37 см с размером ячеей фильтрующего сита 88 мкм с глубины 50 м до поверхности и фиксировали 4%-ным формалином. Пробы обрабатывали счетным методом [1].

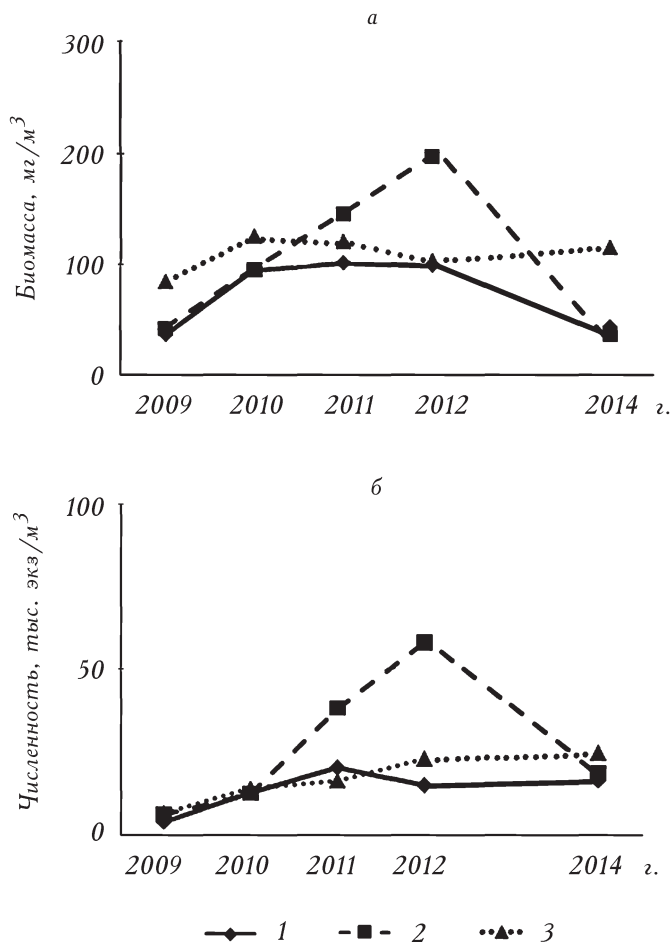
### *Результаты исследований и их обсуждение*

Весеннее развитие зоопланктона отражает многие процессы, протекающие в озере подо льдом, и влияет на картину развития биоты в последующие сезоны. Количество видов весеннего мезозоопланктона открытой пелагиали невелико. Основная роль в период после освобождения озера ото льда в пелагиали принадлежит, как правило, представителям двух групп зооплан-

ктонна: Copepoda и Rotifera. Практически постоянно здесь обитают копеподы — *Epischura baicalensis* Sars и *Cyclops kolenis* Lilljeborg [11, 12]. Основу фауны коловраток открытых вод составляют палео- и голарктические виды, широко распространенные в озерах северных широт. Они формируют две экологические группы коловраток — круглогодичные и летне-осенние. К первой относятся *Keratella quadrata* (Müller), *K. cochlearis* (Gosse), *Kellicottia longispina* (Kellicott) и *Filinia terminalis* Plate. Вторая группа включает 19 видов и очень изменчива по видовому составу в разные годы. Эндемичные виды формируют третью экологическую группу — весенние коловратки: это, в первую очередь, *Notholca grandis* Voronkov, *N.*

*intermedia* Voronkov, *Synchaeta pachypoda* Jaschnov, *S. rufina* Kutikova et Vassiljeva, *S. prominula* Kutikova et Vassiljeva. Весенние коловратки встречаются с декабря по июнь — июль, достигая наибольшего развития с марта по июнь. Редко, в некоторые годы встречаются представители Cladocera.

В весеннем зоопланктоне оз. Байкал в 2009 г. на пелагических станциях, кроме *Epischura baicalensis*, нами отмечено шесть видов коловраток, относящихся ко всем трем экологическим группам. Cladocera в рассматриваемый период наблюдений нами не отмечалась. *Cyclops kolenis* встречался единично. Показатели численности зоопланктона (4,1—6,6 тыс. экз/м<sup>3</sup>) (рис. 2) соответствуют минимальным значениям развития весеннего зоопланктона по многолетним наблюдениям (1961—1993 гг.) [1]. Общая биомасса зоопланктона в Северной котловине озера была почти в два раза выше, чем в осталь-



2. Изменение биомассы (а) и численности (б) весеннего зоопланктона оз. Байкал в разных котловинах (для слоя 0—50 м).

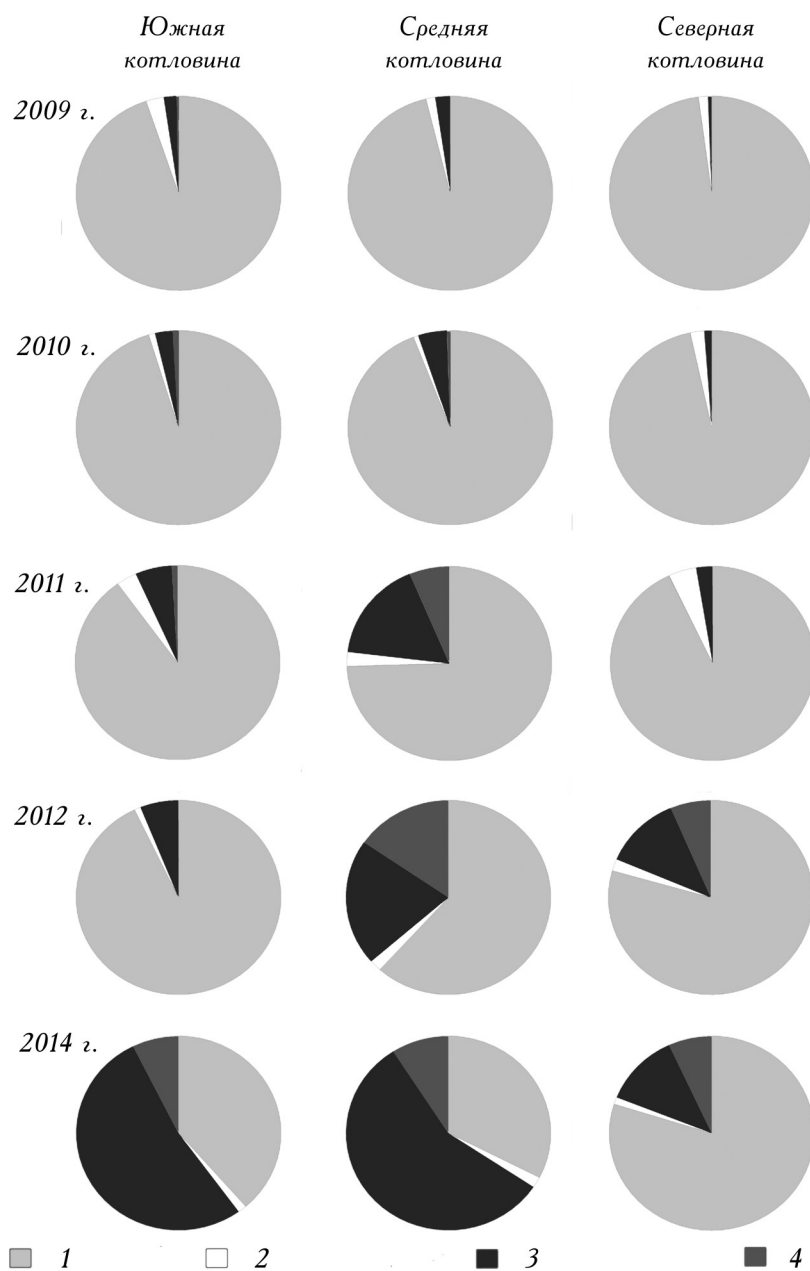
## Средняя численность и биомасса планктонных коловраток в 2009—2014 гг. в разных районах оз. Байкал

Районы озера	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2014 г.
Численность, тыс. экз/м <sup>3</sup>					
Южный Байкал	0,21	0,61	2,02	1,06	10,28
Средний Байкал	0,24	0,74	9,78	22,29	12,76
Северный Байкал	0,14	0,48	1,16	4,75	4,98
Биомасса, мг/м <sup>3</sup>					
Южный Байкал	0,45	1,45	3,69	0,40	5,16
Средний Байкал	0,72	2,00	11,83	21,63	9,57
Северный Байкал	0,27	1,12	2,99	12,29	7,71

ных районах, что связано с обилием *E. baicalensis* (до 11,2 тыс. экз/м<sup>3</sup>). Численность коловраток во всех наблюдаемых районах была невысокой (таблица). В Южной и Средней котловинах основной вклад принадлежал *N. grandis* (до 0,2 тыс. экз/м<sup>3</sup>). Общая численность мезозoopланктона в 2010 г. составляла от 11,3 до 18,6 тыс. экз/м<sup>3</sup>, при невысокой численности коловраток. В Северной котловине биомасса зоопланктона была выше за счет значительного развития *E. baicalensis* (17,7 тыс. экз/м<sup>3</sup>).

В весеннем зоопланктоне оз. Байкал в 2011 г. нами отмечено, кроме *E. baicalensis*, семь видов коловраток. В Средней котловине наблюдалась высокая концентрация зоопланктона (до 69,2 тыс. экз/м<sup>3</sup>), при этом численность коловратки *N. intermedia* достигала 10,4 тыс. экз/м<sup>3</sup>. В Северной котловине численность и биомасса были сопоставимы с таковыми в Южном Байкале, при этом основной вклад давала *E. baicalensis*. Среди коловраток большую численность составляли *Kellicottia longispina* и *Synchaeta pachypoda* (до 0,8 тыс. экз/м<sup>3</sup> каждая). Максимальная численность зоопланктона весной 2012 г. достигала 99,5 тыс. экз/м<sup>3</sup> (Средняя котловина) за счет развития *E. baicalensis*. Численность коловраток составляла максимально 38,8 тыс. экз/м<sup>3</sup>. В 2014 г. значения общей численности и биомассы зоопланктона несколько снизились. В Средней котловине доля коловраток была выше 50%, при общей численности зоопланктона 21,9 тыс. экз/м<sup>3</sup>.

Важным фактором, влияющим на развитие зоопланктона, является фитопланктон. Основной вклад в биомассу весеннего фитопланктона озера Байкал вносят диатомовые водоросли. В малопродуктивные годы интенсивно развивается пикофитопланктон, особенно в Северной котловине. Кратко приведем опубликованные данные о развитии фитопланктона в исследуемый период [6]. Южная и Средняя котловина в 2009—2011 гг. по фитопланктону были средне- (0,5—1 г/м<sup>3</sup>) и малопродуктивными (менее 0,5 г/м<sup>3</sup>). В составе доминирующего комплекса в 2010 г. по биомассе преобладала *Aulacoseira baicalensis* (K. Meyer) Simonsen, а в 2009 и 2011 гг. *Synedra acus* subsp. *radians* (Kutzing) Skabitchevsky. Фитопланктон Северного Байкала в 2009—2011 гг. имел смешанный характер и был представлен диатомовыми



3. Соотношение численности основных таксономических групп в весеннем зоопланктоне в разные годы: 1 — Copepoda; 2 — круглогодичные коловратки; 3 — весенние коловратки; 4 — летние коловратки.

(*A. baicalensis*, *Nitzschia graciliformis* Lange-Bertalot et Simonsen emend. Genkal et Popovskaya), криптофитовыми, динофитовыми и зелеными водорослями, и по биомассе характеризовался как малопродуктивный. При развитии весеннего зоопланктона в 2009—2011 гг. наблюдалось постепенное повыше-

ние численности и биомассы, в пределах амплитуды многолетних наблюдений, при стабильности видового состава. В годы с высокой продукцией диатомовых водорослей в Байкале обычно наблюдается снижение численности *E. baicalensis*. Точная причина этого явления до сих пор не установлена, но наблюдаемая низкая численность диатомовых могла стать фактором для увеличения общего количества зоопланктона в 2011 г. и стабильно более высокой численности *E. baicalensis* в Северной котловине.

Согласно публикациям [4, 5], весенние коловратки развиваются в значительном количестве в годы обилия в весеннем фитопланктоне *A. baicalensis* и в следующий за ним год, и составляют до 50% общей численности коловраток (до 102,0 тыс. экз/м<sup>2</sup> в слое 0—250 м). Последним, описанным в литературе таким годом был 1994 г. [1]. Высокие показатели численности коловраток весеннего комплекса, которые мы наблюдали в 2012 и 2014 гг. в Южной и Средней котловинах озера, являются необычными даже для высокопродуктивных по фитопланктону лет. Численность *N. intermedia* в 13,5 тыс. экз/м<sup>3</sup> как в 2014 г. не отмечалась ранее никогда за весь период наблюдений. Доля коловраток весеннего комплекса тоже увеличилась. Поскольку такая картина развития зоопланктона наблюдалась на нескольких станциях и развивалась в течение нескольких лет (рис. 3), мы считаем, что это не может быть следствием случайного пятнистого распределения зоопланктона. Мы делаем вывод, что в пелагическом сообществе происходят изменения и, возможно, они имеют общие причины с перестройками в прибрежной экосистеме. По мере получения новых данных можно будет сказать, что является причиной высокого развития коловраток в весеннем зоопланктоне.

### Заключение

Значения численности и биомассы зоопланктона за 2009—2014 гг. укладывались в амплитуду многолетних колебаний (с 1961 по 1993 г.) и составляли соответственно от 6,6 до 58,1 тыс. экз/м<sup>3</sup> и от 42,2 до 196,7 мг/м<sup>3</sup>. Видовой состав в 2009—2012 гг. сохранялся и был характерным для этого времени года. Однако абсолютная и относительная численность коловраток в весеннем зоопланктоне Южного и Среднего Байкала в 2014 г. превышала границы ранее наблюдаемых показателей.

\*\*

*За матеріалами регулярних рейсів вивчено таксономічний склад і кількісні характеристики пелагічного мезозoopланктону оз. Байкал у весняний період у 2009—2014 рр. Біомаса і чисельність зоопланктону в цей період коливалися в межах, які спостерігалися раніше (1961—1993 рр.). Видовий склад був характерним для цієї пори року. У 2014 р. у Середній і Південній улоговинах озера спостерігалась незвично висока чисельність коловраток.*

\*\*

*According to the materials of regular cruises was studied taxonomic composition and quantitative characteristics of pelagic mesozooplankton Lake Baikal in the spring season in the 2009—2014. Biomass and number of zooplankton in this period fluctuated between that observed previously (1961—1993). Species composition was typical for this time of year. In*

2014 in the Central and Southern basins of the lake there was an unusually high number of rotifers.

\*\*

1. Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии). — Новосибирск: Наука, 1995. — 694 с.
2. Афанасьева Э. Л. Состав, численность и продукция зоопланктона (1961—1974) // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. — Новосибирск: Наука, 1977. — С. 39—61.
3. Афанасьева Э. Л., Шимараев М. Н. Многолетние изменения зоопланктона пелагиали озера Байкал в период глобального потепления // Состояние и проблемы продукционной гидробиологии: Сб. науч. работ по материалам докл. междунар. конф. «Водная экология на заре XXI века», посвященной 100-летию со дня рождения Г. Г. Винберга. — М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. — С. 253—265.
4. Помазкова Г. И. Зоопланктон озера Байкал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Иркутск, 1970 — 22 с.
5. Помазкова Г. И. Сезонная и годовая динамика численности и биомассы коловраток в озере Байкал (район Больших Котов, 1956—1966 гг.) // Исследования гидробиологического режима водоемов Восточной Сибири. — Иркутск, 1971. — С. 17—26.
6. Поповская Г. И., Усольцева М. В., Домышева В. М. и др. Весенний фитопланктон пелагиали озера Байкал в 2007—2011 годы // География и природные ресурсы. — 2015. — № 3. — С. 74—84.
7. Шевелева Н. Г., Пенькова О. Г., Кипрушина К. Н. Многолетняя динамика численности зоопланктона открытой части пролива Малое Море (оз. Байкал) // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер.: «Биология. Экология». — 2009. — № 2. — С. 18—22.
8. Hampton S. E., Gray D. K., Izmest'eva L. R. et al. The rise and fall of plankton: long-term changes in the vertical distribution of Algae and Grazers in Lake Baikal, Siberia // PLoS ONE. — 2014. — Vol. 9, Iss. 2. — P. 1—10.
9. Izmesteva L. R., Moore M. V., Hampton S. E. et al. Lake-wide physical and biological trends associated with warming in Lake Baikal // J. Great Lakes Res. — 2016. — Vol. 42, Iss. 1. — P. 6—17.
10. Kravtsova L.S., Izhboldina L.A., Khanaev I.V. et al. Nearshore benthic blooms of filamentous green algae in Lake Baikal // Ibid. — 2014. — Vol. 40. — P. 441—448.
11. Mazepova G.F. The role of copepods in the Baikal ecosystem // J. Mar. Syst. — 1998. — Vol.15. — P.113—120.
12. Melnik N.G., Sheveleva N.G., Pomazkova G.I. Distribution of planktonic copepods of Lake Baikal // Ibid. — 1998. — Vol. 15. — P. 149—153.
13. Timoshkin O.A., Bondarenko N.A., Volkova E.A. et al. The massive development of green filamentous algae genera *Spirogyra* and *Stigeoclonium* (Chlorophyta) in the coastal area of southern Lake Baikal // Hydrobiol. J. — 2015. — Vol. 51, N 1. — P. 13—23.