

УДК 574 586

Н. Г. Шевелева, В. И. Провиз, В. В. Мальник,
Н. В. Максимова, Т. Д. Евстигнеева, С. М. Бойко,
А. Н. Сутурин, О. А. Тимошкин

**ЗАСЕЛЕНИЕ ПЛАСТИН ГОРНЫХ ПОРОД
МИКРОФЛОРОЙ И ОРГАНИЗМАМИ МИКРО- И
МЕЙЗООБЕНТОСА В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТА
В ЛИТОРАЛИ ОЗЕРА БАЙКАЛ¹**

Изучена динамика заселения животными микро-, мейзообентоса и микроорганизмами пластин разных горных пород, погруженных на глубину 14 м в литоральной зоне оз. Байкала. Установлено, что развитие микро- и мейзообентоса в условиях эксперимента носит сезонный характер, и динамика его развития в целом соответствует таковой животных, обитающих на каменистом грунте в литорали Байкала. Выяснено, что гидробионты демонстрируют избирательность в заселении горных пород и по степени привлекательности для организмов-обработателей субстрата из разных горных пород можно расположить в последовательности: гранит, мрамор, амфиболит.

Ключевые слова: Байкал, литораль, искусственные субстраты, пластины горных пород, амфиболит, гранит, мрамор, микрофлора, микро- и мейзообентос.

Видовой состав, структурообразующие комплексы, межгодовая и сезонная динамика количественных показателей мейзообентоса достаточно хорошо изучены в естественных условиях в озерах Европейской части России [2, 3, 7, 8]. Экспериментальные работы по заселению животными мейзообентоса искусственных субстратов были выполнены позднее [16, 20]. В оз. Байкал исследования мейзообентоса начаты в 60-е годы прошлого столетия [1, 5, 13, 14] и продолжены в настоящее время [4, 10, 15, 17, 19]. В начале 2000-х годов, на междисциплинарном полигоне у м. Березового нами начато изучение влияния геологических пород дна озера на продуктивность бентоса. Установлено, что разные группы донной фауны имеют четкую избирательность в заселении разных геологических пород. Например, губки и брюхоногие моллюски предпочитают заселять наименее распространенный на полигоне тип пород — гидролизованные, полуразрушенные гранитоиды [19, 25]. Для продолжения работ в данном направлении нами было изготовлено

¹ Работа выполнена в рамках госбюджетных проектов № 7.9.1.4, № VII 62-1-4, частично поддержана интеграционным проектом СО РАН № 49 и проектом 2012.08 — 2.2.9./1.5.4.

© Н. Г. Шевелева, В. И. Провиз, В. В. Мальник, Н. В. Максимова,
Т. Д. Евстигнеева, С. М. Бойко, А. Н. Сутурин, О. А. Тимошкин, 2012

несколько стандартных наборов из собранных в литорали Байкала камней разных пород, распиленных на пластинки и погруженных на дно озера. В результате были получены первые сведения о том, что микроорганизмы и бентосные водоросли перифитона этих пластинок четко различаются по морфологии, ферментативной активности и видовому составу [9, 18]. В последующие годы нами был продолжен регулярный подъем пластинок со дна с разной экспозицией.

Анализ основных результатов исследований таксономического состава, количественных показателей микроорганизмов и мейзообентоса образовавшейся биопленки, а также динамики заселения организмами пластинок из трех наиболее распространенных в литорали озера горных пород (гранит, амфиболит, мрамор) явился целью настоящей работы.

Материал и методика исследований. В качестве материала для работы использованы микрофлора и беспозвоночные животные из разных таксономических групп микро- и мейобентоса, собранные на ст. 7.5 междисциплинарного полигона у мыса Березовый (юго-западное побережье Байкала) с пластин² разных горных пород, погруженных на глубину 14 м (описание полигона приведено ранее [19, 24]). Пластины из амфиболита, мрамора и гранита площадью 53—60 см² погружали на дно в октябре 2004 г. и поднимали на поверхность в марте, июне, сентябре 2006 г. и в июне 2008 г. Для сравнения приведены данные по мраморным пластинам площадью 600 см², установленным на дне водолазами в марте 2003 г. и поднятым на поверхность в марте, мае и октябре 2004 г. Перед подъемом пластины под водой помещали в плотно закрывающиеся контейнеры. В лабораторных условиях поверхность пластин тщательно соскабливали, смыв фиксировали формалином. Для количественного и качественного учета животных использовали весь объем пробы. Определение до вида проводили у панцирных коловраток, циклопов, гарпактицид, хидорид, хирономид; остальные гидробионты определяли до таксономических групп ранга семейств либо отрядов. Для оценки структуры сообщества зообентоса использовали индексы видового разнообразия Шеннона (H) и доминирования Симпсона (D) [12]. Для устранения гетерогенности признаков была использована формула [$x^1 = \log_{10}(x + 1)$] [23]. Биологические сезоны выделены согласно [6]. Микроорганизмы исследовали методами культивирования и микроскопии.

Культивирование микроорганизмов. Перифитон соскабливали с пластинок и суспензировали в 2 мл озерной воды в пластиковых пробирках. Из полученной взвеси делали пять последовательных разведений, которые высевали на чашки Петри со средами: рыбопептонный агар, пептонодрожжевая среда и R2A. Было изолировано 89 культур. Идентификацию проводили по морфологическим и физиолого-биохимическим признакам штаммов с использованием определителя [21].

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). С пластинки горной породы соскабливали обрастание и суспензировали в 2 мл байкальской воды в

² Отбор и установку пластин осуществляли водолазы И. В. Ханаев и А. Б. Купчинский.

пластиковой пробирке. Взвесь с биопленкой фиксировали 2%-ным раствором глутарового альдегида и готовили препарат для СЭМ согласно методике [22]. Препараты напыляли золотом и просматривали на сканирующем электронном микроскопе Philips SEM525M.

Эпифлуоресцентная микроскопия. Для изучения морфологического разнообразия культивируемых микроорганизмов наряду со сканирующей электронной микроскопией использовали метод эпифлуоресцентной микроскопии. Суспензию микробов переносили на черные поликарбонатные фильтры, которые просматривали под эпифлуоресцентным микроскопом Olympus TO41, предварительно окрашивая их ДАФИ (1 мкг/мл).

Результаты исследований и их обсуждение

Микрофлора. Прямое наблюдение биопленок с помощью СЭМ показало, что все три типа пластинок заселяются различными группами микроорганизмов: на мраморе доминируют крупные палочки длиной порядка 3 мкм, на граните — более мелкие палочки (около 2 мкм длиной) и кокки диаметром 1 мкм, на амфиболите — тонкие палочки длиной порядка 4 мкм и крупные кокковидные клетки диаметром около 2 мкм.

На снимках, полученных с помощью эпифлуоресцентной микроскопии, видно, что на мраморе морфологическое разнообразие культивируемого микробного сообщества представлено одними палочковидными формами различного размера. На граните и амфиболите были представлены как палочковидные, так и кокковидные формы бактерий, причем на последнем кокковых форм было заметно больше. Всего на пластинках было идентифицировано пять доминирующих родов микроорганизмов: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Methylobacterium*, *Alcaligenes* и *Aureobacterium*. Полученные результаты свидетельствуют о том, что развитие микроорганизмов зависит от минералов, входящих в состав горных пород.

Беспозвоночные животные. На пластинках из горных пород обнаружены ракообразные, черви, моллюски, тихоходки, личинки насекомых, относящиеся к 16 таксонам (табл. 1). Список видов Rotatoria, Cladocera, Cyclopoidea, Harpacticoida, Diptera (Chironomidae) представлен в таблице 2. Разнообразие животных на пластинах различно в течение года и зависит от сезона. Наибольшее количество таксонов отмечено в период открытой воды к концу лета, наименьшее — в подледный период (см. табл. 1)³. Так, на всех пластинах разнообразие животных в сентябре — 9—13 таксонов выше, чем в конце весеннего сезона (июнь) — 5—12. В подледный период (март) животные на пластинах представлены всего лишь тремя группами, исключение составляет только мраморная пластина большей площади. Различия в количестве таксономических групп слабо выражены: в марте и мае отмечено соответственно 11 и 9 групп, в октябре разнообразие животных бентоса было выше — 13 таксонов. На мраморных пластинах большей площади отмечена

³ Здесь и далее по тексту сравнение дается только на уровне таксономических групп.

1. Встречаемость организмов зообентоса на пластинах разных горных пород в 2004, 2006 и 2008 гг.

Таксоны	Мрамор			Гранит			Амфиболит			Мрамор большей площади			
	2006 г.		2008 г.	2006 г.		2008 г.	2006 г.		2008 г.	2004 г.			
	26.06	28.09	06.06	14.03	26.06	28.09	14.03	26.06	28.09	05.03	27.05	26.10	
Hydra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
Turbellaria	—	+	+	—	—	+	—	—	—	+	+	+	+
Nematoda	—	+	+	+	—	+	—	—	+	+	+	+	+
Rotatoria	+	+	+	—	—	+	—	—	+	+	+	—	+
Oligochaeta	+	+	+	—	+	+	+	+	+	—	+	+	+
Hirudinea	—	+	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+
Cyclopoida	+	+	+	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+
Harpacticoida	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cladocera	+	+	+	—	—	+	+	—	+	+	+	+	+
Ostracoda	—	+	+	—	+	+	—	+	—	+	+	+	+
Isopoda	—	—	—	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+
Amphipoda	—	+	+	—	+	—	—	+	+	—	+	+	+
Trichoptera	—	+	+	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
Chironomidae	—	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	+
Tardigrada	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mollusca	—	—	—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—

2. Видовой состав организмов микро- и мейзообентоса на пластинах из разных горных пород

Таксоны	Горные породы		
	мрамор	амфиболит	гранит
Rotatoria			
<i>Philodina acuticornis</i> Murray	+	+	—
<i>Dicranophorus herculus</i> Wiszniewski	+	+	+
<i>Enentrum putorius</i> Wulfert	+	—	+
<i>Lecane unguolata</i> (Gosse)	+	+	—
<i>L. aspersa</i> Kutikova et Arov	+	+	—
<i>L. bulla</i> (Gosse)	+	+	+
<i>Euchlanis ligulata</i> Kutikova et Vassiljeva	+	+	—
<i>Keratella quadrata</i> (Mueller)	+	—	—
<i>K. cochlearis</i> (Gosse)	+	+	—
<i>Trichotria similis</i> (Stenroos)	+	+	—
<i>Filinia terminalis</i> Plate	+	+	—
Crustacea			
<i>Alona setosocaudata</i> Vasiljeva et Smirnov	+	+	—
<i>A. labrosa</i> Vasiljeva et Smirnov	+	+	—
<i>Bosmina longirostris</i> (Mueller)	+	+	—
<i>Eucyclops serrulatus serrulatus</i> (Fischer)	+	—	—
<i>E. serrulatus baicalocorrepus</i> Mazepova	+	+	—
<i>Acanthocyclops konstantini</i> Mazepova	+	+	+
<i>A. galbidus</i> Mazepova	+	—	+
<i>A. improcerus</i> Mazepova	+	—	+
<i>A. versutus</i> Mazepova	+	—	—
<i>Echinocamptus (Limocamptus) parvus</i> Borutzky	+	—	—
<i>E. (L.) smirnovi</i> Borutzky	+	—	—
<i>E. (L.) baikalensis</i> Borutzky	+	+	—
<i>Canthocamptus (C.) baikalensis</i> Borutzky	+	—	—
<i>C. (Baikalocamptus) longifurcatus</i> Borutzky	+	+	—
<i>C. (B.) werestschagini</i> (Borutzky)	+	+	—
<i>Attheyella (Ryloviella) baikalensis</i> Borutzky	+	—	—
<i>Moraria (Baikalomoraria) litoralis</i> Borutzky et Okuneva	+	—	+

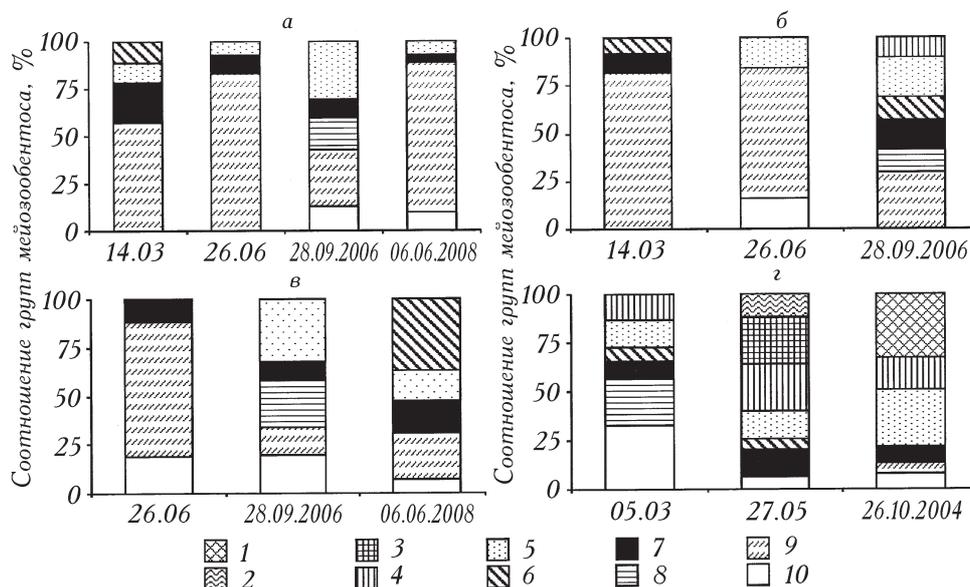
Продолжение табл. 2

Таксоны	Горные породы		
	мрамор	амфиболит	гранит
<i>M. (B.) longicaudata</i> Borutzky	+	—	—
<i>M. (B.) dentata</i> Borutzky	+	—	—
<i>Bryocamptus (Rheocamptus) saxicola</i> Borutzky et Okuneva	+	—	—
<i>Harpacticella inopinata</i> Sars	+	+	+
Chironomidae			
<i>Orthocladus compactus</i> Linevitsh	+	+	+
<i>O. gregarius</i> Linevitsh	+	+	+
<i>Paratanytarsus baicalensis</i> (Tshernovskij)	+	+	+

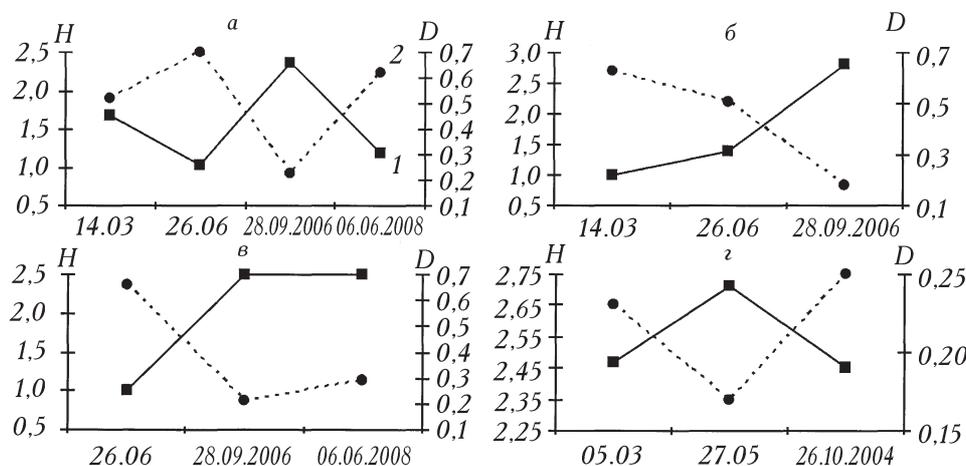
та же сезонная динамика разнообразия с максимумом таксонов в конце октября.

Отмечена также избирательность при заселении животными горных пород разного типа. На амфиболите и мраморной пластинке меньшей площади животные были представлены 13 таксономическими группами, а на граните и мраморе большей площади — соответственно 11 и 14 (см. табл. 1). Интегральные данные по видовому составу микро- и мейзообентоса показали также меньшее количество видов из группы коловраток и низших ракообразных на граните и амфиболите (см. табл. 2). На пластине из мрамора насчитывалось 35 видов, в то время как на амфиболите и граните отмечено только 21 и 11 видов. Подобная избирательность заселения горных пород (мрамор, амфиболит, гранит) микроорганизмами и животными мейзообентоса была выявлена нами и в мелководной зоне Байкала на глубине 3 м (ст. 2.9 полигона) с экспозицией 6 мес [18].

Отличительной чертой видового состава организмов на мраморе большей площади является наличие изопод и гидр, а на мраморе меньшей площади — присутствие тардиград (тихоходок) (см. табл. 1). Наибольшей численностью (более 5% общей) на всех горных породах характеризовались, как правило, животные с коротким жизненным циклом — гарпактициды, циклопы, коловратки, хидориды, нематоды (рис. 1). Так, в весенний период (март и июнь) среди вышперечисленных групп животных наибольшей плотностью отличались гарпактициды и циклопы (см. рис. 1, а, б), что хорошо согласуется с данными по индексам разнообразия и доминирования (рис. 2, а, б). В это время отмечены наибольшие значения индекса доминирования и наименьшие — индекса разнообразия. В конце летнего сезона (сентябрь) наблюдалось относительно одинаковое соотношение количества олигохет, циклопов, коловраток и гарпактицид на амфиболите и мраморе меньшей площади (см. рис. 1, а, в), что подтверждается соответствующими значениями индексов (см. рис. 2, а, в). На мраморной пластине большего размера основу численности микро- и мейзообентоса, напротив, составля-

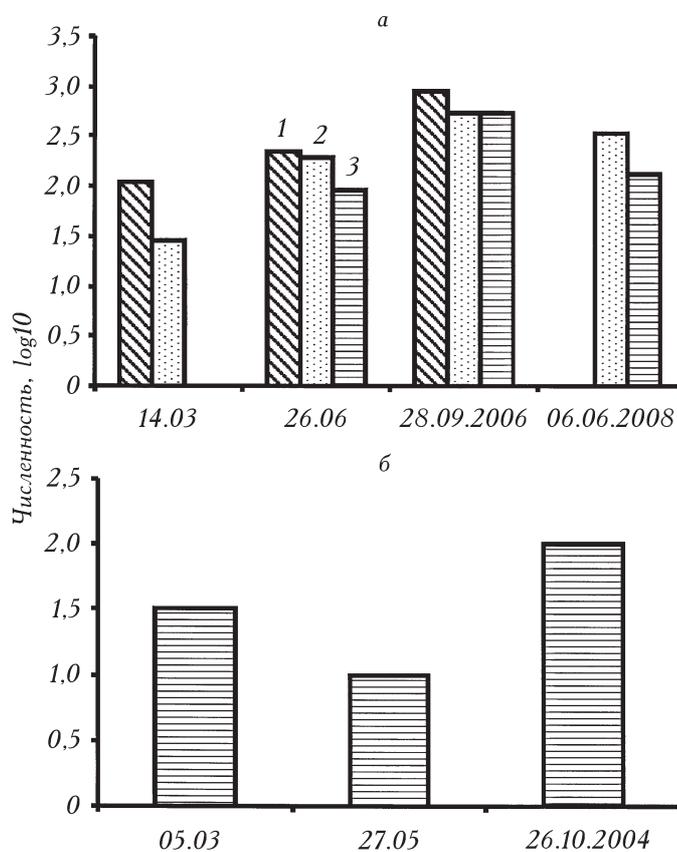


1. Соотношение основных таксономических групп зообентоса на пластинах из разных горных пород: *а* — амфиболит; *б* — гранит; *в* — мрамор; *з* — мрамор большей площади; 1 — Hydra; 2 — Turbellaria; 3 — Amphipoda; 4 — Ostracoda; 5 — Oligochaeta; 6 — Nematoda; 7 — прочие; 8 — Rotatoria; 9 — Harpacticoida; 10 — Cyclopoida.



2. Динамика индексов разнообразия (1 — *H*) и доминирования (2 — *D*) на пластинах из горных пород: *а* — амфиболит; *б* — гранит; *в* — мрамор; *з* — мрамор большей площади.

ли организмы с более длинным жизненным циклом. Это олигохеты, нематоды, остракоды и гидры. У бентосных организмов с коротким циклом развития относительно большая численность отмечена лишь у коловраток (март) и циклопов (см. рис. 1, з). Разнообразие таксонов бентосной фауны и большое количество их представителей на мраморной пластине в течение года



3. Динамика общей численности (тыс. экз/м²) зообентоса на пластинах из разных горных пород: а — гранит (1), амфиболит (2), мрамор (3); б — мрамор большей площади.

подтверждается высокими значениями индекса разнообразия — от 2,45 до 2,71 и минимальными — доминирования — от 0,17 до 0,32 (см. рис. 2, з).

Динамика численности микро- и мейзообентоса на субстратах разных горных пород, как и разнообразие, носит сезонный характер, максимальные значения отмечены в сентябре. Так, на амфиболите в марте численность составляла 7,70 тыс. экз/м², а в конце сентября — 54,23 тыс., на мраморе — соответственно 9,36 тыс. и 54,72 тыс. экз/м² (рис. 3, а, б).

Структурообразующее ядро на пластинах составляли

животные с коротким жизненным циклом (коловратки, циклопы, гарпактициды, хидориды), массовое их развитие приходится на конец сентября. На мраморных пластинах большей площади динамика количественных показателей имеет сходную картину — увеличение численности отмечено в октябре (см. рис. 3, б). В естественных условиях максимальная численность гарпактицид и хидорид в Южном Байкале на глубине 10—12 м зарегистрирована также в конце лета [13].

Исследование межгодовой динамики численности микро-и мейобентосных животных показало ее большую зависимость от продолжительности нахождения в воде (экспозиции) пластин из амфиболита и мрамора большей площади. Так, количество животных значительно увеличилось на пластинах из амфиболита по прошествии двух лет, а на мраморе — за один год (см. рис. 3, а, б). На пластинах же из мрамора меньшего размера значительных межгодовых изменений в количестве животных не отмечено (см. рис. 3, а). Возможно, это связано со значительным обрастанием этих пластин фитобентосом, поскольку большая часть животных, обитающих здесь, по типу питания являются фито- и детритофагами [11].

Заключение

Из проведенного эксперимента следует, что развитие микро-, мейзообентоса и микрофлоры зависит от типа геологического субстрата, на котором они растут, а именно: от минералов, входящих в состав горных пород, и следовательно от содержания тех или иных химических элементов.

По степени обилия животных (их общей численности) субстраты из разных горных пород можно расположить в такой последовательности: гранит (15,8 тыс. экз/м²), мрамор (9,36 тыс. экз/м²), амфиболит (5,32 тыс. экз/м²).

На всех изучаемых горных породах динамика развития организмов микро- и мейзообентоса носит сезонный характер и соответствует таковой животным, обитающим в естественных условиях на каменистом грунте в литорали Байкала. Наибольшее разнообразие и количество отмечается в конце лета — осенью, наименьшие показатели — в подледный период (март).

**

Вивчено динаміку заселення тваринами мікро-, мейобентосу та мікроорганізмами пластин різних гірських порід, занурених на глибину 14 м у літоралі оз. Байкалу. Встановлено, що розвиток мікро- та мейзообентосу в умовах експерименту має сезонний характер, а його динаміка відповідає такій тварин, що мешкають в природних умовах на кам'янистому ґрунті літоралі Байкалу. З'ясовано, що гідробіонти демонструють вибірковість у заселенні гірських порід і за ступенем привабливості для них субстрати можна розташувати у такій послідовності: граніт, мармур, амфіболіт.

**

We conducted experiments with various rock plates submerged into water at the depth of 14 m in the littoral zone of Baikal to study the colonization dynamics of these plates by micro-, meiozoobenthic animals and microflora. It has been found out that the development of micro- and meiozoobenthos depends on the season, and that the seasonal dynamics of their quantitative and qualitative characteristics is similar to that of the animals inhabiting the natural environment of stony bottom of Baikal littoral zone. Depending on the rock preferences shown by hydrobionts and their abundance all geological substrates studied should be placed as follows: granite, marble, amphibolite.

**

1. Аров И.В. Коловратки (Rotatoria) псаммона озера Байкал: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Л., 1987. — 24 с.
2. Баканов А.И. О мейзообентосе Рыбинского водохранилища // Биология внутр. вод: Информ. бюл. — 1982. — № 53. — С. 12—17.
3. Гусаков В.А. Мейзообентос Рыбинского водохранилища. — М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007. — 155 с.
4. Зайцева Е.П., Тимошкин О.А. Первые сведения о сезонной динамике количественных и качественных показателей свободноживущих ресничных червей (Plathelminthes, Turbellaria) мелководной зоны озера Байкал // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бас-

- сейна. Т. 2. Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и северной Монголии. Кн. 1.— Новосибирск: Наука, 2009.— С. 843—860.
5. *Каплина Г.С.* Зообентос Южного Байкала в районе Утулик-Мурино // Изв. Биолого-геогр. НИИ при Иркут. ун-те. — Иркутск, 1970. — Т. 23, вып. 1.— С. 42—65.
 6. *Кожов М.М.* Биология озера Байкал. — М.: Наука, 1962. — 315 с.
 7. *Курашев Е.А.* Мейобентос как компонент озерной экосистемы. — СПб.: Алга-фонд, 1994. — 224 с.
 8. *Курашев Е.А.* Мейозообентос озера Констанц: структура сообщества, выделение групп сходных биотопов и оценка последствий эвтрофирования // Биология внутр. вод. — 2004. — № 4. — С. 69—78.
 9. *Логачева Н.Ф., Тимошкин О.А., Сутурин Н.А.* Особенности распределения микрофитобентоса на искусственном субстрате — пластинах, изготовленных из геологических пород разного типа, слагающих дно каменистой литорали в районе полигона у мыса Березовый // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 2. Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и Северной Монголии. Кн. 1. — Новосибирск: Наука, 2009. — С. 933—935.
 10. *Мишарина Е.А., Аров И.В.* Структура и сезонная динамика сообщества коловраток (Rotifera) каменистой литорали полигона у мыса Березовый (озеро Байкал) // Там же. — С. 815—826.
 11. *Монаков А.В.* Питание пресноводных беспозвоночных. — М.: Ин-т проблем экологии и эволюции РАН, 1998. — 318 с.
 12. *Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. — М.: Мир, 2002.— 181 с.
 13. *Окунева Г.Л.* Мезобентос Южного Байкала в районе Утулик-Мурино// Изв. Биолого-геогр. НИИ при Иркут. ун-те. — Иркутск, 1970. — Т. 23, вып. 1. — С. 66—86.
 14. *Окунева Г.Л.* Сезонные изменения мезобентоса на каменистой литорали (район пос. Большие Коты) // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1974. — С. 137—152.
 15. *Окунева Г.Л., Аров И.В.* О методах изучения мейобентоса и псаммона озера Байкал. Проблемы систематики, экологии и токсикологии беспозвоночных. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. — С. 22—25.
 16. *Павлова К.П.* Интенсивность заселения новообразованных грунтов реки Мотовая // Животный мир Дальнего Востока.— 2002. — Вып. 4. — С. 35—40.
 17. *Попова О.В., Зайцева Е.П., Вологина Е.Г., Тимошкин О.А.* Таксономический состав и особенности распределения тихоходок (Tardigrada) мелководной зоны Южного Байкала // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 2. Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и северной Монголии. Кн. 2. — Новосибирск, Наука, 2010—2011.— С. 1385—1405.
 18. *Парфенова В.В., Мальник В.В., Бойко С.М. и др.* Сообщества гидробионтов, развивающиеся на поверхности раздела фаз вода — горные породы в оз. Байкал // Экология. — 2008. — № 3. — С. 211—216.

19. Тимошкин О.А., Сутурин А.Н., Вага Э. и др. Насколько реалистично создание универсальной концепции (схемы) слежения за состоянием экосистем? Ландшафтно-экологические исследования на озере Байкал как возможная модель // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 2. Водоемы и водотоки юга Восточной Сибири и северной Монголии. Кн. 1.— Новосибирск: Наука, 2009. — С. 708—726.
20. Щербина Г.Х. Применение искусственных субстратов для установления влияния промышленных стоков на структуру макрозообентоса малой реки // Биология внутр. вод. — 1997. — № 3. — С. 57—64.
21. Хоулт Дж., Криг Н., Снит П. и др. Определитель бактерий Берджи: В 2 т. — М.: Мир, 1997. — 800 с.
22. Belykh O.I., Sorokovikova E.G. Autotrophic picoplankton in Lake Baikal: abundance, dynamics, and distribution // Aquatic Ecosystems Health & Management. — 2003. — Vol. 6, N 3. — P. 251—261.
23. Logan M. Biostatistical design and analysis using R. A practical guide. — Wiley-Blackwell, 2010. — 576 p.
24. Timoshkin O.A., Coulter G., Wada E. et al. Is the concept of a universal monitoring system realistic? Landscape-ecological investigations on Lake Baikal (East Siberia) as a possible model // XXIX Congr. Societas Internationalis Limnologiae, Lahti, Finland, 8—14 Aug. 2004. — 2005. — P. 315—320. — (Verh. Intern. Verein. Limnol.; Vol. 29, N 1).
25. Timoshkin O.A., Suturin A.N., Maximova N.V. et al. Rock preferences and microdistribution peculiarities of Porifera and Gastropoda in the shallow littoral zone of Lake Baikal (East Siberia) as evidenced by underwater macrophotograph analysis // III Intern. symp. «Speciation in Ancient Lakes», Irkutsk, 2—7 Sept. 2002. — Berlin, 2003. — P. 193—200. — (Berliner Paläobiol. Abh.; Bd. 4, N 1).

Лимнологический институт СО РАН,
Иркутск, РФ

Поступила 14.05.12