



УДК 574.24/.587:551.435.322 (282.256.341)

Состав и сезонная динамика мейзообентоса заплесковой зоны Южного Байкала (на примере бухты Большие Коты)

О. В. Попова¹, О. А. Тимошкин¹, Е. П. Зайцева¹, А. Г. Лухнев¹,
Ю. М. Зверева^{2, 1}, Н. Н. Куликова¹, В. В. Мальник¹, А. А. Широкая¹

¹ Лимнологический институт СО РАН, Иркутск

² Иркутский государственный университет, Иркутск

E-mail: porova-olga87@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований состава, количественных и пространственно-временных характеристик мейзообентоса пляжей заплесковой зоны юго-западного побережья оз. Байкал (бух. Бол. Коты) за период 2008–2011 гг. Обнаружено, что из 14 встреченных таксономических групп организмов наиболее часто встречаются олигохеты (98 %), тардиграды (62 %), нематоды (51 %), циклопы (48 %), остракоды (44 %) и турбеллярии (43 %). Средняя численность мейобентосных организмов за период май – октябрь 2010 г. оказалась равной 123 ± 38 тыс. экз./м². Показано, что в период открытой воды в 2010 г. максимальная численность сообщества (около 500 тыс. экз./м²) приходится на июль. Наибольшая средняя численность сообщества мейзообентоса в бухте (268 ± 74 тыс. экз./м²) зарегистрирована в 2009 г. Получены первые сведения по реакции сообщества мейзообентоса на волновое воздействие. Установлено, что оптимальным для развития мейобентосных организмов является слой грунта, расположенный на глубине 6–13 см – именно в нём наблюдается их максимальная численность.

Ключевые слова: заплесковая зона, мейзообентос, состав, численность, сезонная динамика, пляж, Байкал, олигохеты, нематоды, тардиграды, циклопы, пространственное распределение

Введение

Экосистема заплесковой зоны водоёмов среди прочих включает и сообщества мейзообентоса⁵. Иногда по количественным и продукционным характеристикам мейобентос превосходит другие сообщества гидробионтов, включая макробентос [30]. Сообщество можно считать «передаточным звеном» между макро- и мейзообентосом, организмы которого потребляют мелкие частицы пищи, недоступные животным макробентоса [26]. Изучение мейобентоса литорали и, особенно, переходной заплесковой зоны представляет особый интерес и с эволюционной точки зрения, поскольку при освоении интерстициальных пространств пляжей зоны заплеска организмам «не требуется» коренных преобразований морфологической организации [7]. Представители некоторых групп мейобентоса (нематоды, копеподы) являются чувствительными биологическими индикаторами, так как имеют консервативный

жизненный цикл (отсутствие подвижных пелагических стадий), короткий период жизни и находятся в тесном контакте с поровой водой [16; 67].

Изучению мейобентоса морской заплесковой зоны посвящено множество публикаций [12; 13; 29; 32; 33; 37; 42; 54–57; 61; 64; 66 и др.]. Сведений об обитателях зоны заплеска пресных водоёмов значительно меньше, хотя первые исследования были проведены ещё в начале прошлого столетия на территории России [24; 65 и др.]. Часть опубликованных работ касается выживаемости гидробионтов в условиях обсыхания и промерзания грунтов прибрежной зоны рек и водохранилищ [19; 34; 36; 39; 45–47 и др.]. Сведения о фауне заплесковой зоны крупных озёр достаточно скудны [2; 14; 17; 35; 41; 44; 46; 47; 52; 58; 62; 63; 68 и др.]. В большинстве таких работ рассматривается состояние сообществ макро- и мейзообентоса в условиях антропогенного эвтрофирования.

Исследование заплесковой зоны оз. Байкал начато относительно недавно. Как и другие компоненты биоты, фауна этого биотопа изучена относительно слабо [1; 3; 5; 8; 9; 11; 20; 23; 25; 28; 43; 48; 49; 53 и др.]. Однако в запле-

⁵ Своеобразный комплекс организмов, с размерами тела от 0,3 мм до 4 мм, приспособившихся к условиям существования в капиллярных пространствах между частицами грунта [7; 30].

сковой зоне Байкала обнаружена богатая по количественным показателям фауна [25], представители которой формируют сложные по структуре («промежуточные») сообщества, объединяя четыре разнородных по происхождению фаунистических комплекса [5; 10]. В числе предыдущих работ имеются в основном таксономические, освещающие фауну инфузорий [60], циклопов [1; 38], коловраток [3; 4], олигохет [48], нематод [15; 86], тардиград [51] и турбеллярий [11; 21; 22]. Поскольку большую часть прибрежной зоны Байкала составляют каменистые пляжи [25; 27], их биота закономерно изучена в большей степени, чем фауна песчаных пляжей. Так, обстоятельно описан видовой состав, структура сообществ заплесковой зоны и их реакция на абиотические факторы на каменистых грунтах на уровне макрозообентоса. На каменистом пляже Южного Байкала обнаружены 30 видов беспозвоночных. Всё население зоны пляжа разделено на три экологические группы: случайные вселенцы, мигранты и постоянные обитатели. Последние состоят из двух комплексов видов: амфибионтного и гидробионтного. Здесь выделены 5 сообществ, из них 3 с доминированием амфипод, 2 – с доминированием олигохет. Рассмотрено влияние динамики каменистого пляжа, вызванной изменением уровня воды и волнением, на изменение состава и количественных характеристик макрозообентоса. Показана вертикальная структура сообществ, которая зависит от вертикальной неоднородности грунта. Прослежена динамика сообществ зообентоса, связанная с динамикой грунтов и особенностями жизненных циклов животных [8–10; 20; 50]. В 2012 г. опубликованы первые сведения о мейоинфауне береговых скоплений детрита байкальских пляжей, где встречены 15 групп организмов, среди которых доминировали олигохеты, циклопы, нематоды и тихоходки [5].

Известно, что микронаселение песчаного грунта значительно богаче и разнообразнее, чем других грунтов [64]. Первые сведения о мейозообентосе песчаных пляжей на Байкале были получены И. В. Аровым [3]. Здесь было открыто сообщество, качественно отличающееся преобладанием таксонов, не свойственных лимнопсаммону других водоёмов; исследованы коловратки псаммона оз. Байкал, проанализированы закономерности пространственного распределения животных псаммона, изучено влияние факторов среды на распространение фауны; исследована структура псаммона оз. Байкал [3]. Практические реко-

мендации по сбору псаммона в зоне заплеска (гигро- и эупсаммалы) приводят Г. Л. Окунева и И. В. Аров [40].

С 2008 г. в рамках междисциплинарного исследования нами начаты регулярные сборы проб мейозообентоса интерстициальных вод зоны заплеска в бух. Бол. Коты на юго-западном побережье Байкала. Цель настоящей статьи – представить первые результаты наших исследований состава, количественных и пространственно-временных характеристик мейозообентоса пляжей заплесковой зоны юго-западного побережья озера Байкал за период 2008–2011 гг.

Материалы и методы

Геолого-геоморфологическая характеристика изученных пляжей приведена в статье Т. Г. Потемкиной и соавторов, опубликованной в данном выпуске журнала.

Пробы мейобентоса отбирались на четырёх стандартных станциях, в бух. Бол. Коты от пади Чёрная (51°53' N; 105°2' E) до пади Варначка (51°53' N; 105°7' E) на расстоянии 0,5–1,5 км друг от друга. Для отбора проб мейозообентоса использовали отборную трубку прибора Uwitec-corer (диаметр 59,5 мм), которую погружали в толщу грунта до максимально возможной глубины (в среднем глубина погружения составила $9,9 \pm 0,3$ см) на расстоянии 0,3–0,5 м выше уреза воды и вынимали с помощью шпателя. Отбор организмов из пробы проводили многократным взмучиванием грунта (деконтацией) в фильтрованной байкальской воде и процеживанием полученной взвеси через сачок с газом № 72 (размер ячеи 0,14 мм). Отмытое содержимое сачка переносили в банку и фиксировали 70%-ным этиловым спиртом. Фиксированные пробы просматривали под биноклем МБС-10 при увеличении 16× и 32×. Всего было проанализировано 65 количественных проб мейозообентоса, собранных в мае – октябре 2010 г. Для изучения межгодовой динамики численности мейобентоса были использованы данные 12 проб, взятых в июле 2008–2011 гг. на станции «стационар ЛИН СО РАН». Для анализа качественного состава, помимо проб 2010 г., были привлечены данные 60 проб, собранных в 2008, 2009 и 2011 гг. В данном исследовании нами выбран пересчёт показателей численности на 1 м².

За размерные характеристики мейобентоса приняли значения длины тела 0,3–3,0 мм (для нематод 0,3–4,0 мм [31]). Также учитывались макробентосные организмы для приблизитель-

ного определения доли их численности в сообществе. Из-за незначительного вклада макробентосных беспозвоночных в численность сообщества и отсутствия сильного влияния на динамику численности (рис. 1), в части проб разделение на макро- и мейобентос не проводилось.

С целью изучения особенностей вертикального распределения организмов мейзообентоса в толще грунта часть отбираемых проб ана-

лизировалась послойно. Для этого колонку грунта с помощью поршня постепенно выдавливали из пластиковой трубки и шпателем разрезали на цилиндры высотой 1–3 см. Каждый слой пробы промывался отдельно, а выделенную инфауну фиксировали в разных ёмкостях. Для учёта мягкотелых организмов (например, микротурбеллярий), часто разрушающихся при фиксации, некоторую часть послойных проб обрабатывали *in vivo*.

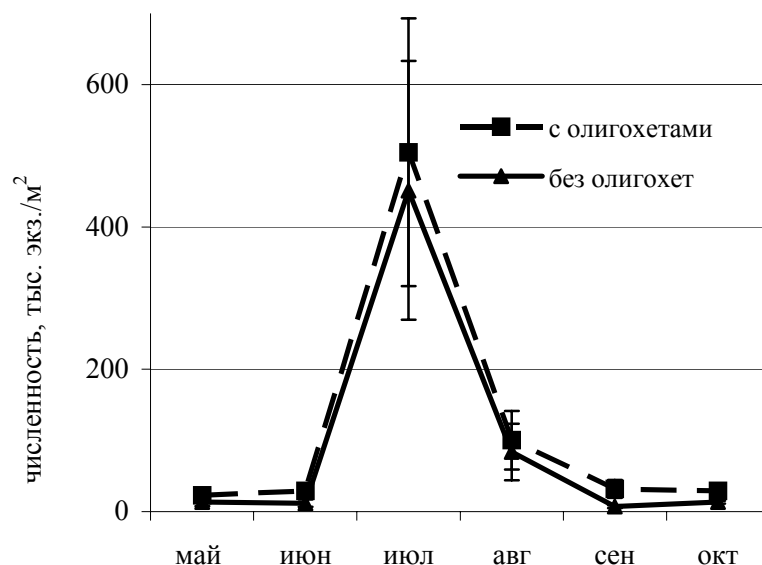


Рис. 1. Динамика численности организмов мейзообентоса в период открытой воды в заплесковой зоне бух. Бол. Коты (2010 г.)

Результаты и обсуждение

В составе мейзообентоса заплесковой зоны песчаных пляжей бух. Бол. Коты нами обнаружены представители 14 таксономических групп организмов (13 групп гидробионтов и коллемболы — обитатели увлажнённых почв и грунтов побережий водоёмов) (табл. 1). Кроме них спорадически встречаются компоненты, вероятно, попадающие в зону заплеска случайно, при волновом воздействии: ручейники (личинки, кладки и домики), брюхоногие моллюски (до 5 живых экземпляров в пробе, чаще встречались пустые раковины), полихеты (6 экземпляров за все годы исследования), веслоногие (*Epischura*, в среднем до 15 взрослых и до 280 науплиусов в пробе) и ветвистоусые ракообразные (от 60 до 4 900 эфиппиумов в пробе обнаружено в сентябре–октябре 2008 г.) и пиявки. Помимо гидробионтов, в зоне заплеска представлен наземный компонент инфауны, включающий имаго комаров и других двукрылых, цикад, клопов, жуков, пауков, наземных клещей. Ранее [3] в данном биотопе бух. Бол.

Коты не были отмечены остракоды, амфиподы и батинеллиды. На каменистом пляже бухты известны находки изопод (выше уреза, возможно, случайные) и веснянок [10].

По предварительным данным (устное сообщение М. В. Левашевой и др.) гранулометрический состав пляжей изученных станций варьирует, но во всех случаях в приурезовой зоне (около 50 см выше уреза) формируется микрофация с преобладанием песчаной и гравийной фракций⁶, в которой и проводили отбор проб. Следовательно, объектом настоящего исследования стал мейобентос песчано-гравийных биотопов приурезовой зоны.

Наиболее часто встречаются олигохеты, тардиграды, нематоды, циклопы, остракоды и турбеллярии (см. табл. 1). Как правило, они присутствуют в сообществах всех исследованных пляжей с мая по октябрь.

⁶ Песок — фракции с размером до 2 мм, гравий — с размером до 10 мм [18].

Таблица 1

Частота встречаемости групп мейзообентоса (%) в заплесковой зоне песчаных пляжей бух. Бол. Коты (2010 г.)

Группа	Частота встречаемости, %	Группа	Частота встречаемости, %
Oligochaeta	98	Collembola	40
Rotifera*	89	Chironomidae	40
Tardigrada	62	Harpacticoida	34
Nematoda	51	Amphipoda	27
Cyclopoida	48	Hydrachnellae	9
Ostracoda	44	Bathynellida**	7
Turbellaria	43	Hirudinea	1

Примечания: * – данные за 2008–2009 гг.; учтены как мейзообентосные, так и микрообентосные коловратки; ** – данные за 2011 г.

Часть представителей Oligochaeta и, в меньшей степени, Nematoda, Amphipoda и Chironomidae являются псевдомейобентосными (их размерные характеристики соответствуют принятым размерным характеристикам организмов мейобентоса только на ранних стадиях развития). В среднем 84 ± 5 % организмов в пробах являются мейобентосными (олигохеты – 62 ± 4 % (от 24 до 91 %); нематоды – от 85 до 100 %) и лишь около 15 % – макрообентосными.

Средняя численность мейзообентосных организмов в сообществах заплесковой зоны за все месяцы наблюдений составила 123 ± 38 тыс. экз./м². Согласно данным предыдущих исследований [3], средняя численность мейзообентосных организмов достигала 70 тыс. экз./м² в чистой псаммале, 35 тыс. экз./м² в заиленной псаммале и 58 тыс. экз./м² в псаммале оз. Байкал в целом. На пляже из гальки, гравия и песка в районе мыса Берёзовый это значение гораздо ниже (до 4 тыс. экз./м² в летний период) [50]. Ведущую роль по численности играют тардиграды (здесь и далее дана среднегодовая численность, 51 ± 27 тыс. экз./м²), циклопы (25 ± 10 тыс. экз./м²) и олигохеты (21 ± 3 тыс.

экз./м²). Сравнительно обильны нематоды (5 ± 1 тыс. экз./м²), турбеллярии ($2 \pm 0,6$ тыс. экз./м²) и остракоды ($0,5 \pm 0,1$ тыс. экз./м²). В работе И. В. Арова [3] в качестве доминирующих по численности указаны коловратки, которые в наших пробах в большинстве случаев не учитывались, поскольку являются микрообентосными организмами. За коловратками следовали тихоходки (22 тыс. экз./м²), копеподы (10 тыс. экз./м²) и олигохеты (8 тыс. экз./м²).

На основе собранного материала изучена сезонная динамика численности сообществ мейзообентоса в заплесковой зоне песчаных пляжей Южного Байкала (табл. 2; см. рис. 1). Максимальная численность (505 ± 188 тыс. экз./м²) приходится на июль. Значение численности остаётся высоким и в августе (100 ± 41 тыс. экз./м²). На каменистом пляже м. Берёзовый количественные показатели зообентоса (макро- и мейобентос) также достигают максимальных значений в июле–августе [72]. В мае, июне, сентябре и октябре численность мейзообентоса примерно одинакова и держится на уровне 20–30 тыс. экз./м².

Таблица 2

Динамика численности (тыс. экз./м²) организмов мейзообентоса в период открытой воды в заплесковой зоне бух. Бол. Коты (2010 г.)

Дата	28–30 мая	23–28 июня	28–30 июля	24–30 августа	28–30 сентября	30–31 октября
Место						
300 м сев. пади Чёрная	4 ± 1 2–7	5 ± 1 4–7	нет данных	34 ± 27 7–87	96 ± 51 45–147	19 ± 4 14–27
бухта Пещерка	49 ± 21 17–90	6 ± 2 3–9	1215 ± 243 673–1645	324 ± 56 227–420	9 ± 1 7–11	34 ± 13 9–48
стационар ЛИН СО РАН	нет дан- ных	84 ± 6 78–90	145 ± 27 93–200	10 ± 3 5–13	39 ± 9 29–57	54 ± 19 22–89
падь Варначка	13 ± 2 11–16	41 ± 8 26–50	65 ± 14 41–106	34 ± 12 19–58	5 ± 2 2–8	11 ± 3 6–18
вся бух. Бол. Коты	23 ± 10 2–90	29 ± 10 3–90	505 ± 188 41–1645	100 ± 41 5–420	32 ± 13 2–147	30 ± 7 6–89

Примечания: над чертой – среднее арифметическое значение \pm стандартная ошибка, под чертой – пределы; максимальное значение выделено жирным курсивом.

Количественные показатели развития этой группы животных, характерные для поздней осени, нам удалось получить в ноябре 2011 г. (на станции «стационар ЛИН СО РАН»). В этот месяц в период открытой воды их численность оказалась минимальной ($3 \pm 0,2$ тыс. экз./м²). Динамика численности мейобентоса на четырёх исследованных станциях в бух. Бол. Коты имеет одинаковую тенденцию – пик развития всегда приходится на июль. Наибольшей численности организмы сообщества достигают на станции «Пещерка» в июле (1215 ± 243 тыс. экз./м²) (см. табл. 2; рис. 2) и августе (324 ± 56 тыс. экз./м²). Относительно высокое обилие мейофауны обнаружено и на станции «стационар ЛИН СО РАН» в июне (84 ± 6 тыс. экз./м²) и июле (145 ± 27 тыс. экз./м²). Структура сообществ на изученных станциях неодинакова. Так, в период пика развития сообщества трёх изученных станций выглядело следующим образом (рис. 3): на станции «падь Варначка» преобладали олигохеты (54 %), тардиграды (10 %) и нематоды (16 %); «стационар ЛИН СО РАН» – циклопы (71 %) и олигохеты (13 %); «Пещерка» – тардиграды (87 %). В целом для бух. Бол. Коты характерно доминирование олигохет в месяцы с невысокой численностью организмов сообщества, и доминирование тардиград и циклопов в июле, августе (рис. 4). В ноябре 2011 г. преобладали циклопы (29 %) и гарпактициды (21 %). Численность олигохет растёт с мая по июль (54 ± 11 тыс. экз./м²)

(табл. 3, см. рис. 4), и падает в августе–октябре. Для нематод наибольшее развитие наблюдается в июне (8 ± 4 тыс. экз./м²), июле (10 ± 3 тыс. экз./м²) и октябре (9 ± 6 тыс. экз./м²); тардиград – в июле (320 ± 141 тыс. экз./м²) и августе (20 ± 9 тыс. экз./м²); циклопов – также в июле (109 ± 51 тыс. экз./м²) и августе (56 ± 32 тыс. экз./м²).

Наибольшей численности за период с 2008 по 2011 г. (рис. 5) сообщество мейзообентоса на станции «стационар ЛИН СО РАН» в бух. Бол. Коты достигло в 2009 г. (268 ± 74 тыс. экз./м²), наименьшие показатели регистрировались в 2008 г. (38 ± 8 тыс. экз./м²).

Предварительные данные о послонном распределении организмов мейзообентоса в толще грунта

В верхних трёх сантиметрах грунта в разные месяцы исследований на разных станциях содержались от 1 до 26 % от общего числа организмов мейофауны. Максимальное развитие сообщества наблюдается на глубине 6–13 см (30–80 %). Из литературных данных известно, что сообщества макробентоса каменистых пляжей чередуются практически через каждые 10 см. Например, сообщество *Eulimnogammarus verrucosus* присутствует в слое 0–10 см, состоящем из крупной гальки и валунов. При этом слой 10–20 см, образованный средней и крупной галькой, населяет сообщество *E. vitatus* [10].

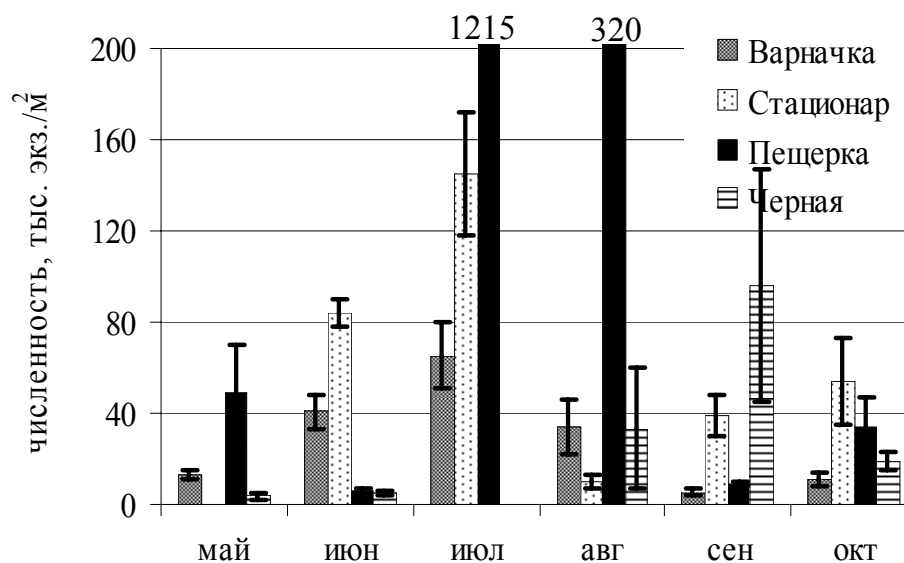


Рис. 2. Динамика численности организмов мейзообентоса на разных станциях в заплесковой зоне бух. Бол. Коты (2010 г.)

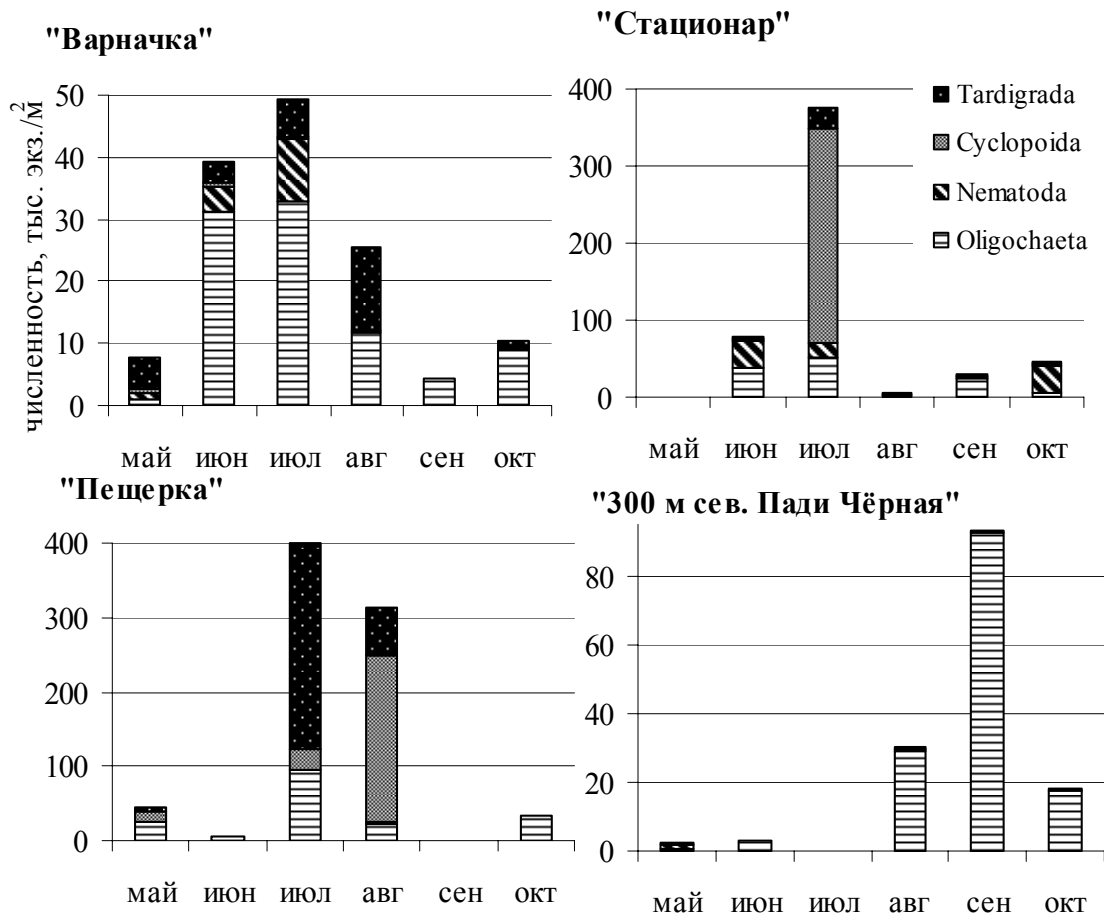


Рис. 3. Динамика численности доминирующих групп мейзообентоса в заплесковой зоне бух. Бол. Коты (2010 г.)

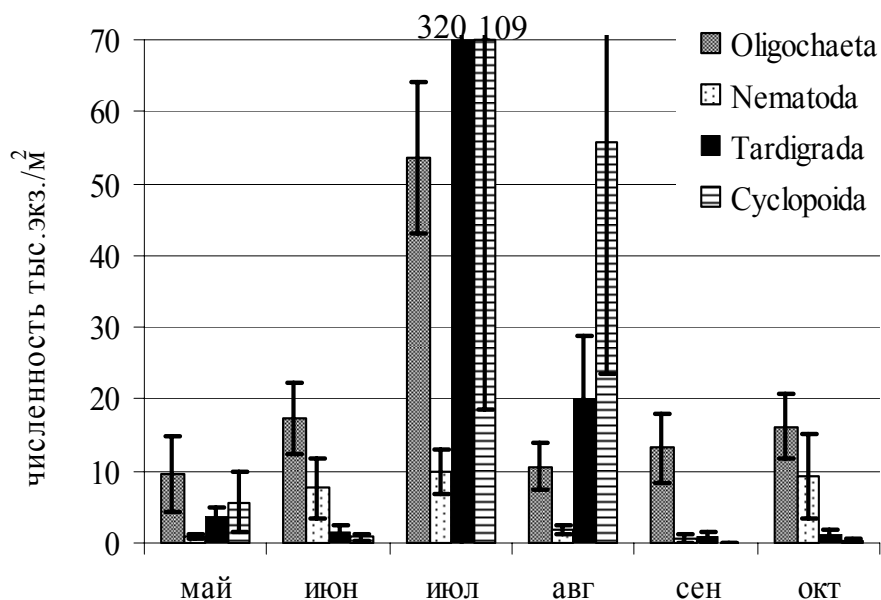


Рис. 4. Динамика численности доминирующих групп мейзообентоса на разных станциях в заплесковой зоне бух. Бол. Коты (2010 г.)

Динамика численности (тыс. экз./м²) доминирующих групп мейзообентоса в заплесковой зоне бух. Бол. Коты (2010 г.)

Дата	28–30 мая	23–28 июня	28–30 июля	24–30 августа	28–30 сентября	30–31 октября
Группа						
Oligochaeta	$\frac{10 \pm 5}{0,4-38}$	$\frac{17 \pm 5}{1-40}$	$\frac{54 \pm 11}{16-111}$	$\frac{10 \pm 3}{1-26}$	$\frac{13 \pm 5}{0-43}$	$\frac{16 \pm 5}{2-47}$
Nematoda	$\frac{1 \pm 0,2}{0-2}$	$\frac{8 \pm 4}{0-39}$	$\frac{10 \pm 3}{0-30}$	$\frac{2 \pm 1}{0-6}$	$\frac{1 \pm 0,5}{0-6}$	$\frac{9 \pm 6}{0-64}$
Tardigrada	$\frac{4 \pm 1}{0-9}$	$\frac{2 \pm 0,7}{0-6}$	$\frac{320 \pm 141}{2-1319}$	$\frac{20 \pm 9}{0-71}$	$\frac{1 \pm 0,7}{0-8}$	$\frac{1 \pm 0,7}{0-8}$
Cyclopoida	$\frac{6 \pm 4}{0-35}$	$\frac{1 \pm 0,4}{0-5}$	$\frac{109 \pm 51}{0-510}$	$\frac{56 \pm 32}{0-308}$	0	$\frac{0,4 \pm 0,2}{0-2}$
Turbellaria	$\frac{1 \pm 0,2}{0-2}$	$\frac{0,2 \pm 0,1}{0-1,1}$	$\frac{10 \pm 3}{0-27}$	$\frac{1 \pm 0,6}{0-5}$	$\frac{0,1 \pm 0}{0-0,4}$	$\frac{0,1 \pm 0}{0-0,4}$
Ostracoda	$\frac{1 \pm 0,5}{0-3,2}$	$\frac{0,3 \pm 0,3}{0-3}$	$\frac{1 \pm 0,5}{0-6}$	$\frac{0,2 \pm 0,1}{0-1,1}$	$\frac{1 \pm 0,2}{0-1}$	$\frac{0,4 \pm 0,2}{0-2,2}$

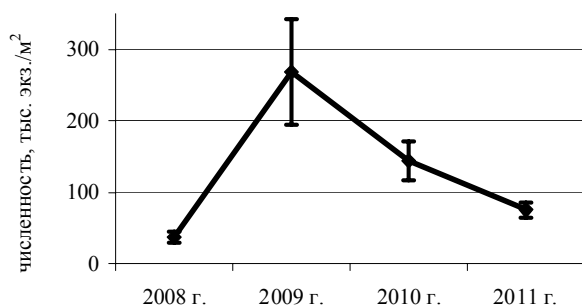


Рис. 5. Многолетняя динамика численности мейзообентоса в заплесковой зоне в пик развития на станции «стационар ЛИН СО РАН»

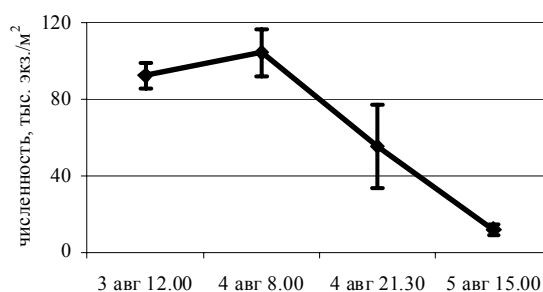


Рис. 6. Динамика численности сообщества мейзообентоса в заплесковой зоне на станции «стационар ЛИН СО РАН» в ответ на волновое воздействие

Количественные характеристики мейзообентоса могут сильно меняться в короткий период времени. Изучена реакция сообщества мейзообентоса песчаного пляжа заплесковой зоны на волновое воздействие (рис. 6). Пробы отбирались в начале августа 2011 г. на станции «стационар ЛИН СО РАН». Контрольные пробы взяты 3 августа (12 ч) и 4 августа (8 ч) при штилевой погоде, при этом два дня до отбора проб ветро-волновой активности в исследуемом районе также не наблюдалось. Численность сообщества составляла 93 ± 7 и 104 ± 12 тыс. экз./м² соответственно. 4 августа во второй половине дня наблюдалось сильное волнение. Сразу после того как волнение ослабло (в 21.30), нам удалось провести отбор проб, численность мейзообентоса в которых упала до 55 ± 22 тыс. экз./м². Слабое волнение продолжалось и ночью, что 5 августа (в 15.00) привело к сокращению численности мейзофауны до 12 ± 3 тыс. экз./м², т. е. этот показатель уменьшился почти на порядок в течение 30 часов.

Нам удалось также наблюдать тенденцию к углублению организмов в грунт. Так, если до начала волнения большинство организмов инфавуны были сосредоточены на глубине от 4 до 10 см, с долей 35–45 % в нижнем слое (8–10 см), то после волнения в последнем сосредоточились 60–70 %. Сходное распределение обнаружено также при отдельном рассмотрении доминирующих групп (олигохеты, циклопы, турбеллярии, тардиграды). Нельзя исключить, что изменение вертикального распределения животных инфавуны является следствием механического переноса. В то же время известно [20], что амфиподы из поровых вод урезовой зоны перед штормом мигрируют и отходят довольно далеко от берега. Численность амфипод на урезе и выше уреза заметно снижается непосредственно перед штормом и постепенно восстанавливается на второй-третий день после его окончания.

Заключение

Таким образом, исследование показало, что в составе мейзообентоса пляжей заплесковой зоны юго-западного побережья оз. Байкал в мае–октябре 2010 г. среди 14 обнаруженных таксономических групп организмов наиболее часто присутствуют олигохеты, тардиграды, нематоды и циклопы. Ведущую роль по численности играют тардиграды, циклопы и олигохеты. Средняя численность мейзообентосных организмов составляла 123 тыс. экз./м² с пиком численности сообщества в июле (505±188 тыс. экз./м²). Характерно доминирование олигохет в месяцы с невысокой общей численностью и тардиград и циклопов в периоды с высокой численностью (июль–август). В среднем, 84±5 % организмов в пробах являются мейобентосными и лишь около 15 % относятся к макробентосу. Наибольшей численности в ряду лет сообщество мейзообентоса достигало в 2009 г. Максимальная концентрация инфауны в грунте заплесковой зоны наблюдается на глубине 6–13 см. Обнаружено, что в ответ на волновое воздействие численность сообщества снизилась почти на порядок в течение 30 ч., и произошло его углубление в толщу грунта.

Работа выполнена в рамках проектов «Влияние ландшафтно-экологических факторов на формирование биоразнообразия, уникальных сообществ и процессы видообразования в мелководной зоне Байкала» (2007–2009 гг.) и «Междисциплинарное исследование заплесковой зоны как важной составляющей литорали озера Байкал» (рук. О. А. Тимошкин) и частично поддержана программой стратегического развития Иркутского государственного университета по проекту Р212–04–004. Авторы благодарны Т. А. Подкорытовой, С. П. Леонтьевой, М. И. Гула, З. В. Слугиной и М. М. Подтяжкиной за помощь в обработке проб мейзообентоса; Н. В. Потанской, И. В. Томберг, В. С. Вишнякову, Е. А. Волковой за активную помощь во время комплексных экспедиционных работ, а также Е. М. Тимошкиной за перевод текста на английский язык.

Литература

1. Алексеев В. Р. Новая форма циклопа рода *Diasyclops* (Crustacea, Copepoda) из прибрежной зоны оз. Байкал / В. Р. Алексеев, И. В. Аров // Зоол. журн. – 1986. – Т. 65, № 7. – С. 1084–1088.
2. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна / О. А. Тимошкин [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2009. – Т. 2. – Кн. 1. – 980 с.

др.]. – Новосибирск : Наука, 2009. – Т. 2. – Кн. 1. – 980 с.

3. Аров И. В. Коловратки (Rotatoria) псаммона озера Байкал : автореф. дис. ... канд. биол. наук / И. В. Аров. – Л., 1987. – 24 с.

4. Аров И. В. Псаммонные коловратки озера Байкал / И. В. Аров // Коловратки : материалы II Всесоюз. симп. – Л. : Наука, 1985. – С. 189–198.

5. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 1. Заплесковая зона: первые результаты междисциплинарных исследований, важность для мониторинга экосистемы / О. А. Тимошкин [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 75–110.

6. Биология прибрежной зоны озера Байкал. Сообщение 3. Сезонная динамика инфауны береговых скоплений; гидрохимическая, микробиологическая характеристика интерстициальных вод зоны заплеска / О. А. Тимошкин [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. – 2012. – Т. 5, № 1. – С. 92–110.

7. Броцкая В. А. Микробентос литорали Белого моря / В. А. Броцкая // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. – М. : Изд-во АН СССР, 1951. – Т. 3. – С. 179–193.

8. Вейнберг И. В. Сообщества макрозообентоса каменистого пляжа озера Байкал. 1. Фауна / И. В. Вейнберг, Р. М. Камалтынов // Зоол. журн. – 1998. – Т. 77, № 2. – С. 158–165.

9. Вейнберг И. В. Сообщества макрозообентоса каменистого пляжа озера Байкал. 2. Сообщества / И. В. Вейнберг, Р. М. Камалтынов // Зоол. журн. – 1998. – Т. 77, № 3. – С. 259–265.

10. Вейнберг И. В. Сообщества макрозообентоса каменистого пляжа озера Байкал : дис. ... канд. биол. наук / И. В. Вейнберг. – 1995. – 130 с.

11. Видовой состав и количественные характеристики микротурбеллярий сообществ пляжа южного Байкала / Е. П. Зайцева [и др.] // Материалы междунар. конф. «Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами». – Улан-Удэ, 2004. – С. 196–197.

12. Воробьева Л. В. Мейобентос Чёрного моря (очерк истории изучения) / Л. В. Воробьева // Гидробиол. журн. – 2002. – Т. 38, № 3. – С. 99–111.

13. Воробьева Л. В. Методическое пособие по лекционному курсу «Мейобентосология» / Л. В. Воробьева. – 2003. – 53 с.

14. Вторичное антропогенное загрязнение Ивано-Арахлейских озёр / П. В. Матафонов [и др.] // Материалы 8-го съезда Гидробиол. общ. РАН. – Калининград : изд-во КГТУ, 2001. – Т. 3. – С. 60–61.

15. Гагарин В. Г. Фауна свободноживущих нематод (Nematoda) интерстициали заплесковой зоны озера Байкал / В. Г. Гагарин, Т. В. Наумова // Биология внутренних вод. – 2012. – № 3. – С. 3–9.

16. Гальцова В. В. Количественная характеристика мейобентоса Чупинской губы Белого моря / В. В. Гальцова // Зоол. журн. – 1971. – Т. 1, вып. 5. – С. 641–647.

17. Грезе В. Н. Анабиоз зообентоса Таймырского озера / В. Н. Грезе // Зоолог. журн. – 1947. – Т. 26, вып. 1. – С. 72–76.
18. Грунты. Классификация: ГОСТ 25100–95.
19. Гусаков В. А. Структурная характеристика мейобентоса Рыбинского и Горьковского водохранилищ : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В. А. Гусаков. – Борок, 2002. – 24 с.
20. Динамика сообщества каменистого пляжа оз. Байкал / И. В. Вейнберг [и др.] // Водные ресурсы. – 1995. – Т. 22, № 4. – С. 446–453.
21. Зайцева Е. П. Видовое разнообразие и экология свободноживущих ресничных червей (Plathelminthes, Turbellaria) мелководной зоны Южного Байкала : дис. ... канд. биол. наук / Е. П. Зайцева. – Иркутск, 2008. – 116 с.
22. Зайцева Е. П. Первые сведения о сезонной динамике количественных и качественных показателей свободноживущих ресничных червей (Plathelminthes, Turbellaria) мелководной зоны озера Байкал / Е. П. Зайцева, О. А. Тимошкин // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна / ред. О. А. Тимошкин [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2009. – Т. 2 : Водоёмы и водотоки юга Восточной Сибири и Северной Монголии, кн. 1. – С. 839–856.
23. Изосимов В. В. Малощетинковые черви семейства Lumbriculidae / В. В. Изосимов // Тр. ЛИН АН СССР. – 1962. – Т. 1, № 21. – С. 3–126.
24. К изучению микроскопического населения наносных песков в русле реки Оки / Д. Н. Засухин [и др.] // Рус. гидробиол. журн. – 1927. – Т. 6, № 3–5. – С. 59–81.
25. Каплина Г. С. Макрозообентос каменистых грунтов литорали оз. Байкал и его сезонная динамика (данные 1963–1968 гг., район Больших Котов) / Г. С. Каплина // Биол.-геогр. НИИ при Иркут. ун-те. – 1974. – С. 126–137.
26. Киселева М. И. Качественный состав и количественное распределение мейобентоса у западного побережья Крыма / М. И. Киселева // Бентос. – 1965. – С. 48–61.
27. Кожов М. М. Биология озера Байкал / М. М. Кожов. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 315 с.
28. Кожов М. М. Очерки по байкаловедению / М. М. Кожов. – Иркутск, 1972. – 254 с.
29. Копий В. Г. Годичная динамика популяции полихеты *Saccocirrus papillocercus* (Archiannelida) в интерстициали зоны заплеска (Чёрное море, Севастопольская бухта) / В. Г. Копий, В. Е. Заика // Морск. екол. журн. – 2009. – Т. 8, № 2. – С. 49–52.
30. Курашов Е. А. Мейобентос как компонент озерной экосистемы / Е. А. Курашов. – СПб. : Алга-Фонд, 1994. – 224 с.
31. Курашов Е. А. Методы и подходы для количественного изучения пресноводного мейобентоса / Е. А. Курашов // Актуальные вопросы изучения микро-, мейозообентоса и фауны зарослей пресноводных водоёмов. Тематические лекции и материалы I Междунар. шк.-конф., Россия, Борок, 2–7 октября 2007 г. – Н. Новгород : Вектор ТиС, 2007. – С. 5–35.
32. Кусакин О. Г. Литоральные сообщества / О. Г. Кусакин // Биология океана. – М. : Наука, 1977. – С. 111–133.
33. Кусакин О. Г. Население литорали / О. Г. Кусакин // Биология океана. – М. : Наука, 1977. – Т. 1. – С. 174–178.
34. Луферов В. П. О пагоне побережья Рыбинского водохранилища / В. П. Луферов // Экология и биология пресноводных беспозвоночных. – М. ; Л. – 1965. – С. 151–154.
35. Матафонов П. В. Экология сообществ мейозообентоса озера Арахлей : автореф. дис. ... канд. биол. наук / П. В. Матафонов. – Улан-Удэ, 2005. – 24 с.
36. Митропольский В. И. Наблюдения над способностью моллюсков к перенесению высыхания и промерзания в прибрежье Рыбинского водохранилища / В. И. Митропольский // Тр. Ин-та биол. внутр. вод. – 1978. – Т. 39, № 42. – С. 46–58.
37. Мокиевский В. О. Экология морского мейобентоса / В. О. Мокиевский. – М. : Тов-во науч. изд. КМК, 2009. – 286 с.
38. Новый вид псаммофильного циклопа рода *Diacyclops* (Crustacea: Cyclopoidea) из литоральной зоны озера Байкал (Восточная Сибирь) / Н. Г. Шевелева [и др.] // Зоология беспозвоночных. – 2010. – Т. 7, вып. 1. – С. 47–54.
39. Овчинников И. Ф. Эколого-биологический очерк периодически осушаемой зоны Рыбинского водохранилища : автореф. дис. ... канд. биол. наук / И. Ф. Овчинников. – Л., 1949. – С. 3–14.
40. Окунева Г. Л. О методах изучения фауны мейобентоса и псаммона озера Байкал / Г. Л. Окунева, И. В. Аров // Проблемы систематики, экологии и токсикологии беспозвоночных : юбил. сб. в честь 80-летия кафедры гидрологии и зоологии беспозвоночных. – Иркутск, 2000. – С. 22–25.
41. Онежское озеро. Экологические проблемы / под ред. Н. Н. Филатова. – Петрозаводск : Изд-во КарНЦ РАН, 1999. – 293 с.
42. Пространственная изменчивость структуры таксоценозов ракообразных Harpacticoida (Copepoda) литорали и мелководий морей Европы / Е. С. Чертопруд [и др.] // Океанология. – 2007. – Т. 47, № 1. – С. 1–10.
43. Роль фитоценозов водорослей в пространственном распределении макрозообентоса на каменистой литорали оз. Байкал / Л. С. Кравцова [и др.] // Гидробиол. журн. – 2007. – Т. 43, № 5. – С. 17–26.
44. Рябинкин А. В. Макрозообентос озера и его роль в питании рыб / А. В. Рябинкин, Т. Н. Полякова // Биоресурсы Онежского озера. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2008. – 272 с.
45. Семерной В. П. Выживаемость гидробионтов в обсыхающих и промерзающих грунтах прибрежной зоны р. Улейма / В. П. Семерной, Е. М. Фомичева // Экология водных беспозвоночных :

материалы междунаро. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Ф. Д. Мордухай-Болтовского. ИБВВ РАН им. И. Д. Папанина, Борок. – Ярославль : Принтхаус, 2010. – С. 291–295.

46. Семерной В. П. Зимовка водных олигохет в промерзающем грунте озёр / В. П. Семерной // Информ. бюлл. инст. биол. внутр. вод АН СССР. – 1971. – № 9. – С. 29–32.

47. Семерной В. П. О пагоне Ивано-Арахлейских озёр / В. П. Семерной, В. П. Горлачев // Изв. Забайк. Фил. Геогр. Общ. СССР. – 1969. – Т. 5, № 6. – С. 146–151.

48. Семерной В. П. Олигохеты озера Байкал / В. П. Семерной // Справочники и определители по фауне и флоре озера Байкал / ред. О. А. Тимошкин [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2004. – С. 1–528.

49. Снимщикова Л. Н. Олигохеты Северного Байкала : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. Н. Снимщикова. – Иркутск, 1984. – 21 с.

50. Сообщества интерстициали байкальского пляжа / И. В. Вейнберг и др. // Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами. Тезисы международной конференции. Улан-Удэ – Улан-Батор, 1–8 сентября 2004 г. – Улан-Удэ : Изд-во Бурят. науч. центра СО РАН, 2004. – Т. 1. – С. 191–192.

51. Таксономический состав и особенности распределения тихоходок мелководной зоны южного Байкала / О. В. Попова [и др.] // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна / ред. О. А. Тимошкин [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2010–2011. – Т. II: Водоёмы и водотоки юга Восточной Сибири и Северной Монголии, кн. 2. – С. 1385–1405.

52. Фауна прибрежной зоны Рыбинского водохранилища / Ф. Д. Мордухай-Болтовской [и др.] // Тр. Биол. ст. «Борок». – 1958. – Т. 3. – С. 142–194.

53. Экосистема Онежского озера и тенденции ее изменения. – Л. : Наука, 1990. – 264 с.

54. A new interstitial cyclopoid copepod from a sandy beach on the western shore of Lake Baikal, Siberia / G. A. Voxshall [et al.] // *Hydrobiologia*. – 1993. – Vol. 268. – P. 99–107.

55. A preliminary account of two sandy beaches in South West India / A. Trevallion [et al.] // *Mar. Biol.* – 1970. – Vol. 6. – P. 268–279.

56. Across shore variability and trophodynamic features of meiofauna in a microtidal beach of the NW Mediterranean / M. Moreno [et al.] // *Estuar., Coast. Shelf Sci.* – 2006. – Vol. 66. – P. 357–367.

57. Bick A. Intertidal and subtidal soft-bottom macro- and meiofauna of the Kongsfjord (Spitsbergen) / A. Bick, G. Arlt // *Polar Biol.* – 2005. – Vol. 28 (7). – P. 550–557.

58. Fenchel T. The ecology of micro- and meiobenthos / T. Fenchel // *Ann. Rev. Ecol. Syst.* – 1978. – Vol. 9. – P. 99–121.

59. Freshwater meiofauna: biology and ecology / Rundle S. D. [et al.]. – Backhuys, Leiden, 2002. – P. 369.

60. Gagarin V. G. Two new species of the genus *Theristus* (Nematoda: Xyalidae) from interstitial of the Lake Baikal (Siberia, Russia) / V. G. Gagarin, T. V. Naumova // *Nematology*. – 2012. – 14(2). – P. 499–508.

61. Gajewskaja N. S. Zur oecologie, morphologie und systematik der infusorien des Baikalsees / N. S. Gajewskaja // *Bibl. Zool. (Stuttgart)*. – 1933. – Bd. 32. – S. 1–298.

62. Malinga-Urban B. Interstitial community oxygen consumption in a Baltic sandy beach: horizontal zonation / B. Malinga-Urban, K. Opalinski // *Oceanologia*. – 2001. – Vol. 43 (4). – P. 455–468.

63. Pennak R. W. Ecology of the freshwater meiofauna / R. W. Pennak // Introduction to the study of meiofauna. – Washington : Smithsonian Institution Press, 1988. – P. 39–60

64. Pennak R. W. Ecology of the microscopic Metazoa inhabiting the sandy beaches of some Wisconsin lakes / R. W. Pennak // *Ecol Monogr.* – 1940. – № 10. – 537–615.

65. Remane A. verteilung und Organisation der benthonischen Mikrofauna der Kieler Bucht, *Wiss. Meeresunters.* – 1933. – Vol. 21 – P. 161–221.

66. Sassuchin D. N. Lebensbedingungen der mikrofauna in sandanschwemmungen der flusse und im Tnebsand der Wusten / D. N. Sassuchin // *Arch. Hydrobiol.* – 1931. – Bd. 22. – S. 369–388.

67. Uryupova E. F. Crustaceans in the splash and upper sublittoral zones of the Opukskii Nature Reserve (Crimea, Black Sea) / E. F. Uryupova, N. V. Shadrin // *Moscow Univ. Biol. Sci. Bull.* – 2009. – Vol. 64 (1). – P. 44–48.

68. Vinex M. The use of meiobenthos in pollution monitoring studies: a review / M. Vinex, C. Heip. – ICES, 1987. – P. 50–67.

69. Zohary T. Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes / T. Zohary, I. Ostrovsky // *Inland waters*. – 2011. – Vol. 1. – P. 47–59.

Composition and seasonal dynamics of meiozoobenthos in the splash zone of Southern Baikal (Bolshye Koty Bay)

O. V. Popova¹, O. A. Timoshkin¹, E. P. Zaytseva¹, A. G. Lukhnev¹,
Yu. M. Zvereva^{2, 1}, N. N. Kulikova¹, V. V. Malnik¹, A. A. Shirokaya¹

¹ Limnological Institute SB RAS, Irkutsk

² Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. The authors examined the composition and provided qualitative and spatio-temporal assessment of the meiozoobenthos on the beaches of the splash zone on the south-western shore of Lake Baikal (Bolshye Koty Bay) during 2008–2011. Fourteen taxonomic groups of the organisms were encountered, among them: oligochaetes (98 %), tardigrades (62 %), nematodes (51 %), cyclopes (48 %), ostracods (44 %) and turbellarians (43 %). From May to October 2010 the average abundance of meiozoobenthic organisms amounted to 123 ± 38 thousand specimens/m². Maximal abundance of the community (approximately, 500 thousand specimens/m²) was registered in July during an open water period. The highest average abundance of meiozoobenthos (268 ± 74 thousand specimens/m²) was observed in 2009. First data on the response of meiozoobenthic community to wave action were obtained. Meiozoobenthic organisms were found to prefer a ground layer at the depth of 6–13 cm, where their abundance was reported to be maximal.

Key words: splash zone, meiozoobenthos, composition, abundance, seasonal dynamics, beach, Baikal, oligochaetes, nematodes, tardigrades, cyclopes, spatial distribution.

Попова Ольга Владимировна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
аспирант
ведущий инженер
тел.: (3952)42–82–18, факс: 42–54–05
E-mail: popova-olga87@yandex.ru

Popova Olga Vladimirovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
doctoral student
leading engineer
phone: (3952)42–82–18, fax 42–54–05
E-mail: popova-olga87@yandex.ru

Тимошкин Олег Анатольевич
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
доктор биологических наук
заведующий лабораторией
тел. (3952)42–82–18, факс 42–54–05
E-mail: tim@lin.irk.ru

Timoshkin Oleg Anatolyevich
Limnological Institute RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
D. Sc. in Biology, Head of laboratory
phone: (3952)42–82–18, fax: 42–54–05
E-mail: tim@lin.irk.ru

Зайцева Елена Петровна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
научный сотрудник
тел.: (3952)42–82–18, факс: 42–54–05
E-mail: zayaz@lin.irk.ru

Zaytseva Elena Petrovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Biology
research scientist
phone: (3952)42–82–18, fax: 42–54–05
E-mail: zayaz@lin.irk.ru

Лухнев Антон Геннадьевич
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
аспирант
ведущий инженер
тел.: (3952)42–82–18, факс: 42–54–05
E-mail: luhnev.ant@yandex.ru

Lukhnev Anton Gennadyevich
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
doctoral student
leading engineer
phone: (3952)42–82–18, fax 42–54–05
E-mail: luhnev.ant@yandex.ru

Зверева Юлия Михайловна
Иркутский государственный университет
664003, Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
студент
тел.: (3952)42–82–18
E-mail: spongebobuz@yandex.ru

Zvereva Julia Mikhailovna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
student
phone: (3952)42–82–18
E-mail: spongebobuz@yandex.ru

Куликова Наталья Николаевна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
тел. (3952)42–64–09, факс: 42–54–05
E-mail: kulikova@lin.irk.ru

Kulikova Natalia Nikolaevna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph.D. in Biology
senior research scientist
phone: (3952)42–64–09, fax: 42–54–05
E-mail: kulikova@lin.irk.ru

Мальник Валерий Васильевич
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
младший научный сотрудник
тел.: (3952)42-64-09, факс: 42-54-05
E-mail: malnik80@mail.ru

Malnik Valeriy Vasilyevich
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Biology
junior research scientist
phone: (3952)42-64-09, fax: 42-54-05
E-mail: malnik80@mail.ru

Широкая Алена Александровна
Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3
кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
тел.: (3952)42-82-18, факс: 42-54-05
E-mail: shirokaya@bk.ru

Shirokaya Alena Alexandrovna
Limnological Institute SB RAS
3 Ulan-Batorskaya St., Irkutsk, 664033
Ph. D. in Biology
senior research scientist
phone: (3952)42-82-18, fax 42-54-05
E-mail: shirokaya@bk.ru