

*На правах рукописи*

ЛАЗАРЕВ МИХАИЛ ИГОРЕВИЧ

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВЫХ ВИДОВ  
КОЛОВРАТОК В ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА БАЙКАЛ

03.00.18 - гидробиология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Борок - 2007

Работа выполнена в Лимнологическом институте СО РАН

**Научный руководитель:** кандидат биологических наук  
Наталья Григорьевна Мельник

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук  
Геннадий Иванович Маркевич  
доктор биологических наук  
Ольга Петровна Дубовская

**Ведущая организация:**

Вологодский государственный педагогический университет

Защита диссертации состоится «13» ноября 2007 г. в 9<sup>30</sup> часов на заседании диссертационного совета К 002.036.01 при Институте биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН по адресу: 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок.

Тел./факс: (48547) 24042

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина РАН

Автореферат разослан «11» октября 2007 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
канд. биол. наук



Л.Г.Корнева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Rotifera – коловратки – насчитывают до 2000 видов (Wallace et al., 2006). Эти животные широко распространены в водоемах мира, в основном в пресноводных местообитаниях, реже – в солоноватоводных и морских. В Байкале по современным данным (Аров и др., 2001) обитает 214 видов и подвидов коловраток. По многолетним данным (Melnik, 1997) 142 вида и подвида зарегистрированы в планктонных пробах, отобранных сетью Джели. Из них облигатными пелагиобионтами считаются по современным спискам (Аров и др., 2001) 80 видов и подвидов.

По количеству и эндемичности видов-обитателей озеро Байкал представляет собой наиболее необычную озерную экосистему Земли (Тимошкин, 2001). Эндемичными считаются 26 видов и 5 подвидов коловраток; ждут описания целый ряд таксонов видового и подвидового ранга, особенно среди коловраток мейо- и микробентоса (Аров и др., 2001). Из известных в мировой фауне видов и подвидов р. *Notholca* (сем. Brachionidae) более 40 % обитают в Байкале, из них 15 видов и подвидов – эндемики (Аров и др., 2001). Ни в одном водоеме земного шара коловратки р. *Notholca* не представлены таким богатством видов, как в Байкале (Kutikova, 1978). В современных исследованиях идет накопление данных о распространении коловраток в водоемах мира, т.к. изучение причин формирования их видового и внутривидового разнообразия считается важной темой (Wallace et al., 2006).

Благодаря высокой скорости размножения и способности резко увеличивать численность, коловратки могут быстро приспосабливаться к меняющимся условиям среды и заполнять свободные экологические ниши (Галковская и др., 2001). Они достигают концентраций до 1000 экз./л и более (Коловратки..., 2005), составляя совместно с простейшими основу микрозоопланктона озер. Коловратки обильны и разнообразны в прибрежных и интерстициальных сообществах. В Байкале открыта богатая фауна коловраток интерстициали (Аров, 1987).

Для этих микроживотных существенны различия в условиях обитания между сравнительно узкими слоями водной толщи – современные экспериментальные работы показывают быстрые реакции коловраток на сантиметровые скопления водорослей (Ignoffo et al., 2005). Разные виды обнаруживают особенности распределения в одном и том же местообитании (Miracle, 1977; Large Lakes, 1990), в стратифицированной водной толще (Galkovskaya & Arapov, 1998; Галковская, 2006; Galkovskaya et al., 2006); много сведений о различиях состава и численности коловраток в зависимости от температурных и трофических условий (Duggan et al., 2001; Коловратки..., 2005; Wallace et al., 2006; и др.). Выявлены особенности биологии коловраток в зимний период (Ривьер, 1986, 2005). Важную роль в формировании структуры их ансамблей в разнотипных водоемах играют градиенты условий среды обитания (Телеш, 2006). Несмотря на широкий диапазон толерантности к тому или иному фактору среды, коловратки чрезвычайно отличаются по стратегии жизненных циклов в этом диапазоне (Галковская и др., 2001).

Коловратки входят в состав основных потребителей пикопланктона и простейших, трансформируют первичную продукцию, потребляя водоросли и

бактерий, в форму, доступную вторичным консументам (включая молодь рыб); делают это с замечательной эффективностью, продуцируя до 30% суммарной биомассы планктона (Галковская и др., 2001). Наличие партеногенеза, покоящихся яиц, относительно медленной скорости плавания (что удобно для наблюдения), легкости культивирования привели к тому, что сейчас эти организмы считаются одним из самых популярных объектов экспериментальных и полевых исследований, удобной моделью для тестирования экологических и эволюционных теорий (Ricci et al., 2000; Маркевич, 2005; Кутикова, 2005). Общеизвестно, что коловратки должны быть обязательно (наряду с простейшими) включены в систему мониторинга озер (Биоиндикация..., 2007). Их экологические свойства позволяют хорошо тестировать качество вод, однако для этого необходимо знание таковых свойств в конкретном водоеме.

Байкальские коловратки в определенной степени обойдены вниманием, большее значение в изучении биологии озера Байкал традиционно признавалось за ракообразными. Поэтому многие стороны биологии и экологии видов (в т.ч. их распределение) остаются слабо известными, даже для наиболее хорошо изученных пелагических и особенно для донных и зарослевых форм (Атлас..., 1995; Аров и др., 2001). Мало изучено подледное обитание коловраток в озере Байкал, которое представляет особый интерес: именно подо льдом развивается эндемичный ансамбль планктонных видов рр. *Notholca* и *Synchaeta*. В многочисленных работах (Атлас..., 1995) даются описания картин распределения пелагических коловраток по акватории озера или в отдельном районе (как правило, вместе со всем зоопланктоном). Однако, четкого представления о влиянии экологических факторов на распространение и развитие того или иного вида (или ансамбля видов) пока нет.

Одна из причин слабой изученности экологии коловраток заключается в том, что экспериментальная гидробиология на Байкале традиционно развита слабо. Вторая причина – в том, что многие исследования в пелагиали озера Байкал проводились и проводятся с использованием только планктонных сетей с ячейей фильтрующего конуса, наиболее подходящей для отлова ракообразных. В этом случае большинство мелких и редких коловраток не долавливаются. Применение при этом больших по протяженности сетных обловов по вертикали затрудняет сопоставление распределения коловраток с условиями среды в толще вод, фиксируемые обычно в отдельных точках пространства. Таким образом, важный путь дальнейшего изучения экологии байкальских коловраток, включая закономерности их распределения в пелагиали и причины формирования их ансамблей в пелагических местообитаниях – синхронное исследование численности коловраток и экологических условий в озере с использованием комплекса орудий – гидрофизических зондов, батометров и планктонных сетей.

**Цель и задачи исследований.** Цель данной работы - изучить пространственное распределение коловраток в пелагиали озера Байкал и выявить факторы, ограничивающие их распространение в толще вод и способствующие их развитию в пелагических биотопах.

Задачи исследования заключались в следующем:

1. Определить методику учета коловраток в пелагиали озера Байкал с применением батометров, сети Джели и гидрофизических зондов.
2. Определить зависимость распространения и численности пелагических коловраток от температурных условий в толще воды в периоды прямой и обратной стратификации.
3. Изучить влияние холодноводности Байкала на размеры тела видов р. *Keratella*, круглогодично обитающих в открытых водах.
4. Изучить изменения видового богатства и разнообразия, доминирующих форм в ансамблях пелагических коловраток и расхождение в пространстве близкородственных видов в сопоставлении с условиями среды в различных районах озера в подледный период и в период открытой воды.

**Научная новизна.** Впервые проведены исследования пространственного распределения коловраток в системе комплексных лимнологических наблюдений, с применением планктонных мелкоячеистых сетей, большеобъемных батометров и гидрофизических зондов. Впервые по батометрическим данным построена зависимость численности коловраток от температуры воды (по данным за все сезоны года), охарактеризованы закономерности распределения коловраток в разных районах озера в периоды прямой и обратной стратификации, смена их доминирующих форм в разных диапазонах температуры воды (по показаниям СТД-зонда). Доказано наличие в современный период специфических, «гигантских», морфотипов видов р. *Keratella* в открытой холодноводной пелагиали. Впервые определена роль весеннего термобара в разграничении ансамблей пелагических коловраток и в проникновении прибрежных коловраток в глубинные слои водной толщи. При исследовании микрораспределения коловраток получены первые батометрические данные о расхождении близкородственных видов в пространстве одного биотопа и в экотонах, при переходе от одного сообщества к другому. С использованием комплекса орудий (сетей, батометров, шприцев) и водолазных сборов доказана средообразующая роль ледовых водорослей, от состава и обилия которых зависит видовое богатство и разнообразие зимне-весенних коловраток.

**Практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы для разработки биоиндикационной шкалы определения состояния пелагических сообществ в Байкале, что важно в мониторинге озера Байкал, использованы для чтения курсов по биологии коловраток в Иркутском государственном университете.

**Апробация работы.** Основные результаты работы были представлены на Второй и Четвертой Верещагинской Байкальских конференциях (Иркутск, 2000, 2005); на Втором Международном симпозиуме "Экологически эквивалентные и экзотические виды гидробионтов в Великих и больших озерах мира», УланУдэ, 2002; на Третьем Международном Симпозиуме «Ancient lakes: speciation, development in time and space, natural history» (Иркутск, 2002); на конференции «Водная экология на заре XXI ВЕКА» (Санкт-Петербург, 2005); на IV Международной конференции по коловраткам (Борок, 2005), на международном конгрессе лимнологов (SIL, Монреаль, 2007), Всероссийской

школе-семинаре по коловраткам (Иркутск, 2007), а также на заседаниях объединенного семинара Лимнологического института СО РАН.

**Публикации.** Основные положения диссертации изложены в 14 работах, из них опубликовано 13 и находятся в печати - 1.

**Благодарность.** Автор выражает искреннюю благодарность руководителю работы - кандидату биологических наук, заведующей лабораторией биологии рыб и водных млекопитающих Лимнологического института СО РАН Н.Г.Мельник, кандидату биологических наук Г.И.Помазковой за высококвалифицированную помощь в видовой идентификации коловраток при обработке проб. Особую признательность за помощь в проведении полевых исследований и за плодотворные дискуссии автор приносит коллективам лабораторий рыб и водных млекопитающих, биологии водных беспозвоночных и гидрофизики Лимнологического института СО РАН, участникам экспедиций под руководством Н.Г.Мельник и О.А.Тимошкина за помощь в работе, за предоставленный материал по условиям обитания коловраток – Н.А.Бондаренко, Н.Ф.Логачевой, О.И.Белых, Л.А.Горбуновой, Л.М.Сорокиной, Т.Я.Косторновой, И.А.Теркиной, О.Н.Павловой, В.Г.Иванову, А.А.Жданову и В.В.Блинову, а также коллективу японской исследовательской группы из Киотского университета (руководители работ проф. Е.Вада и проф.М.Наканиши).

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов собственных исследований и их обсуждения, общего заключения, выводов и списка цитируемой литературы, включающего 220 источников, в том числе 136 иностранных. Она изложена на 150 стр., включает 7 таблиц и 63 рисунка.

Работа выполнена в рамках бюджетных проектов Лимнологического института СО РАН №№ 28.3.4 и 7.9.1.1, в т.ч. проектов БМЦЭИ, и при частичной поддержке грантов РФФИ №№ 05-04-48624 и 06-04-48878.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БАЙКАЛЬСКИХ ПЕЛАГИЧЕСКИХ КОЛОВРАТОК**

#### **1.1. Общие сведения по биологии коловраток.**

Приведены современные сведения по биологии коловраток, необходимые для рассмотрения их реакций на условия обитания в одном и разных биотопах.

#### **1.2. Изученность пространственного распределения коловраток в пелагиали озера Байкал.**

Приведены основные результаты исследования байкальских пелагических коловраток, на основе чего сформулированы направления диссертационного исследования.

### **ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

#### **2.1. Методика сбора байкальских пелагических коловраток.**

##### **2.1.1 Орудия лова и объем пробы.**

Учитывая опыт методических работ по байкальскому зоопланктону (Афанасьева, 1963; Каплин, 1974; Кожова, Мельник, 1985; Кожова и др., 1985),

диапазон сетных концентраций коловраток (Помазкова, 1970; Кожов, Помазкова, 1973; Шевелева, Пенькова, 2005; и др.), а также полученные автором данные о количестве массовых видов в батометрических пробах - принято, что для получения достоверного материала по структуре ротаторного сообщества предпочтительно работать *комплексом орудий*, состоящим из батометра и мелкочаеистой сети (применялось сито с ячейей 88 мкм). Двадцатилитровая батометрическая проба профильтровывалась через маленькую сеть с размером ячеей 20 мкм. Для измерения условий обитания коловраток использовался рН-метр-иономер «Эксперт 001-2» марки Эконикс и STD-зонд (SBE-25 или TSI-3.5).

### **2.1.2. Отбор проб на пелагической станции**

Отбор проб производился либо во всей водной толще – от 0 до 1400 м, либо в слое воды 0-250 м. В мелководных районах озера пробы отбирались от поверхности до дна. Горизонты (слои) отбора проб выбирались как в слоях градиентов температуры воды (по показаниям STD-зонда), так и в промежуточных между ними точках. Показано, что в таких случаях получаются сопоставимые картины распределения коловраток по данным сети Джели и батометра.

### **2.2. Методики обработки.**

Материал фиксировался в 4 %-ном формалине. Подсчет сетных проб осуществлялся по общепринятой методике обработки байкальского планктона (Кожова, Мельник, 1978). При обработке батометрических проб зоопланктона подсчитывали весь осадок. Для морфометрических исследований измерялись части тела, которые не деформируются при фиксации – панцирь, его придатки и расстояние между ними. Измерения проводились окулярным микрометром при постоянном увеличении микроскопа  $\times 350$  раз. Цена деления микрометра была равна 3.2 мкм. Было промерено по 600 экземпляров каждого вида (по 100 экземпляров из каждой пробы). Для каждого вариационного ряда определялись минимальное и максимальное значение признака, средняя арифметическая ( $M$ ), ошибка средней арифметической ( $m_s$ ), среднеквадратическое отклонение ( $S_x$ ), коэффициент вариации ( $C$ ) и общий коэффициент вариации ( $M_c$ ).

Для определения видового разнообразия подледных проб использовался индекс Шеннона-Вейнера ( $H$ ), который вычислялся по формуле:

$$H = -\sum p_i \cdot \ln p_i,$$

где  $p_i$  – доля каждого организма во всей пробе - определяется соотношением численности вида (экз./м<sup>3</sup>) к общей численности всех организмов в данной пробе (экз./м<sup>3</sup>), а  $\ln p_i$  – натуральный логарифм этой доли.

### **2.3. Структура материала.**

Сбор материала проводился в период с 1997 по 2006 гг. в экологически разных районах (Кожов, 1962; Sheveleva et al., 1995) озера Байкал и в зонах, переходных между ними: 1) открытая глубоководная пелагиаль – центральные водные массы (глубины дна до 1000-1400 м) – сборы проведены сетями и батометрами в разные сезоны; 2) открытое мелководье и надсклоновые воды: район стационарного полигона в Южном Байкале (у м. Березовый) – февраль-апрель 2001, 2003 и 2004 гг., над глубинами дна от 1,6 до 360 м (применены сети, сачки, батометры, шприцы, водолазные сборы); 3) створовые части

заливов и проливов, приустьевые участки крупных притоков озера, где располагаются зоны контакта разных водных масс: 3.1) 11-13 июня 2001 г. на трех полуразрезах на Селенгинском мелководье: у м. Болдаково, м. Сухинского и у протоки Кукуй (весенний термобар); 3.2) 11 июня 2004 г. на продольном разрезе в проливе Малые Ольхонские Ворота (весенний термобар); 3.3) 25 августа 1999 г. на Селенгинском мелководье (разрез «м. Красный Яр – протока Харауз»; 3.4) 18 августа 1999 г. - в створе крупного залива озера Байкал – Чивыркуйского – на 5 станциях над глубинами дна 500, 270, 100, 50 и 19 м. Гидрохимические параметры, бактерио- и фитопланктон отбирались на тех же горизонтах, где пробы зоопланктона. Для морфологического анализа коловраток послужили планктонные пробы, собранные в различных районах Байкала сетью Джеди с фильтрующим конусом с ячейей 88 мкм в августе - сентябре 1998 г. в слое воды 0-50 м. Всего было обработано 150 проб с 52 станций.

### ГЛАВА 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛОВРАТОК В РАЗЛИЧНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА В ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА БАЙКАЛ

#### 3.1. Сезонные комплексы коловраток и распределение массовых форм в открытой пелагиали.

По многолетним данным (Помазкова, 1970) выделяют 3 сезонных комплекса в открытом Байкале: 1) виды, дающие вспышку в летне-осенний период, но встречающиеся в течении всего года в пелагиали озера Байкал: *Keratella quadrata*, *K.cochlearis*, *Filinia terminalis*, *Kellicottia longispina* (это круглогодичный комплекс видов, массовых в летне-осенний период); 2) виды, дающие вспышку численности в зимне-весенний период, - эндемичные *Notholca intermedia* и *N. grandis*, *Synchaeta pachypoda*, *S. pachypoida* и *S. prominula*. Это зимне-весенний комплекс массовых видов; 3) виды, проникающие в открытые воды в наиболее теплое время года, в августе-октябре - летне-осенний комплекс.

Распределение коловраток зависит от фазы их внутригодового развития и обилия в тот или иной год. Показано, что в «не мелозирном» (Evstafyev, Bondarenko, 2007) 1998 г. в Южном Байкале зимне-весенние и круглогодичные коловратки слабо развивались в открытом озере подо льдом, и соответственно была мала общая численность коловраток (рис. 1), в августе-октябре численность круглогодичных коловраток достигала высоких значений, определяя общую численность коловраток. В «мелозирном» (Evstafyev, Bondarenko, 2007) 2000 г. и зимне-весенние и круглогодичные коловратки давали вспышку численности в апреле-мае и осенью соответственно (рис. 2). Численность зимне-весенних коловраток может служить индикатором «мелозирного» года.

По данным послонных сборов до глубин 1000-1400 м в 2003-2006 гг. в Южном Байкале в разные сезоны года глубже верхнего 50-метрового слоя воды, обычно рекомендуемого для мониторинга пелагиали, может находиться значимая доля коловраток (табл. 1). За основной слой обитания коловраток в глубоководной зоне озера Байкал принят деятельный слой пелагиали – 0-250(300) м. Глубже 250 м, в слоях воды с температурой ниже 4 °С, большую часть года единично регистрируются только круглогодичные виды.

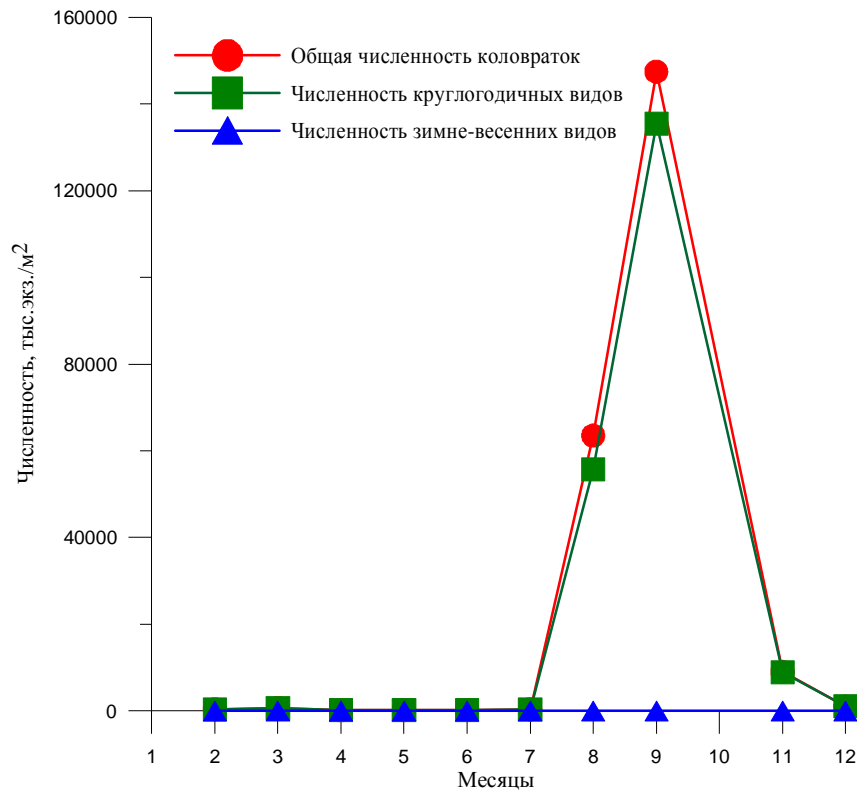


Рис 1. Численность коловраток в 1998 г. в Южном Байкале, в 5 км от м. Березовый, в слое 0-250 м (сеть из сита с ячейей 88 мкм).

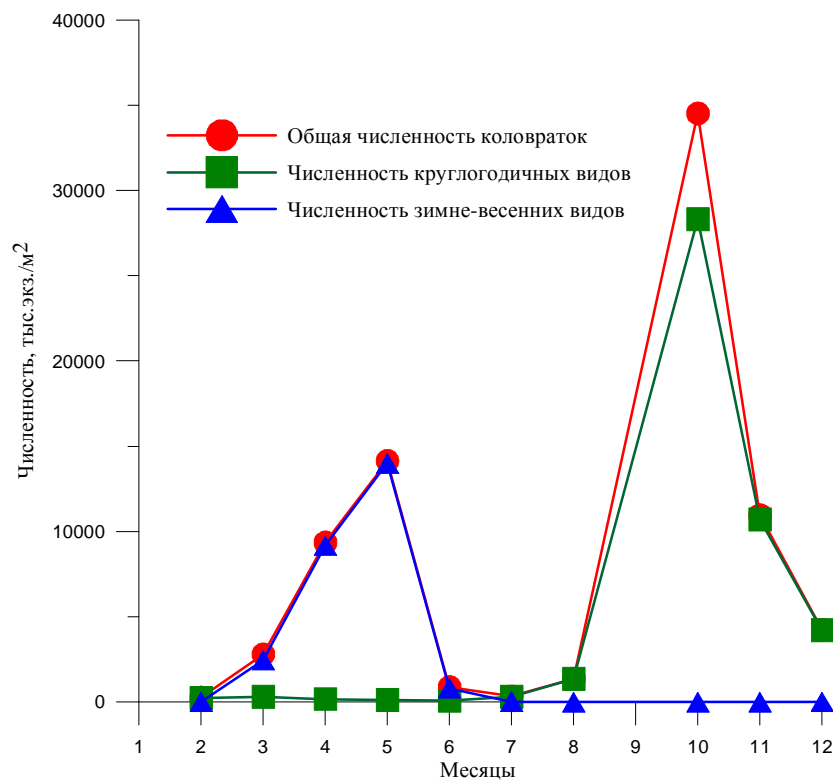


Рис 2. Численность коловраток в 2000 г. в Южном Байкале, в 5 км от м. Березовый, в слое 0-250 м (сеть из сита с ячейей 88 мкм).

По батометрическим данным в слое 0-250 м за апрель-октябрь построена зависимость суммарной численности коловраток от температуры воды в открытых водах (рис. 3).

Таблица 1

Вертикальное распределение коловраток в открытом Байкале  
(южная котловина, доля от общей численности во всей водной толще, %)

Слой, м	16.03.05	26.03.05	26.05.05	8.06.06	6.08.05	10.09.06
0-50	59,4	92,4	52,0	65,8	93,6	70,0
50-100	18,3	0,6	27,7	15,7	1,0	0,9
100-250	7,4	5,7	9,7	6,7	4,0	3,3
250-500	5,3	0,7	0,9	11,8	1,0	0,1
500-1000	4,6	0,6	6,7	-	0,3	26,0
1000-1300	5,0	-	3,0	-	0,1	-

В диапазоне температуры воды 0-4 °С зависимость численности коловраток от температуры воды – обратная – к 4 °С их численность снижается (зависимость слабо выражена). При 4 °С численность коловраток минимальна (до 10 тыс.экз./м<sup>3</sup>); в диапазоне 4-8 °С происходит исчезновение из планктона зимне-весенних коловраток, но могут давать вспышки численности круглогодичные виды (по-видимому, их более холодолюбивые внутривидовые формы). При температуре воды от 8 до 16 °С регистрируются вспышки численности круглогодичных и летне-осенних видов.

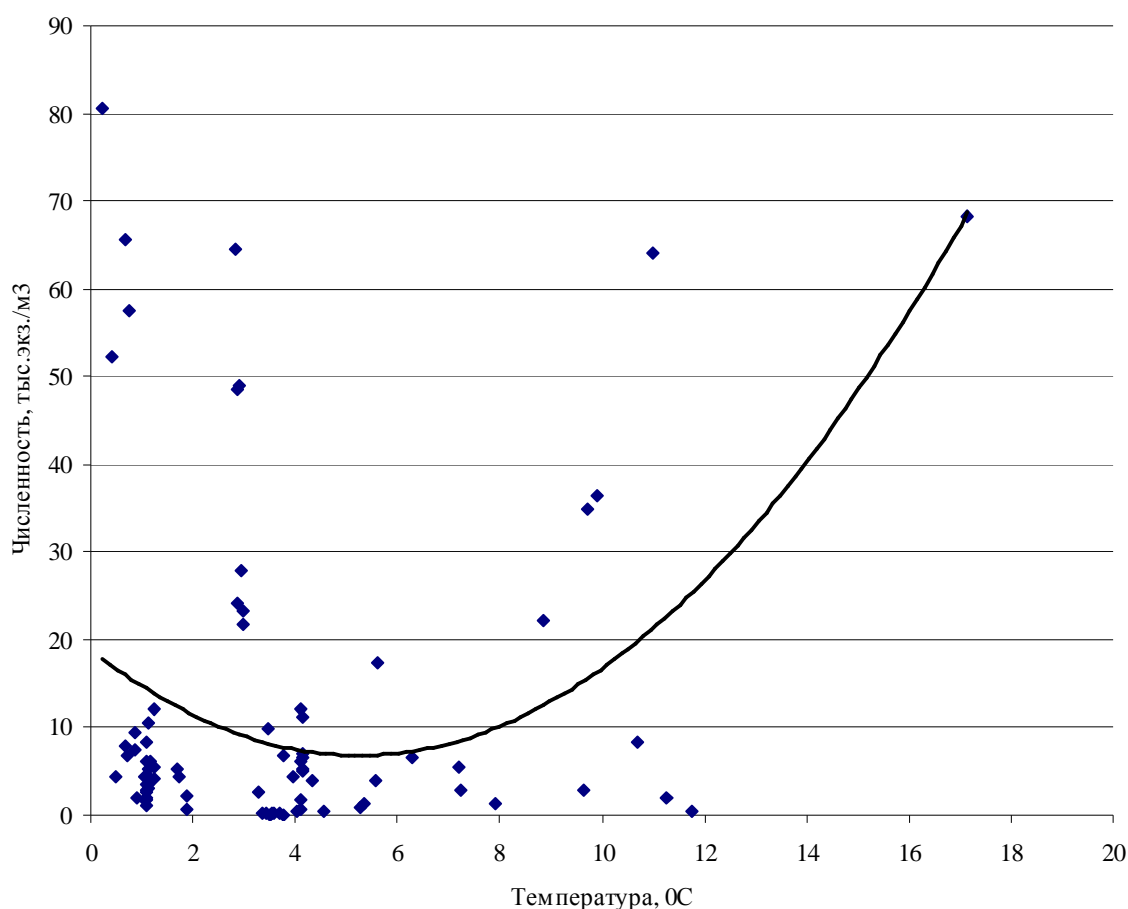


Рис 3. Зависимость численности коловраток от температуры воды по данным 20-литровых батометрических проб (открытые воды, слой воды 0-250 м).

### 3.2. Распределение коловраток в зимне-весенний период в прибрежно-склоновой зоне открытого Байкала.

Показано, что в прибрежно-склоновой зоне открытого Байкала (у м. Березовый) в период вегетации подледных водорослей (апрель 2003 г.) различные слои воды над глубинами дна от 1,6 до 360 м заселены различными ансамблями коловраток. В узком подледном наиболее холодном двухметровом слое воды (или в нижнем ярусе криофильных сообществ) в условиях температурного градиента, при сравнительно резких вертикальных изменениях температуры воды от 0,1 до 1,0 °С, наиболее высоких значениях рН, доминировании динофитовых водорослей существует разнообразный по числу видов поверхностный ансамбль коловраток. Здесь коловратки достигают максимальной численности (до 80 экз./л); основу ансамбля составляют пелагофильные холодолюбивые эндемичные виды. В поверхностном ансамбле по направлению от берега в сторону открытого озера происходит смена доминантных и субдоминантных видов р. *Synchaeta*: *S. rufina*, *S. pachypoda*, *S. pachypoda* и *S. prominula* (рис. 4). В слое воды 5-50 м при стабильных температурных условиях (1,1-1,2 °С), в альгоценозе с доминированием диатомовых водорослей, существует другой, надсклоновый, ансамбль коловраток с доминированием планктонного эндемичного вида *Notholca intermedia*. Сравнительно низкий уровень развития бактериопланктона, автотрофного пикопланктона и водорослей не позволяет видам этого ансамбля достигать высокой численности. Над глубинами дна более 100 м (при температуре воды 3,5-3,6°С) во всей толще воды численность и разнообразие коловраток резко снижаются; здесь встречаются единично широкораспространенные круглогодичные планктонные виды, которые дают вспышку численности в летне-осенний период.

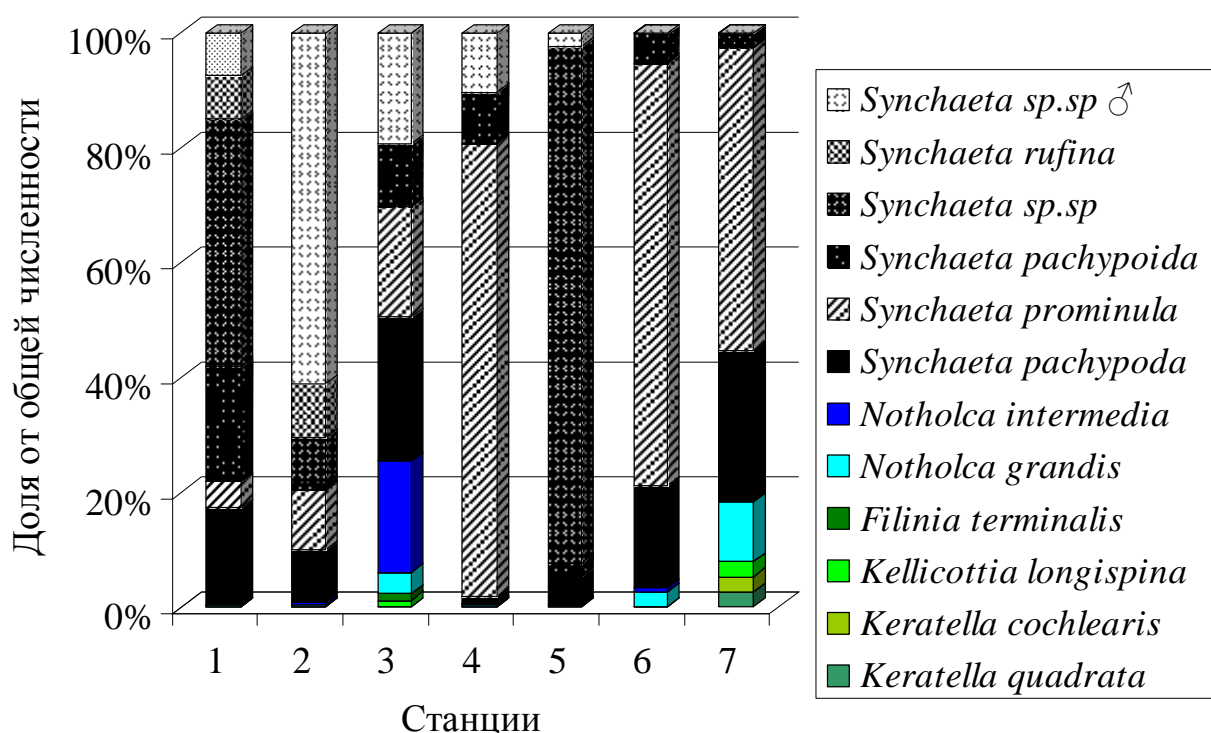


Рис. 4. Смена доминирующих видов в подледном слое воды (0-2 м) у м. Березовый 7 апреля 2003 г. (доля от общей численности коловраток).

### 3.3. Распределение коловраток в период весеннего термобара.

По данным за 11-13 июня 2001 г. на Селенгинском мелководье и в проливе Малые Ворота Малого моря (11 июня 2004 г.) показано: в период весеннего термобара четко прослеживаются различия в численности и составе коловраток (рис. 5, 6) в мелководных, прогретых до 7-12 °С, и в более глубоководных районах пелагиали озера (в 3 км и более от берега, при 4 °С и менее).

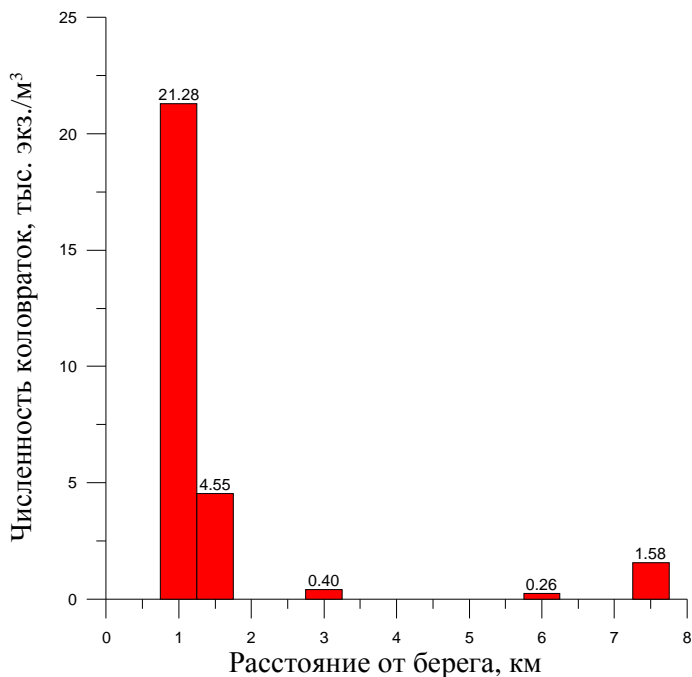


Рис. 5. Численность коловраток на втором полуразрезе у м. Сухинского 11 июня 2001 г.

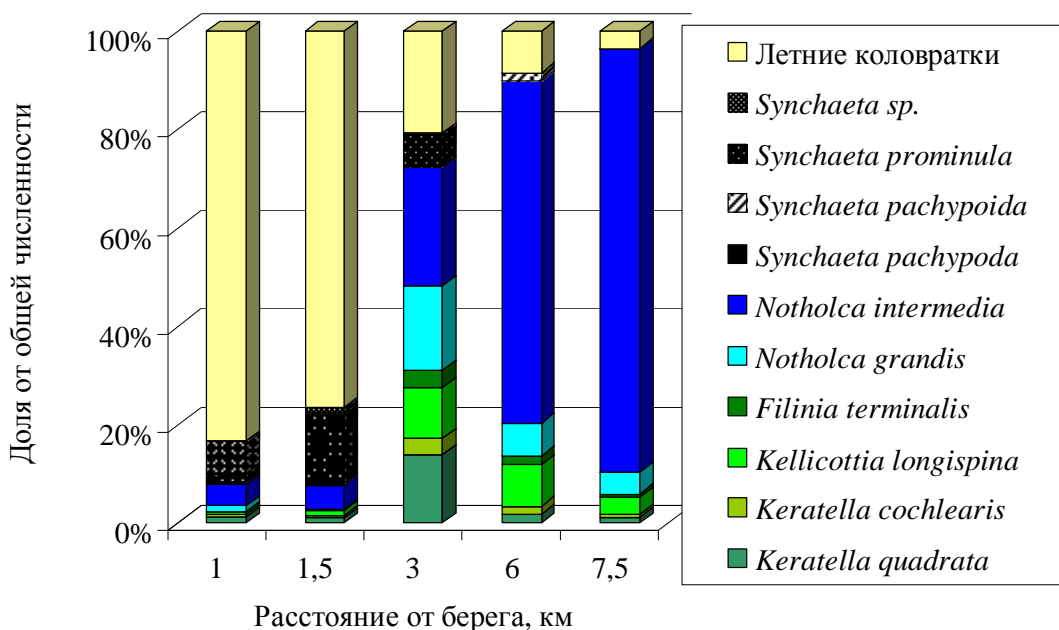


Рис. 6. Смена доминирующих видов коловраток на втором полуразрезе у м. Сухинского 11 июня 2001 г.

Это обусловлено резкими различиями в физико-химических и биотических параметрах двух зон с неодинаковой скоростью прогрева водных масс. В Ладожском озере, 10-13 июня 1994 г. также обнаружено снижение численности зоопланктона в изотермической ( $< 4^{\circ}\text{C}$ ) зоне по сравнению со стратифицированной ( $4-13^{\circ}\text{C}$ ); отмечено резкое падение обилия коловраток для станций с температурами ниже  $9^{\circ}\text{C}$  и сходная с нашими данными приуроченность видов к определенным температурным зонам (Авинский и др., 2000). Обнаружение на глубоководной станции второго полуразреза в слое воды 50-210 м (над глубиной 210 м) 12 видов коловраток, включая необычные для глубинных слоев виды *Keratella valga* и *Conochilus unicornis*, свидетельствует о том, что опускание поверхностных слоев воды в зоне весеннего термобара может переносить в глубинные слои не только водоросли (Likhoshway et al., 1995) и автотрофный пикопланктон (Melnik et al., 2006), но и коловратки.

### 3.4. Распределение коловраток в период открытой воды на Селенгинском мелководье.

Распределение коловраток в период открытой воды исследовалось на 5 станциях разреза «м. Красный Яр - пр. Харауз» 22 августа 1999 г. в слоях воды до 250 м. Поверхностный слой воды (0-25 м) - наиболее прогретый, с температурой  $11-15^{\circ}\text{C}$ , второй - более глубокий слой (25-50 м) характеризуется температурой  $5-11^{\circ}\text{C}$ . И глубинный, самый холодный слой (50 м и глубже), имеет температуру  $4-5^{\circ}\text{C}$  (табл. 2). Численность коловраток (табл. 2) уменьшается от поверхностных слоев воды к более глубоким, но внутри каждого слоя меняется мало, увеличиваясь от центральных частей озера к Селенгинскому мелководью и к западному побережью озера (к м. Красный Яр). Снижение численности коловраток на станции 1 в слое 0-25 м, очевидно, связано со снижением численности водорослей (табл. 2).

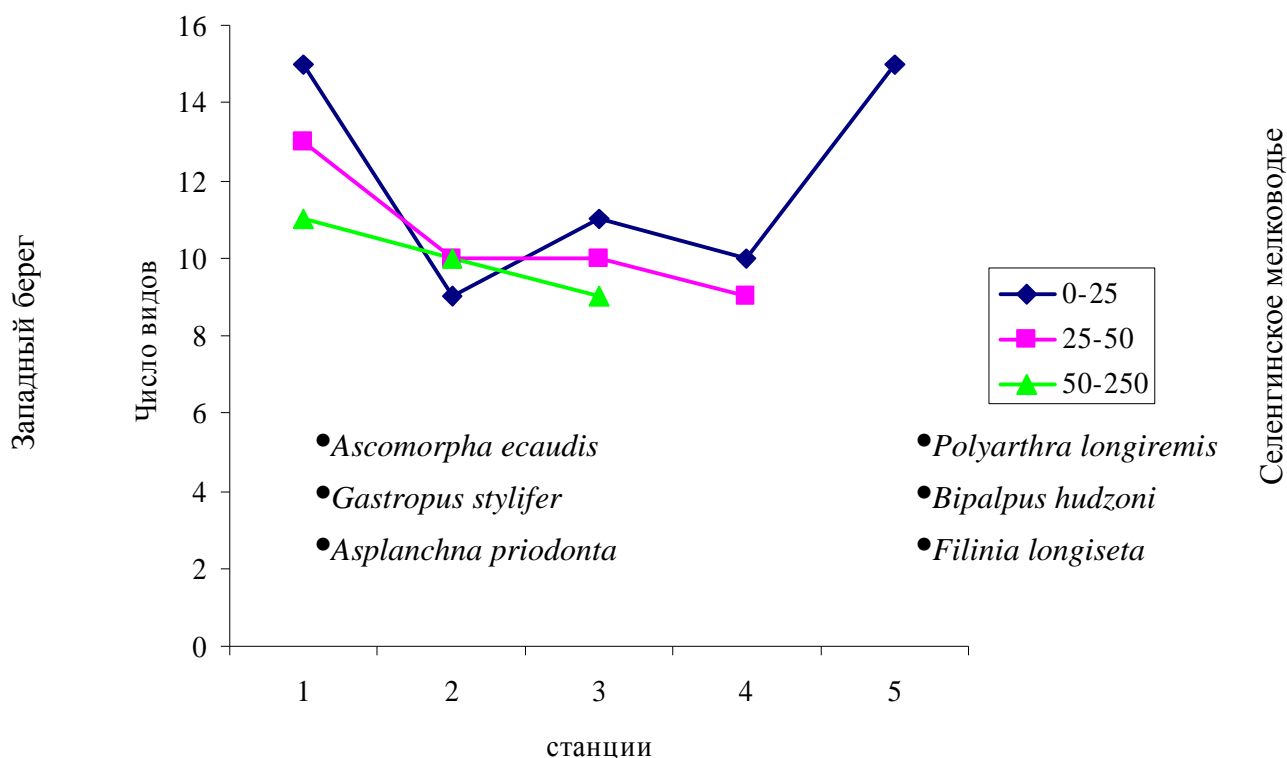


Рис. 7. Изменение числа видов и состава коловраток на разрезе «м. Красный Яр – пр. Харауз» 22 августа 1999 г.

Видовое богатство и состав ансамблей коловраток на разрезе в пределах слоя 0-50 м изменяется от станции к станции (рис. 7), число видов увеличивается по направлению к западному берегу и к Селенгинскому мелководью. Однако, на Селенгинском мелководье в группе летних коловраток присутствуют *Polyarthra longiremis*, *Bipalpus hudsoni*, *Filinia longiseta*, которые полностью исчезают по направлению к западному берегу озера. *Ascomorpha ecaudis*, *Gastropus stylifer*, *Asplanchna priodonta* отмечены только с западной стороны, но отсутствуют на Селенгинском мелководье. Увеличение численности *Gastropus stylifer* и *Ascomorpha ecaudis* у западного берега связано с увеличением здесь численности динофитовых водорослей, которыми эти виды питаются (Nogrady et al., 1993).

Таблица 2

Численность коловраток и параметры среды обитания на разрезе “м.Красный Яр – пр. Харауз” 22 августа 1999 г.

Станция	Слой, м	Температура воды, °С	Численность бактериопланктона, млн.кл./мл	Численность водорослей, тыс.кл./л	Численность коловраток, тыс.экз./м <sup>3</sup>
1	0-25	13,2-15,1 <b>14,1</b>	<b>2,1</b>	<b>13,71</b>	<b>36,32</b>
2	0-25	12,1-15,0 <b>13,6</b>	<b>2,1</b>	<b>46,38</b>	<b>140,92</b>
3	0-25	10,9-15,0 <b>(13,0)</b>	<b>1,8</b>	<b>29,55</b>	<b>149,00</b>
4	0-25	11,1-14,1 <b>12,6</b>	<b>2,0</b>	<b>47,28</b>	<b>144,64</b>
5	0-10	12,3-13,8 <b>13,1</b>	<b>2,2</b>	<b>82,40</b>	<b>141,43</b>
1	25-50	6,6-13,2 <b>9,9</b>	<b>4,8</b>	<b>13,46</b>	<b>30,69</b>
2	25-50	4,8-12,1 <b>8,4</b>	<b>1,6</b>	<b>46,48</b>	<b>18,32</b>
3	25-50	10,9-5,0 <b>8,0</b>	<b>1,6</b>	<b>18,33</b>	<b>24,59</b>
4	25-50	11,1-6,4 <b>8,8</b>	<b>1,6</b>	<b>21,81</b>	<b>31,14</b>
1	50-100	3,9-6,6 <b>4,0</b>	<b>1,7</b>	<b>11,67</b>	<b>8,84</b>
2	50-250	3,6-4,8 <b>4,2</b>	<b>0,9</b>	<b>14,04</b>	<b>0,64</b>
3	50-250	3,6-5,0 <b>4,3</b>	<b>0,7</b>	<b>10,11</b>	<b>0,33</b>

Примечание: жирный шрифт – средние для слоя значения.

### 3.4. Распределение коловраток в период открытой воды в створовой части крупного залива озера Байкал (Чивыркуйский залив).

В Чивыркуйском заливе в период устойчивой прямой стратификации (18 августа 1999 г.) отбор проб был проведен с учетом границ эпи-, мета- и гипolimниона в направлении от створовой части в залив (табл. 3).

Таблица 3

Численность коловраток (тыс.экз./м<sup>3</sup>) в створовой части Чивыркуйского залива озера Байкал в августе 1999 г.

Вид	Зона				
	1	2	3	4	5
	14-15 °С	14-12 °С	12-7(5) °С	7(5)-4 °С	< 4 °С
<i>Keratella quadrata</i>	0,54-1,03 <b>0,79</b>	0,45-1,28 <b>1,47</b>	0,14-0,72 <b>0,43</b>	0,01-0,13 <b>0,60</b>	0-0,01 <b>0,01</b>
<i>Keratella cochlearis</i>	4,82-19,22 <b>12,02</b>	1,15-13,19 <b>4,16</b>	0,42-1,30 <b>0,83</b>	0,03-0,47 <b>0,23</b>	0,01-0,09 <b>0,04</b>
<i>Kellicottia longispina</i>	4,81- 4,95 <b>4,88</b>	2,03-7,06 <b>5,13</b>	1,01-4,68 <b>2,42</b>	0,80-2,60 <b>1,52</b>	0,01-0,15 <b>0,06</b>
<i>Filinia terminalis</i>	0 <b>0</b>	0,03-3,45 <b>1,05</b>	0,07-2,05 <b>0,73</b>	0,01-1,05 <b>0,37</b>	0-0,01 <b>0,01</b>
<i>Filinia longiseta</i>	0,27- 0,49 <b>0,38</b>	0,07-0,21 <b>0,15</b>	0-0,01 <b>0</b>	0-0,02 <b>0,01</b>	0-0,01 <b>0,01</b>
<i>Collotheca sp.</i>	5,30- 11,43 <b>8,37</b>	3,98-9,83 <b>6,50</b>	0,38-2,52 <b>0,95</b>	0,02-0,17 <b>0,07</b>	0-0,02 <b>0,01</b>
<i>Conochilus unicornis</i>	0,86-0,90 <b>0,88</b>	0,60-2,78 <b>1,30</b>	0,07-0,19 <b>0,21</b>	0,01-0,04 <b>0,02</b>	0 <b>0</b>
<i>Euchlnis dilatata</i>	0,38-1,54 <b>0,96</b>	0,03-0,23 <b>0,14</b>	0-0,05 <b>0,02</b>	0 <b>0</b>	0-0,01 <b>0,01</b>
<i>Gastropus stylifer</i>	3,51-5,13 <b>4,32</b>	2,33-4,81 <b>3,42</b>	0,42-1,10 <b>0,78</b>	0,01-0,18 <b>0,07</b>	0-0,01 <b>0,01</b>
<i>Polyarthra dolihoptera</i>	15,7-23,8 <b>19,75</b>	1,13-5,56 <b>2,68</b>	0,04-1,30 <b>0,96</b>	0,05-1,10 <b>0,31</b>	0-0,10 <b>0,04</b>
<i>Synchaeta stylata</i> + <i>S. grandis</i>	5,02-6,03 <b>5,53</b>	0,81-4,80 <b>3,14</b>	0,04-3,28 <b>1,21</b>	0,06-0,40 <b>0,16</b>	0-0,02 <b>0,01</b>
<i>Synchaeta cecilia</i> + <i>Synchaeta sp.</i>	2,54-5,76 <b>4,15</b>	0,74-3,08 <b>1,23</b>	0-0,65 <b>0,33</b>	0,02-0,16 <b>0,06</b>	0-0,04 <b>0,01</b>
Численность коловраток	45-80 <b>62,5</b>	21-51 <b>25,2</b>	3-14 <b>9,2</b>	1-5 <b>2,8</b>	0,02-0,60 <b>0,23</b>
Численность зоопланктона	94-132 <b>113,0</b>	51-111 <b>66,2</b>	22-46 <b>36,0</b>	3-14 <b>7,6</b>	0,7-2,4 <b>1,4</b>
Число видов коловраток	16-17	15 18	10-18	12-15	3-9

Для изучения поведения массовых видов в этом районе в зависимости от температурных условий мы выделили 5 зон (табл. 3): 1) верхние слои (0-3-5 м) эпилимниона самого прогретого и наиболее мелководного участка (ст. 4 и 5); 2)

верхние слои (0-4-5 м) эпилимниона менее прогретых участков (ст. 2 и 3) и нижние слои (от 3 до 6-8 м) эпилимниона ст. 3-5; 3) слои воды, где температура резко снижается от 12 до 7(5) °С, т.е. это слои термоклиннов всех станций до глубин 10-15 м; 4) слои воды на ст. 1-4 (от 10 до 60 м – в зависимости от удаленности станции от мелководной части залива), где температура воды меняется от 7(5) до 4 °С; 5) самые нижние слои воды (от 25 до 250 м) ст. 1-4, где температура воды ниже 4 °С. При переходе от 1-ой к 5-ой зонам, последовательно снижается численность коловраток и их доля в численности зоопланктона – от 55 до 10 % (табл. 3), особенно резко в глубинных слоях воды при температуре воды ниже 4 °С. Снижение численности характерно в большей или меньшей степени для всех видов. Наиболее резко снижают численность при переходе от более прогретых слоев воды к менее прогретым виды-доминанты первой зоны: *Polyarthra dolihoptera* и *Keratella cochlearis*, в меньшей степени - *Gastropus stylifer*, *Collotheca sp.*, *Conochilus unicornis*, *Euchlnis dilatata*, *Synchaeta cecilia* и *Synchaeta sp.* Для вышеперечисленных видов характерно снижение численности в термоклине на порядок (табл. 3). Численность *Keratella quadrata* и особенно *Kellicottia longispina* не меняется в зонах 1-4, эти менее теплолюбивые виды снижают численность на порядок только в пятой зоне, при температуре воды ниже 4 °С, где все остальные виды практически единичны.

Доминантные более теплолюбивые виды *Polyarthra dolihoptera* и *Keratella cochlearis* не исчезают из планктона при уменьшении температуры, а только снижают численность, поэтому в зонах 2-3 (нижних слоях эпилимниона и в металимнионе данного района) образуется полидоминантный ансамбль, а затем в зоне 4 доминирует *Kellicottia longispina*. Можно считать, что зоны 2-3 (температура воды 5-12 °С) являются переходными от ансамбля мелководного участка залива к ансамблю створовой части. Об этом говорит также соотношение численности двух видов: менее теплолюбивой *Filinia terminalis* и более теплолюбивой *F. longiseta* (табл. 3). Первая отсутствует в зоне 1, затем в зонах 2 и 3 оба вида встречаются вместе и в зонах 4 и 5 отсутствует (или единичен) второй вид. Увеличение числа видов в пятой зоне (до 9) – результат выноса поверхностных видов в глубинные слои в динамически активном районе створа.

## ГЛАВА 4. ВИДОВОЕ И ВНУТРИВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПЕЛАГИЧЕСКИХ КОЛОВРАТОК И ФАКТОРЫ, ИХ ФОРМИРУЮЩИЕ

### 4.1. Криофильные сообщества и разнообразие байкальских коловраток.

Исследования проводились в период с февраля по апрель 2001 и 2004 гг. Ледовый период различался по его продолжительности, толщине льда и снега, в оба года среди водорослей доминировали представители р. *Aulacoseira* (Bondarenko et al., 2006): в 2001 году подледные агрегации водорослей достигали в некоторых местах 1 м и более, биомасса водорослей достигала в период активной вегетации в марте сотен миллиграммов в 1м<sup>3</sup>; в 2004 г. длина агрегаций водорослей не превышала 1-2 см, а биомасса водорослей была на

порядок ниже. В 2001 г. зарегистрировано, согласно индексу Шеннона-Вейнера, значительно большее видовое разнообразие зоопланктона, чем в 2004 г. (рис. 8). Наибольший вклад в видовое разнообразие вносят коловратки, копеподы менее разнообразны. Данные, полученные разными орудиями лова, дают сходные изменения структуры сообщества в марте 2001 и 2004 гг. (рис. 9А). В пробах, отобранных сетью Джели, в 2001 г. регистрируется высокое видовое разнообразие  $H=0,75-1,55$ , большую долю суммарной численности микрозоопланктона (до 50%) составляют эндемичные планктонные коловратки рр. *Synchaeta* and *Notholca*, присутствуют немногочисленные донные коловратки и копеподы. В 2004 г. донных видов в пробах нет, эндемичные коловратки рр. *Synchaeta* и *Notholca* малочисленны (менее 1%), возрастает доля неэндемичных коловраток, абсолютным доминантом становится копепода *Epischura baicalensis* (рис. 9В), видовое разнообразие резко снижается:  $H = 0,13 - 0,44$ .

Пробы, отобранные в больших (2001 г.) и мелких (2004 г.) подледных обрастаниях водорослей водолазом специальными сачками, дают еще более четкие различия (рис. 9С,Д). В первом случае видовое разнообразие ( $H = 0,71-1,86$ ) формируется в большей степени за счет более многочисленных эндемичных и неэндемичных видов донных коловраток рр. *Notholca*, *Cephalodella*, *Proales*, *Encentrum* (до 20% общей численности всего сообщества); неэндемичные планктонные коловратки рр. *Keratella*, *Filinia*, *Kellicottia* отсутствуют; численность пелагических копепод снижена до 15%.

В 2004 г. (рис. 9Д), в сачковой пробе, доминирует *E. baicalensis*, эндемичные и неэндемичные планктонные коловратки менее многочисленны, донные виды практически исчезают, а видовое разнообразие снижается ( $H = 0,76$ ). Однако, в пробе, отобранной шприцем в узком подледном слое воды, т.е. непосредственно в маленьких миллиметровых агрегациях водорослей (рис. 9Ф), ситуация другая: видовое разнообразие достигает уровня 2001 г. ( $H = 2,00$ ) и присутствуют донные виды.

В углублениях нижней поверхности льда в марте 2001 г. разнообразны донные животные, однако в пробах они немногочисленны – менее 1 % (рис. 9Е). Доминируют в этом местообитании планктонные копеподы, из коловраток – *K. cochlearis* и *S. prominula*. Видовое разнообразие ( $H = 1,58$ ) создается за счет донных форм разных таксономических групп. Это единственный случай из всех, когда донные копеподы и коловратки составляют 13 и 5 % общей численности сообщества. Доминирует планктонная *E. baicalensis*.

Полученные результаты показали, что возникающие подо льдом местообитания дают байкальским коловраткам дополнительные возможности для их жизнедеятельности. Заселение углублений на нижней поверхности льда донными животными демонстрирует эффект «второго дна» (Тимошкин и др., 2001), который, по-видимому, обычен в мелководной зоне озера над литоралью.

Возрастание видового разнообразия ансамбля коловраток среди хорошо развитых подледных агрегаций водорослей р. *Aulacoseira*, доминирование в такой год эндемичных форм и их повышенная численность свидетельствуют о важной средообразующей роли водорослевых агрегаций криофильных сообществ.

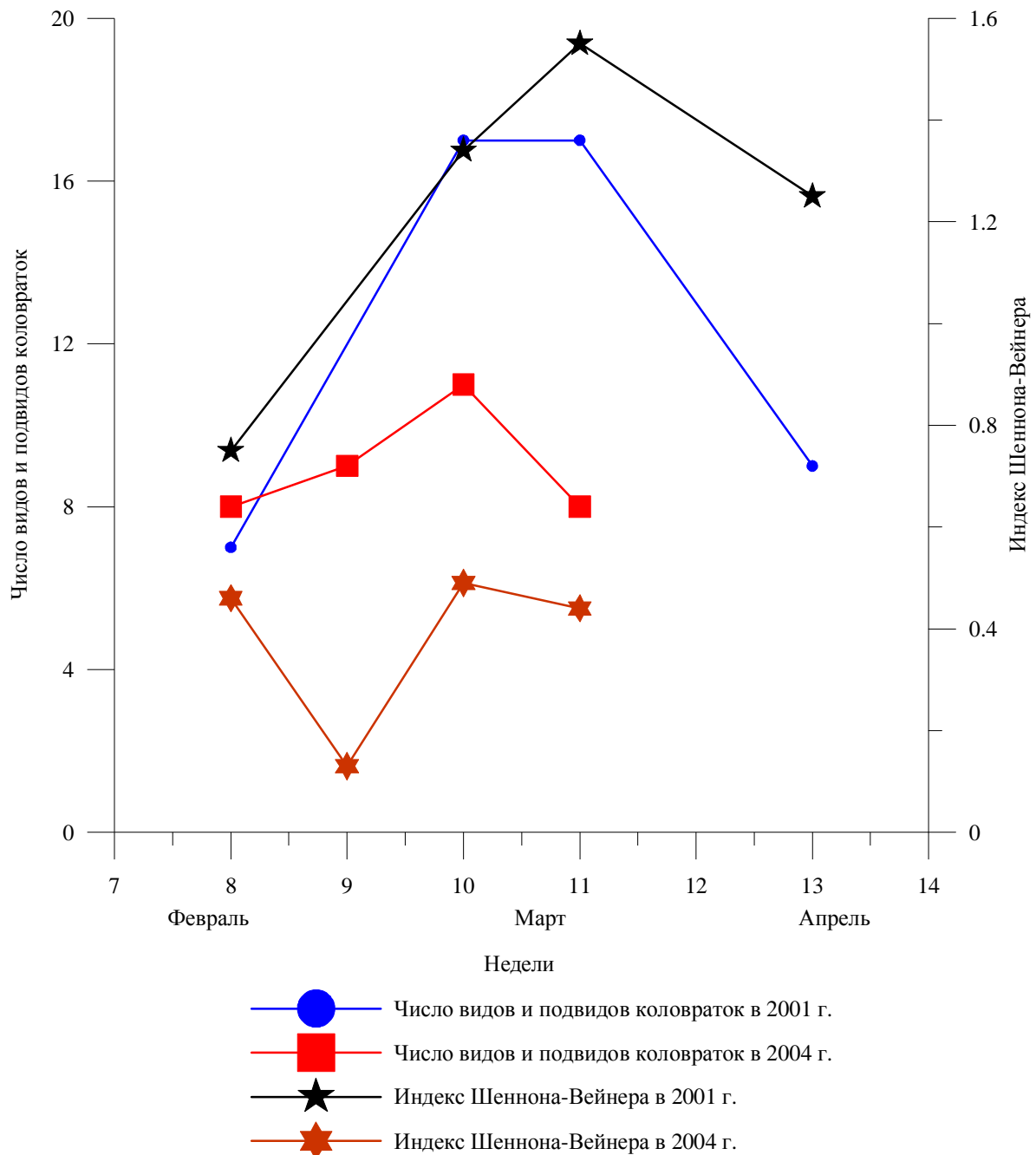


Рис.8. Число видов и подвидов коловраток, а также показатели индекса Шеннона-Вейнера в 2001 и 2004 гг. у м. Березовый (слой воды 0-3 м).

#### 4.2. Холодноводность открытого Байкала и гигантизм байкальских коловраток.

Была изучена изменчивость меристических и морфометрических признаков байкальских коловраток *Keratella quadrata* и *K.cochlearis* в различных местообитаниях. Выборки рассмотрены попарно: в каждой из трех котловин - в прибрежном и глубоководном районах (табл. 5, 6). Выявлено, что различие в условиях мест обитания влияет на размер крайних вариантов, на среднюю арифметическую выборки и не отражается на величине общей изменчивости исследованных особей обоих видов. В целом параметры панциря у обоих рассмотренных видов менее изменчивы, чем параметры его придатков. Зависимости между условиями мест обитания и уровнем вариабильности (С)

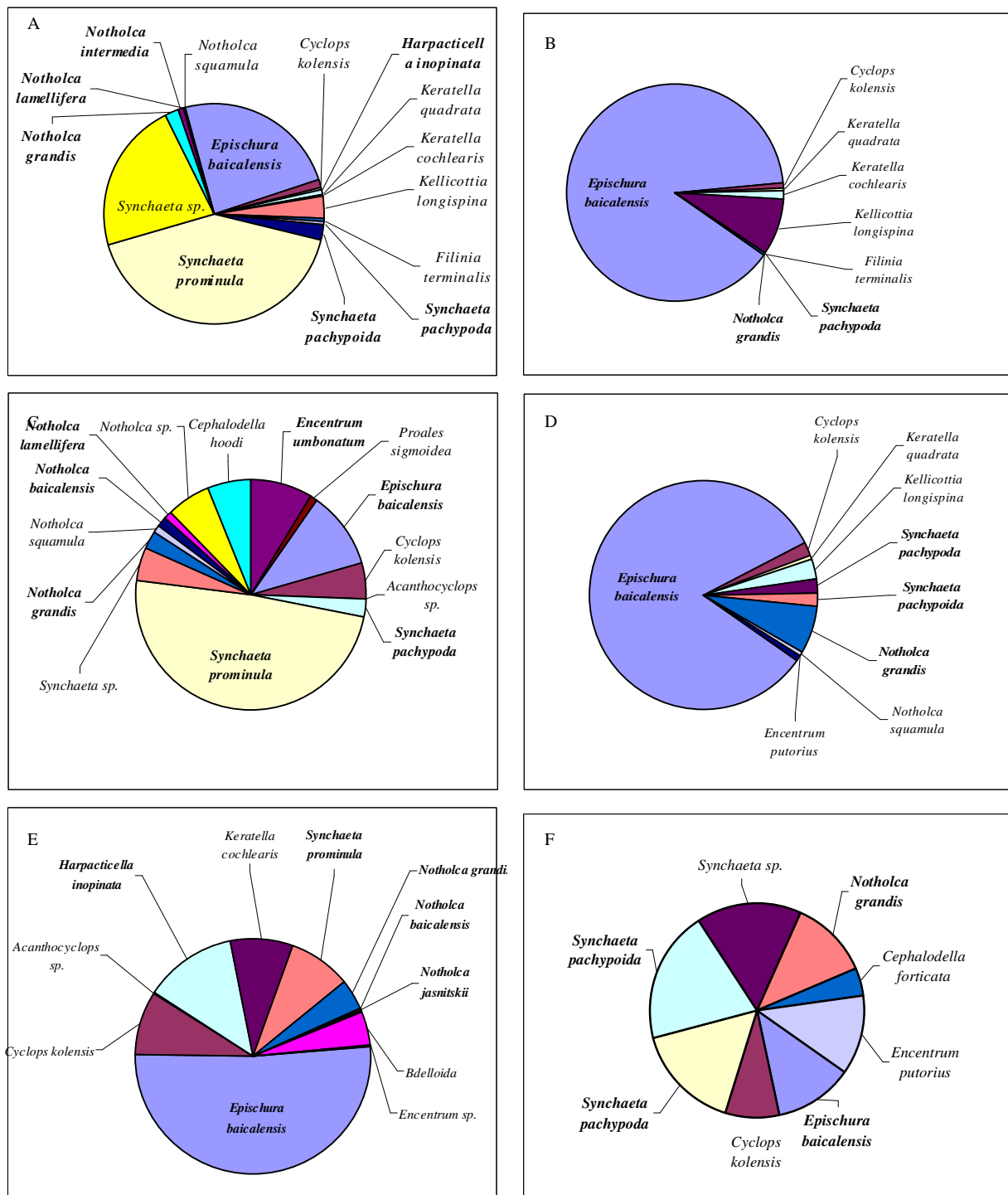


Рис. 9. Численность (%) коловраток и ракообразных в пробах, отобранных в различных местообитаниях в марте 2001 и 2004 гг. в Южном Байкале (у м. Березовый): а) в водной толще - сетью Джели (0-3 м) 27.03.2001 ( $H=1.55$ ); б) в водной толще - сетью Джели (0-3 м) 24.03.2004 ( $H=0.44$ ); в) из агрегаций подледных водорослей - сачком, 22.03.2001 ( $H=1.86$ ); д) из агрегаций подледных водорослей - сачком, 26.03.2004 ( $H=0.76$ ); е) из ледовых углублений, 12.03.2001 ( $H=1.58$ ); ф) из агрегаций подледных водорослей - шприцем, 26.03.2004 ( $H = 2.00$ ).

Таблица 5. Вариационно-статистические характеристики –  $M \pm ms$  (мкм) и  $C$  (%) признаков у *Keratella quadrata*

Параметры	Чивыркуйский залив (Сев.Байкал)		3 км от м.Тонкий (Сред.Байкал)		3 км от р.Солзан (Юж. Байкал)		м.Елохин–п.Давша, центр (Сев.Байкал)		м.Ухан–м.Тонкий, центр (Сред.Байкал)		п.Маритуй–р.Солзан, центр (Юж. Байкал)	
	М	С	М	С	М	С	М	С	М	С	М	С
L общая	276,9±2,1	7,4	288,1±1,3	4,6	298,1±1,4	4,7	295,4±1,8	6,2	293,7±1,3	4,5	296,7±1,4	4,7
L панциря	138,1±0,8	5,9	139,0±0,6	4,1	143,0±0,4	2,9	142,8±0,9	6,0	140,9±0,5	3,6	142,6±0,5	3,8
L марг.шипов	40,5±0,7	16,4	43,4±0,4	8,9	47,2±0,5	10,0	44,4±0,6	13,5	44,8±0,5	10,5	44,5±0,4	8,9
L мед.шипов	51,8±0,7	13,5	52,9±0,5	10,1	59,1±0,6	10,3	50,8±0,7	14,5	55,2±0,7	13,3	55,±0,6	10,5
L задних шипов	94,7±1,2	13,1	102,6±0,9	8,7	103,8±0,9	8,2	108,2±1,1	10,2	105,0±0,7	6,9	104,1±0,9	9,0
D <sub>1</sub>	109,5±1,3	11,9	118,6±1,1	9,6	128,0±1,5	11,6	115,1±1,4	11,8	120,9±1,3	10,4	120,5±1,9	16,1
D <sub>2</sub>	119,5±2,3	18,8	130,5±2,5	19,0	131,9±2,1	16,1	124,4±2,5	20,4	131,6±2,0	15,1	130,2±2,1	16,5
V панциря	98,4±0,6	5,8	102,6±1,0	9,7	105,2±0,6	5,4	103,0±0,8	7,3	102,4±0,6	6,1	103,9±0,6	5,3

Таблица 6. Вариационно-статистические характеристики –  $M \pm ms$  (мкм) и  $C$  (%) признаков у *Keratella cochlearis*

Параметры	Чивыркуйский залив (Сев.Байкал)		3 км от м.Тонкий (Сред.Байкал)		3 км от р.Солзан (Юж. Байкал)		м.Елохин–п.Давша, центр (Сев.Байкал)		м.Ухан–м.Тонкий, центр (Сред.Байкал)		п.Маритуй–р.Солзан, центр (Юж. Байкал)	
	М	С	М	С	М	С	М	С	М	С	М	С
L общая	178,7±1,7	9,3	206,4±1,5	7,1	209,9±1,5	7,3	203,3±1,3	6,6	202,9±1,3	6,3	210,1±1,1	5,3
L панциря	99,8±0,9	8,7	111,6±0,6	5,6	115,6±0,7	6,4	110,8±0,5	4,5	109,6±0,6	5,5	115,6±0,6	4,9
L марг.шипов	15,8±0,3	18,1	17,3±0,3	18,9	17,6±0,3	19,0	15,2±0,3	19,0	16,9±0,3	16,8	17,6±0,3	16,0
L мед.шипов	24,7±0,3	13,7	26,2±0,3	12,6	26,8±0,4	14,0	25,1±0,3	11,7	25,4±0,3	12,8	26,3±0,3	12,6
L задних шипов	53,2±0,9	16,5	67,9±0,9	13,2	67,6±0,8	12,5	67,0±1,0	14,4	67,0±0,8	11,7	67,5±0,7	9,6
D <sub>1</sub>	60,1±0,6	9,2	63,9±0,6	9,4	63,8±0,7	11,7	61,1±0,5	7,6	63,2±0,5	8,3	65,7±0,9	14,1
V панциря	67,4±0,7	10,6	77,7±0,6	7,6	78,8±0,6	7,1	79,5±0,6	7,0	75,5±0,7	8,7	79,0±0,8	10,0

Примечания к таблицам: L общая – общая длина панциря; L панциря – длина панциря; L марг.шипов – длина маргинальных шипов; L мед.шипов – длина медиальных шипов; L задних шипов – длина задних шипов; D<sub>1</sub> – расстояние между вершинами маргинальных шипов; D<sub>2</sub> – расстояние между вершинами задних шипов; V панциря – ширина панциря.

морфометрических признаков не установлено. Также как и В.Н.Яснитский (1926), мы полагаем, что температура воды в открытом Байкале является главным фактором, определяющим увеличение размеров тела у исследованных широкораспространенных видов р. *Keratella*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях озера Байкал коловратки проявляют общие свойства, характерные для этой таксономической группы. Прежде всего, они демонстрируют стратегию расхождения по температурному и трофическому вектору (Галковская, 2006) - как у близкородственных форм в рамках одного биотопа, так и в экотонах, когда мелководные ансамбли сменяются глубоководными. Уровень суммарной численности коловраток в пелагиали Байкала по батометрическим данным входит в диапазон, характерный для больших озер (Large Lakes..., 1990; Коловратки..., 1990, 2005; и др.). Состав байкальских ансамблей и реакции видов в них специфичны в разных районах озера. Это связано, прежде всего, с термопреферендами видов и их внутривидовых форм в стабильно холодноводных условиях глубоководных частей озера и в более прогреваемой прибрежной зоне. Этот вопрос подлежит дальнейшему изучению с привлечением спектра химических, физических и биологических параметров среды обитания в пелагиали Байкала, а также в экспериментальных условиях.

Последнее обстоятельство необходимо учитывать при использовании коловраток в биоиндикации озера Байкал. Опыт использования универсальных индексов для байкальских коловраток и инфузорий (Лазарев и др., 2006) показал необходимость разработки специфичной для озера шкалы оценки качества воды по микрозоопланктону.

В работе показано, что коловратки могут служить критерием оценки уровня развития в пелагиали первичных продуцентов – водорослей. В структуре пищевых сетей озера Байкал коловратки важны и как первичные консументы и как источник питания хищных зоопланктеров и молоди рыб, в том числе пелагических голомянок в «мелозирные» годы (Дзюба и др., 2002, 2004). Роль коловраток в пищевых цепях пелагиали – второй важный вопрос дальнейшего изучения этой группы в озере Байкал.

## ВЫВОДЫ

1. По данным комплексных лимнологических наблюдений на пелагических станциях для наиболее полного учета состава, численности и распределения коловраток в пелагиали озера Байкал необходимы совмещенные сетные и батометрические сборы, структура которых корректируется по показаниям СТД-зонда.

2. В периоды прямой и обратной стратификации барьером для распространения коловраток в водной толще озера является температура воды близкая к 4 °С: в слоях воды с такими температурными условиями видовое богатство коловраток уменьшается до 1-4 видов круглогодичного комплекса, их численность – до единиц-десятков и редко сотен экз./м<sup>3</sup>. В связи с этим основным местообитанием коловраток в открытых водах озера следует считать деятельный 250-300-метровый слой пелагиали, более глубокие слои – зоной их выноса.
3. В период формирования весеннего термобара распределение коловраток зависит не только от локализации зоны фронта (4 °С), но определяется динамикой водных масс. Изотермическая и стратифицированная зоны резко отличаются по структуре ансамблей коловраток: на Селенгинском мелководье с удалением от берега представители летне-осеннего комплекса замещаются зимне-весенними коловратками - *Notholca intermedia*, *N. grandis*. То же самое происходит и в проливе Малые Ворота Малого моря с удалением в сторону открытого озера.
4. Диапазон температуры воды 4-8-12 °С является переходным, в пределах которого происходит смена сезонных комплексов, а также переход к мелководным ансамблям коловраток. Индикатором переходной зоны, где происходит смена ансамблей, может служить сообитание двух видов р. *Filinia* (*F. longiseta* и *F. terminalis*). В переходной зоне суммарная численность коловраток возрастает от тысяч экз./ м<sup>3</sup> (4-8 °С) до нескольких десятков тысяч экземпляров в 1 м<sup>3</sup> (8-12 °С).
5. В летне-осенний период при повышении температуры воды от 12 до 14 °С и выше численность коловраток увеличивается от нескольких десятков тысяч в 1 м<sup>3</sup> до 100 тыс. экз./м<sup>3</sup> и более. В этот период в поверхностных слоях пелагиали (0-25-50 м) в одинаковых диапазонах температуры воды структура ансамблей коловраток меняется в зависимости от численности и состава водорослей.
6. Важную структурообразующую роль для подледных коловраток прибрежно-склоновой зоны открытого озера играют тип местообитания, обилие водорослей и состав альгоценоза. Видовое разнообразие коловраток и численность видов эндемичного зимне-весеннего комплекса над открытой литоралью определяется степенью развития ледовых слизистых агрегаций диатомовых водорослей р. *Aulacoseira*.
7. В прибрежной зоне открытого озера в марте-апреле наблюдается расхождение коловраток по температурному и трофическому вектору: в подледном поверхностном слое воды (0-2 м) концентрируются виды р. *Synchaeta*, среди которых по направлению от берега в сторону открытого озера происходит смена доминантных и субдоминантных видов (*S. rufina*, *S. pachypoda*, *S. pachypoda* и *S. prominula*). Глубже, в слое 5-50 м, зарегистрированы виды р. *Notholca*, доминирует *N.*

- intermedia*. Коловратки круглогодичного комплекса представлены в подледном сообществе этого района лишь на глубоких горизонтах.
8. По современным данным показано, что круглогодичное обитание видов р. *Keratella* в условиях стабильной холодноводности открытого Байкала, вызывает формирование особых гигантских морфотипов.

### СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

- Лазарев М.И. Морфологическая изменчивость панцирных коловраток *Keratella quadrata* и *K. cochlearis* в условиях разных биотопов озера Байкал // Тезисы докладов и стендовых сообщений Второй Верещагинской Байкальской конференции. - Иркутск, 2000. - С. 125.
- Лазарев М.И., Аров И.В. Морфологическая изменчивость панцирных коловраток *Keratella quadrata* и *K. cochlearis* озера Байкал // Исследования фауны водоемов Восточной Сибири. - Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2001. - С. 9-15.
- Дзюба Е.В., Мельник Н.Г., Лазарев М.И., Наумова Е.Ю., Тереза Е.П. Сезонная динамика спектров питания молодежи голомянок в пелагиали южной котловины озера Байкал // Материалы Второго международного симпозиума «Экологически эквивалентные и экзотические виды гидробионтов в Великих и больших озерах мира». - УланУдэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2002. - С. 26-27.
- Lazarev M.I., Arov I.V. A view on the intraspecies structure of the testaceous rotifers *Keratella quadrata* and *K. cochlearis* on the grounds of cluster analysis // Third International Symposium «Ancient Lakes: Speciation, Development in Time and Space, Natural History». - Novosibirsk: Nauka Publishers, 2002. - С. 94.
- Melnik N.G., Bondarenko N.A., Belykh O.I., Blinov V.V., Ivanov V.G., Korovyakova I.V., Kostornova T.Ya., Lazarev M.I., Logacheva N.F., Pomazkova G.I., Sherstyankin P.P., Sorokovikova L.M., Tolstikova L.I., Tereza E.P. The distribution of pelagic invertebrates near a thermal bar in Lake Baikal // Third International Symposium "Ancient Lakes: Speciation, Development in Time and Space, Natural History. - Novosibirsk: Nauka Publishers, 2002. - С. 110.
- Melnik N.G., Bondarenko N.A., Belykh O.I., Blinov V.V., Ivanov V.G., Korovyakova I.V., Kostornova T.Ya., Lazarev M.I., Logacheva N.F., Pomazkova G.I., Sherstyankin P.P., Sorokovikova L.M., Tolstikova L.I., Tereza E.P. The distribution of pelagic invertebrates near a thermal bar in Lake Baikal // Hydrobiologia. – 2006. - Vol. 568 (S. 1). – P.69-76.
- Дзюба Е.В., Наумова Е.Ю., Мельник Н.Г., Помазкова Г.И., Тереза Е.П., Лазарев М.И. Межгодовая и сезонная динамика спектра

питания молодежи голомянок озера Байкал // Труды кафедры зоологии позвоночных. – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 2004. – С. 65-70.

- Мельник Н.Г., Лазарев М.И., Наумова Е.Ю., Тереза Е.П. Учет зоопланктона глубоководного озера (на примере озера Байкал) // Тезисы докладов и стендовых сообщений Четвертой Верещагинской Байкальской конференции. - Иркутск, 2005. – С. 130.
- Белых О.И., Потемкина Т.Г., Гранин Н.Г., Блинов В.В., Томберг И.В., Кузьмина А.Е., Глызина О.Ю., Тереза Е.П., Мельник Н.Г., Лазарев М.И., Гнатовский Р.Ю., Башарина Т.Н.. Проведение комплексных физико-химических и биологических исследований на мониторинговой станции в Южном Байкале // Тезисы докладов и стендовых сообщений Четвертой Верещагинской Байкальской конференции. - Иркутск, 2005. – С. 21.
- Lazarev M.I., Pomazkova G.I., Melnik N.G. Under-ice habitat of planktonic rotifers in Lake Baikal and the problem of their endemism // Aquatic Ecology at the Dawn of XXI Century. – St-Petersburg, 2005 – P. 51.
- Лазарев М.И., Помазкова Г.И., Иванов В.Г., Теркина И.А., Павлова О.Н., Белых О.И., Бондаренко Н.А., Мельник Н.Г. Распределение коловраток в водной толще прибрежно-склоновой зоны озера Байкал в подледный период // Коловратки (таксономия, биология и экология): Материалы IV Международной конференции по коловраткам, Борок, 6-8 декабря 2005 г. – Борок, 2005 – С. 175-189.
- Лазарев М.И., Мельник Н.Г., Оболкина Л.А., Кренева С.В. Изучение индикаторного значения соотношения численности инфузорий и коловраток в условиях озера Байкал // Биоиндикация в мониторинге пресноводных систем: Тез.докл. международной конф., 23-27 окт. 2006 г., Санкт-Петербург. – СПб, 2007. – С. 89.
- Melnik N.G., Lazarev M.I., Pomazkova G.I., Bondarenko N.A., Obolkina L.A., Penzina M.M, Timoshkin O.A. Life strategy of pelagic animals in Lake Baikal // Proceeding of SIL: Abstracts. – Montreal, 2007. – P. 235.
- Melnik N.G., Lazarev M.I., Pomazkova, N.A.Bondarenko, L.A.Obolkina, M.M.Penzina, O.A.Timoshkin, R.L.Wallace. The cryophilic habitat of micrometazoans under the lake-ice in Lake Baikal // Fundam. Appl. Limnol. (Arch. Hydrobiol.) – в печати.