



УДК 574.583(282.256.341)

## Многолетняя динамика численности зоопланктона открытой части пролива Малое Море (оз. Байкал)

Н. Г. Шевелёва<sup>1</sup>, О. Г. Пенькова<sup>2</sup>, К. Н. Кипрушина<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Лимнологический институт СО РАН, Иркутск

<sup>2</sup>Восточно-Сибирская государственная академия образования, Иркутск

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт биологии при Иркутском государственном университете, Иркутск

E-mail: [shevn@lin.irk.ru](mailto:shevn@lin.irk.ru)

**Аннотация.** Представлены многолетние (1997–2008 гг.) материалы по зоопланктону, собранные ежедекадно в период открытой воды в открытой части Малого Моря (оз. Байкал). Динамика численности основных таксономических групп – веслоногих, ветвистоусых и коловраток – рассматривается с учетом условно выделенных на основе среднегодовой средневзвешенной температуры воды в слое 0–25 м для бух. Бол. Коты «теплых, холодных и нормальных» годов. Отмеченное потепление воды вызвало изменения в структуре и динамике развития как отдельных видов (*C. kolensis*), так и групп (коловраток, ветвистоусых) организмов. Численность *C. kolensis*, круглогодичных коловраток, *D. galeata* и *B. longirostris* положительно коррелирует с температурой воды.

**Ключевые слова:** Байкал, динамика численности; коловратки, ветвистоусые, веслоногие, глобальное потепление.

Многолетняя динамика байкальского зоопланктона изучалась преимущественно на южнобайкальских станциях в бух. Бол. Коты [6; 9; 10] и напротив пос. Листвянка [1; 13]. Авторами обобщены также ежегодные данные по зоопланктону всей акватории открытого Байкала [2; 4]. Опубликованные же данные по многолетней динамике численности основных групп зоопланктона в открытой части пролива Малое Море отсутствуют.

### Материал и методы

Зоопланктон открытой части Малого Моря изучался в течение 1997–2008 гг. в период открытой воды (май – октябрь). Пробы брались ежедекадно в светлое время суток планктонной сетью Джеди (диаметр входного отверстия 37,5 см, размер ячеек 100 мкм). Точка отбора расположена над глубиной более 50 м, облавливали верхний 25-метровый слой воды. Многолетняя динамика численности основных таксономических групп зоопланктона рассматривается в связи со среднегодовой средневзвешенной температурой воды на станции Бол. Коты, рассчитанной для слоя воды 0–25 м по [5]. Взяв эти данные за основу, мы условно выделили «холодные» годы, когда среднегодовая средневзвешенная температура воды была 3,5 °С (2001 г.); «теплые» 1997, 1999, 2002, 2004, 2005; 2007–2008 гг. с температурой 4,9; 5,2;

6,6; 5,0; 5,7; 6,2 и 6,4 °С соответственно и 1998; 2000; 2003; 2006 гг. с «нормальной температурой» воды 4,5; 4,1; 4,4; 4,7 °С соответственно.

### Результаты и обсуждение

Видовой состав зоопланктона в 12-летний период исследований был представлен 37 видами, среди них коловраток – 24, ветвистоусых – 7 и веслоногих – 6. Количество видов по годам практически не менялось, в планктоне присутствовали от 19 до 22. В последние пять лет (2002–2008) в открытой пелагиали достигли относительно большой численности теплолюбивые коловратки *Euchlanis dilatata*, *Ascomorpha ecaudis*, *Trichocerca capucina*, которые ранее встречались только спорадически. Два последних вида доминировали среди коловраток в наиболее теплые годы (2007 и 2008).

Также необходимо отметить присутствие в планктоне в течение всего открытого периода эндемика *Notholca intermedia*. Численность ее в летний и осенний периоды сравнима с весенней. Обратная картина отмечена у ветвистоусых. Так, планктонные виды *Leptodora kindtii*, *Daphnia cristata* и *Bosmina (Eubosmina) longispina* с 2000 г. не отмечены в открытой пелагиали, хотя эти виды обитали в глубине маломорского залива Мухор.

Многолетняя динамика общей численности зоопланктона характеризуется тремя пиками с

максимумом в 2002 г. (рис. 1). Межгодовая численность зоопланктона носит колебательный характер со слабо выраженным положительным трендом ( $R^2 = 0,07$ ). Основу численности зоопланктона за весь период исследований, как и в Южном Байкале на станции Бол. Коты, определяли веслоногие *Epischura baicalensis* и *Cyclops kolensis*. Так, численность *E. baicalensis* превосходила таковую *C. kolensis* в «обычные» по температуре годы (1998, 2001, 2006), когда по данным [5] среднегодовая средневзвешенная температура воды была (3,5–4,7 °C). Исключения составляют 1997 и 2007 гг., которые относятся к теплым (4,9 и 6,2 °C), когда численность эпишуры была в 7 и в 4 раза больше, чем циклопа (рис. 1). За исследуемый период численность эпишуры изменялась от 1,5 тыс. экз/м<sup>3</sup> до 39,7 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Зависимость этого показателя от температуры воды слабо выражена ( $R^2 = 0,20$ ) (рис. 2, А). Межгодовая динамика численности циклопа повторяет кривую общей численности, с явно выраженным одним максимумом (рис. 1). Увеличение плотности циклопа в открытой части Малого моря отмечено с 1999 г. На протяжении шести лет по 2005 г. численность циклопа колебалась в незначительных пределах (рис. 1) при максимальном показателе 50 тыс. экз/м<sup>3</sup> в 2002 г. В 2006 г. (среднегодовая средневзвешенная температура воды 4,7 °C) численность циклопа относительно холодного предыдущего и последующих годов резко понизилась, но с последующего года вновь начала повышаться до отмеченного в 2008 г. второго пика в 17,14 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Как указывалось ранее [7; 9], влияние повышения температуры положительно сказывается на развитии циклопа, пики его численности совпадают с наиболее «теплыми» годами. Зависимость показателя от температуры достаточно высока ( $R^2 = 0,35$ ) (рис. 2, Б). Численность циклопа за исследуемый период имеет большую амплитуду межгодовых колебаний (максимум превышал минимум в 62 раза) по сравнению с динамикой численности эпишуры (26 раз).

За период наблюдений в открытой пелагиали были отмечены следующие виды ветвистоусых: *L. kintii*, *D. cristata*, *Ceriodaphnia pulchella*, *B. (Eubosmina) longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia galeata* при лидирующем положении численности последних двух. Межгодовая численность ветвистоусых носила колебательный характер (рис. 1). Отмечен выраженный временной положительный тренд ( $R^2 = 0,29$ ) (рис. 2, В).

Многолетние исследования численности зоопланктона в Бол. Котах также выявили положительную зависимость численности ветвистоусых от температуры воды [14]. Пики численности кладоцер совпали с «теплыми» 2002 (6,76 тыс. экз/м<sup>3</sup>) и 2007 (1,2 тыс. экз/м<sup>3</sup>) годами. Необходимо отметить, что во все годы исследований численность *B. longirostris* была выше, чем у *D. galeata*.

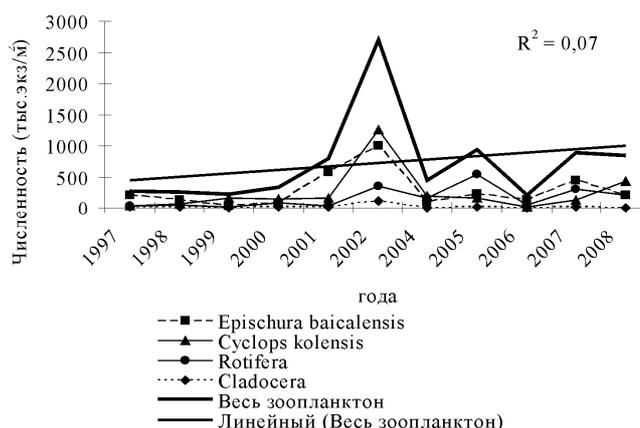


Рис. 1. Многолетняя динамика численности доминирующих видов и таксономических групп зоопланктона в открытой части Малого моря в слое 0–25 м

Исключение составляет 2002 г., когда на протяжении всего периода открытой воды среди ветвистоусых доминировала *D. galeata* (максимальная численность за сезон 14,5 тыс. экз/м<sup>3</sup>, средняя — 4,69 тыс. экз/м<sup>3</sup> против 7,63 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 2,07 тыс. экз/м<sup>3</sup> соответственно у босмины).

Коловратки в открытой части Малого моря, как указывалось и ранее [12], самая богатая по разнообразию видов группа и по численности они уступают только веслоногим (рис. 1). По мнению К. С. Гайгалас [3], в глубоководной пелагиали коренного Байкала обитают 13 видов коловраток, 4 вида из них (*Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *K. longispina*, *Filinia terminalis*) являются круглогодичными. В зависимости от сезона, этот комплекс пополняется зимне-осенними (*Synchaeta pachypoda*, *Notolca grandis*, *N. acuminata*) или летне-осенними формами (*Asplanchna priodonta*, *A. herricki*, *Polyarthra trigla*, *Synchaeta stylata*, *Collotheca mutabilis*, *Conochilus unicornis*). Вышеперечисленные виды также отмечены нами на исследуемой станции, а круглогодичные виды составляли основу численности коловраток за весь период наблюдений.

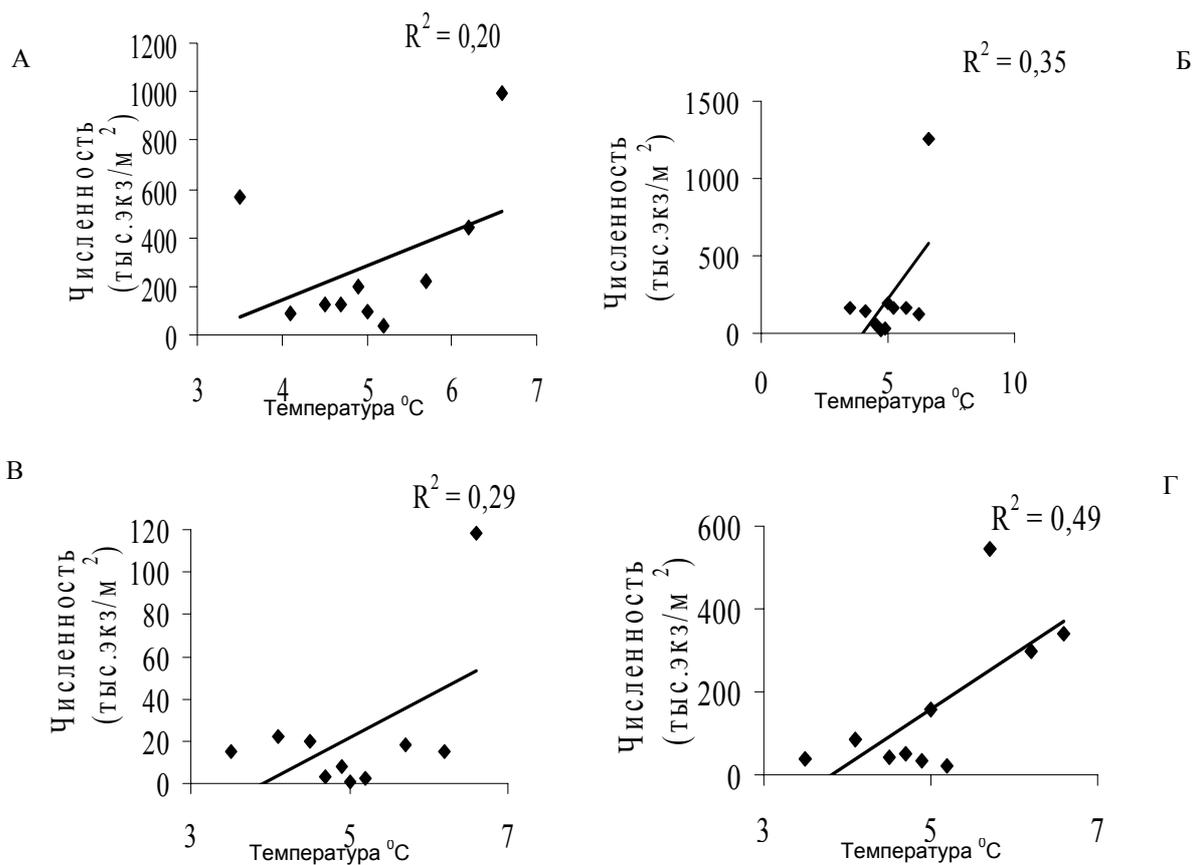


Рис. 2. Зависимость численности зоопланктона от температуры воды в слое 0–25 м. (А – *E. baicalensis*; Б – *C. kolensis*; В – Cladocera; Г – Rotifera)

Из большого разнообразия коловраток доминировали только 2–3 вида. В период с 1997 г. по 2000 г. лидировали по численности *K. quadrata*, *F. terminalis*, *K. longispina*, а в 1998 г. еще и *A. priodonta*. В 2001 г., который был самым «холодным» за весь период наблюдений, наибольшей численности достигала только *F. terminalis*. В 2002 г. доминирующий комплекс коловраток состоял из 4 видов: круглогодичные *K. quadrata* и *K. longispina*, теплолюбивые *A. priodonta* и *T. carpicina*. Последний вид стал многочисленным среди коловраток с 2002 г., как и *K. cochlearis*, которая с 2004 г. вошла в доминирующий комплекс. Начиная с 2002 г., необходимо отметить увеличение численности *A. ecaudis*. Этот вид вместе с *K. cochlearis* входил в доминирующее ядро коловраток. Многолетняя динамика численности коловраток также испытывала колебания, всего отмечено 4 пика численности. Необходимо заметить, что с 1997 по 2001 г. численность коловраток была

незначительна и максимальные величины не превышали 3,37 тыс. экз/м³.

Годы с 2002 по 2008 относятся к наиболее «теплым» (5–6,6 °C) (за исключением 2003 и 2006 гг.), численность коловраток резко возросла: минимальные ее значения отмечались не ниже 2,01 тыс. экз/м³. Многолетние (1997–2008 гг.) данные показывают значительный тренд к увеличению ( $R^2 = 0,49$ ) численности коловраток (рис. 2, Г), что положительно связано с повышением температуры воды.

#### Заключение

Таким образом, непрерывный 12-летний период наблюдений в открытой части Мало-го моря выявил изменения в структуре и динамике численности зоопланктона, вызванные потеплением воды. Увеличилась численность некоторых теплолюбивых коловраток (*T. carpicina*, *A. ecaudis*), ранее отмечавшихся в единичных экземплярах. В «теплые» годы увеличилась также численность кругло-

годовых коловраток (*K. cochlearis*, *A. priodonta*). Начиная с 2002 г. в открытой пелагиали Малого моря не отмечались такие ветвистоусые, как *L. kindtii*, *B. (E.) longispina* и *D. cristata*. В 2002 г. по численности среди зоопланктона лидировала *D. galeata*, а не *B. longirostris*, что, согласно данным многих авторов [6; 8; 11], является исключением. Нами отмечается также увеличение с 1998 г. численности коловраток, циклопа *C. kolensis* и ветвистоусых, о чем свидетельствуют положительные связи ( $R^2 = 0,29$ ;  $R^2 = 0,49$ ) между этим показателем и температурой воды.

#### Литература

1. Афанасьева Э. Л. Состав, численность и продукция зоопланктона (1961–1974) / Э. Л. Афанасьева // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. – Новосибирск : Наука, 1977. – С. 39–61.
2. Афанасьева Э. Л. Многолетние изменения зоопланктона пелагиали озера Байкал в период глобального потепления / Э. Л. Афанасьева, М. Н. Шимараев // Состояние и проблемы продукционной гидробиологии. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. – С. 253–264.
3. Гайгалас К. С. К познанию фауны коловраток озера Байкал / К. С. Гайгалас // Изв. БГНИИ при ИГУ. – 1958. – Т. 17, вып. 1–4. – С. 103–43.
4. Измestьева Л. Р. Современное состояние экосистемы озера Байкал и тенденции его изменения / Л. Р. Измestьева, Б. К. Павлов, С. В. Шимараева // Тез. докл. VIII съезда гидробиол. общества РАН. – Калининград, 2001. – Т. 1. – С. 12–14.
5. Кипрушина К. Н. Многолетняя и сезонная динамика зоопланктона открытой части Южного Байкала / К. Н. Кипрушина, Л. Р. Измestьева //

Вест. Томского гос. ун-та. – 2009. – № 328. – С. 191–195.

6. Кожов М. М. Озеро Байкал / М. М. Кожов, Г. И. Помазкова // Многолетние показатели развития зоопланктона озер. – М. : Наука, 1973. – С. 133–178.
7. Мазепова Г. Ф. Циклопы озера Байкал / Г. Ф. Мазепова. – Новосибирск : Наука, 1978. 144 с.
8. Пенькова О. Г. Структура зоопланктона рифтовых озер мира / О. Г. Пенькова, Н. Г. Шевелева // Сиб. экол. журн. – 2001. – С. 19–24.
9. Пислегина Е. В. Зависимость пелагического зоопланктона от температуры воды в Южном Байкале / Е. В. Пислегина // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов. – Иркутск, 2005. – С. 426–428.
10. Помазкова Г. И. Сезонная и годовая динамика численности и биомассы зоопланктона в озере Байкал (район Больших Котов, 1956–1966 гг.) / Г. И. Помазкова // Исследования гидробиологического режима водоемов Восточной Сибири. – Иркутск, 1971. – С. 17–26.
11. Шевелева Н. Г. Видовой состав и распределение ветвистоусых ракообразных в озере Байкал / Н. Г. Шевелева // Зоол. журн. – 1996. – № 75. – С. 312–314.
12. Шевелева Н. Г. Зоопланктон южной части пролива Малое море (оз. Байкал) / Н. Г. Шевелева, О. Г. Пенькова // Биология внутренних вод. – 2005. – № 4. – С. 42–49.
13. Шимараев М. Н. Влияние температурных условий на межгодовые изменения летнего зоопланктона пелагиали / М. Н. Шимараев, Э. Л. Афанасьева // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. – Новосибирск : Наука, 1977. – С. 61–76.
14. Sixty years of environmental change in the world's largest freshwater lake - Baikal Lake, Siberia / S. E. Hampton [et al] // Global Change Biology. – 2008. – № 14. – P. 1–12.

## Long-term dynamics of zooplankton abundance in open part of Maloye More Strait (Lake Baikal)

N. G. Sheveleva<sup>1</sup>, O. G. Penkova<sup>2</sup>, K. N. Kiprushina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Limnological Institute SB RAS, Irkutsk

<sup>2</sup>Research Institute for Biology, Irkutsk State University, Irkutsk

<sup>3</sup>East-Siberian State Academy of Education, Irkutsk

**Abstract.** This paper presents long-term data (1997–2008) on zooplankton obtained every 10 days in the open water of the Maloye More (Small Sea) Strait of Lake Baikal. Data on mean annual water temperature in Bolshye Koty Bay have been used for the 0–15 m layer. The dynamics of abundance of the major taxonomic groups (copepods, cladocerans and rotifers) is analyzed according to the conventionally distinguished years – “cold, warm and usual”. Changes in the structure and dynamics of some species (*C. kolensis*) and whole groups of organisms (rotifers and cladocerans) caused possible by water warming. The abundance of *C. kolensis*, *D. galeata* and *B. longirostris* is in positive correlation with water temperature.

**Key words:** Lake Baikal, dynamics of abundance, Rotifera, Cladocera, Copepoda, global warming.

*Шевелёва Наталья Георгиевна*  
*Лимнологический институт СО РАН*  
*664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3*  
*кандидат биологических наук*  
*старший научный сотрудник*  
*тел. (3952) 42–29–23*  
*E-mail: shevn@lin.irk.ru*

*Sheveleva Nataliya Georgievna*  
*Limnological Institute SB RAS*  
*3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033*  
*Ph.D. in Biology,*  
*senior research scientist*  
*phone: (3952)42–29–23*  
*E-mail: shevn@lin.irk.ru*

*Пенькова Ольга Геронимовна*  
*Восточно-Сибирская государственная*  
*академия образования*  
*664011, г. Иркутск, ул. Ниж. Набережная, 6*  
*кандидат биологических наук, доцент*

*Penkova Olga Geronimovna*  
*East-Siberian State Academy of Education*  
*6 Nizhnyaya Naberezhnaya St., Irkutsk, 6640116*  
*Ph.D. in Biology, ass. prof.*

*Кипрушина Ксения Никаноровна*  
*Научно-исследовательский институт биологии при*  
*Иркутском государственном университете*  
*664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3*  
*аспирант*  
*тел. (8908) 66–99–394*  
*E-mail: KsushaGK@mail.ru*

*Kiprushina Ksenia Nikanorovna*  
*Irkutsk State University*  
*Research Institute for Biology*  
*3 Lenin St., Irkutsk, 664003*  
*doctoral student*  
*phone: (8908) 66–99–394*  
*E-mail: KsushaGK@mail.ru*