

ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЯ ВОД НА БИОТУ

УДК 591.524.11(282.256.341)

DOI: 10.15372/GIPR20220513

**Е.Б. ГОВОРУХИНА, Г.П. САФРОНОВ, В.П. САМУСЕНКО, А.Л. ЮРЬЕВ,
Е.А. МИШАРИНА, И.О. БАТРАНИНА, А.Н. МАТВЕЕВ**

Иркутский государственный университет, 664000, Иркутск, ул. К. Маркса, 1, Россия,
kgovoruhina@mail.ru, gsafro@bio.isu.runnet.ru, samusenk@mail.ru, yuriev@bk.ru, me603@mail.ru,
eropova.irina@yandex.ru, matvbaikal@mail.ru

**ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАКРОЗООБЕНТОСА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ В ПРОЛИВЕ МАЛОЕ МОРЕ
ОЗЕРА БАЙКАЛ**

Проанализированы данные исследований состава, продукционных показателей и распределения макрозообентоса в проливе Малое Море оз. Байкал, выполненных в разные годы (1936–1941, 1951–1952, 2008 и 2014 гг.) за более чем 70-летний период. В составе макрозообентоса зарегистрированы представители следующих групп: Hydroidea, Turbellaria, Nematoda, Hirudinea, Polychaeta, Oligochaeta, Isopoda, Amphipoda, Gastropoda, Bivalvia, Chironomidae, Trichoptera, Ostracoda, Bathynellidae и Acariformes. Описана выраженная зональность вертикального распределения донных беспозвоночных, обусловленная характером глубинных горизонтов, донных отложений и развития донной растительности. Выявлены различия в развитии макрозообентоса на северо-западном и юго-восточном склонах ложа пролива Малое Море. Установлена связь показателей биомассы макрозообентоса и изменений уровня оз. Байкал, наблюдавшихся за период исследований.

Ключевые слова: литоральная зона, донные беспозвоночные, вертикальное распределение, биомасса зообентоса, экологические условия.

**E.B. GOVORUKHINA, G.P. SAFRONOV, V.P. SAMUSENOK, A.L. YURIEV,
E.A. MISHARINA, I.O. BATRANINA, A.N. MATVEEV**

Irkutsk State University, 664003, Irkutsk, ul. Karla Marksa, 1, Russia,
kgovoruhina@mail.ru, gsafro@bio.isu.runnet.ru, samusenk@mail.ru, yuriev@bk.ru, me603@mail.ru,
eropova.irina@yandex.ru, matvbaikal@mail.ru

**DYNAMICS OF QUANTITATIVE INDICATORS OF MACROZOOBENTHOS DEPENDING
ON CHANGES IN WATER LEVEL IN THE MALOE MORE STRAIT
OF LAKE BAIKAL**

An analysis is made of the results from investigating the composition, production indicators and the distribution of macrozoobenthos in the Maloe More Strait of Lake Baikal for different years (1936–1941, 1951–1952, 2008, and 2014) covering a period longer than 70 years. The composition of macrozoobenthos showed the presence of representatives of the following groups: Hydroidea, Turbellaria, Nematoda, Hirudinea, Polychaeta, Oligochaeta, Isopoda, Amphipoda, Gastropoda, Bivalvia, Chironomidae, Trichoptera, Ostracoda, Bathynellidae, and Acariformes. A clearly pronounced azonality of the vertical distribution of benthic invertebrates is described, which is caused by the nature of the deep horizons, bottom sediments, and the development of benthic vegetation. Differences were revealed in the occurrence of macrozoobenthos on the northwestern and southeastern slopes of the bed of the Maloe More Strait. The study revealed a correlation between the biomass indicators of macrozoobenthos and changes in the Lake Baikal level as observed during the period under investigation.

Keywords: littoral zone, bottom invertebrates, vertical distribution, biomass of zoobenthos, environmental conditions.

© 2022 Говорухина Е.Б., Сафронов Г.П., Самусенок В.П., Юрьев А.Л.,
Мишарина Е.А., Батранина И.О., Матвеев А.Н.

ВВЕДЕНИЕ

В оз. Байкал в настоящее время насчитывается более 2600 видов и подвидов животных [1]. Основное биологическое разнообразие фауны Байкала (более 86 % зарегистрированных видов и подвидов) сосредоточено в донных сообществах литоральной и сублиторальной зон. При этом наиболее богатой в качественном и количественном отношении является фауна макрозообентоса каменистой литорали озера [2–6].

Организмы зообентоса играют большую роль в функционировании экосистемы Байкала. Они не только являются основными компонентами пищи целого ряда донных и придонных рыб (осетра, хариусов, сига, коттоидных и др.), но и составляют значительную часть рациона пелагических рыб, прежде всего омуля. Продукция зообентоса каменистой литорали озера вдвое выше продукции глубинной зоны, хотя ее площадь превышает площадь первой в семь раз. По величине продукции донное население литорали Байкала сравнимо с бентосом высокопродуктивных эвтрофных озер [7]. Относительно высоким количественным обилием зообентоса характеризуются участки, переходные от прибрежно-соровой зоны к открытому Байкалу, к примеру пролив Малое Море. Распределение и продукция макрозообентоса в проливе в первой половине XX в. подробно описаны в работах М.Ю. Бекман [8] и М.М. Кожова [9].

Организмы зообентоса отличаются стабильной локализацией на определенных местах обитания в течение длительного времени и служат удобными объектами для наблюдений за антропогенными сукцессиями. Подъем уровня воды Байкала после строительства Иркутской ГЭС на 0,8 м привел к тому, что в ряде участков озера изменились биомасса и численность зообентоса, возросла доля коренных байкальских видов в его составе [7, 8]. В настоящее время научно-исследовательские работы по изучению изменения уровня оз. Байкал после строительства Иркутской ГЭС проводятся сотрудниками Лимнологического института (ЛИН) СО РАН, Иркутского научного центра (ИНЦ) СО РАН и Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева (ИСЭМ) СО РАН.

В настоящей работе представлен анализ таксономического состава, продукционных показателей и распределения макрозообентоса в проливе Малое Море, выполненный по данным исследований 1936–1941, 1951–1952 и 2008 гг. [9–11], а также на основе данных собственного обследования 2014 г. Основной целью работы является исследование изменений состава и продукционных показателей макрозообентоса в литоральной зоне пролива в зависимости от изменений уровня воды в указанные годы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для анализа данных ранее проведенных работ по изучению распределения макрозообентоса в проливе Малое Море послужили публикации М.Ю. Бекман [9], М.М. Кожова [10] и Л.С. Кравцовой с соавторами [11].

Отбор проб зообентоса в 2014 г. проведен по общепринятым в современной гидробиологии методам [12, 13]. Для отбора проб зообентоса использовался дночерпатель Петерсена ($S = 0,025 \text{ м}^2$). Пробы, собранные дночерпателем, перед фиксацией, как правило, отмучивают порциями в подходящей емкости. Для этого часть пробы помещают в ведро или таз, наполняя его водой на 1/3, и взмучивают вращательными движениями. Взмученную фракцию сливают в сачок-промывалку. Процесс отмучивания повторяется до тех пор, пока вода, которой промывают пробу, не становится прозрачной. Затем фракции грунта промывались через мелкаячейное мельничное сито № 23 (диаметр отверстия — 333 мкм). Собранный материал фиксировался 4%-м раствором формальдегида.

Отбор проб зообентоса в акватории Малого Моря осуществлялся в летне-осенний период 2014 г. на сетке станций по пяти перпендикулярным главной оси пролива разрезам (см. рисунок). Разрез 1 заложен по горловинной части залива Мухор от устья р. Сармы до бухты южнее мыса Улан; разрез 2 — от бухты Мухор-Халэ до бухты Тутырхейской; разрез 3 — от устья р. Курмы до бухты Семисосенной; разрез 4 — от мыса Улан-Хын до бухты Елгай (Тагай); разрез 5 — от мыса Ядыртуй до бухты Малый Хужир (Харгит, Сергит). Согласно классификации М.М. Кожова [10], разрезы 2 и 3 находятся в южной части Малого Моря, 4 и 5 — в средней. В зависимости от длины разреза и распределения глубин на нем располагалось от 6 до 22 станций. Для каждой станции установлено точное местонахождение с помощью GPS-навигатора приемника Dakota 20 (Garmin, США). Всего отобраны 88 количественных проб зообентоса.

Камеральная обработка проб проводилась в лабораторных условиях согласно общепринятым гидробиологическим методикам [12–15] с использованием бинокулярных микроскопов МБС-10 (ЛЗОО, Россия) и Биомед-2 Zoom (Биомед, Россия). Воздушно-сухая биомасса донных беспозвоноч-

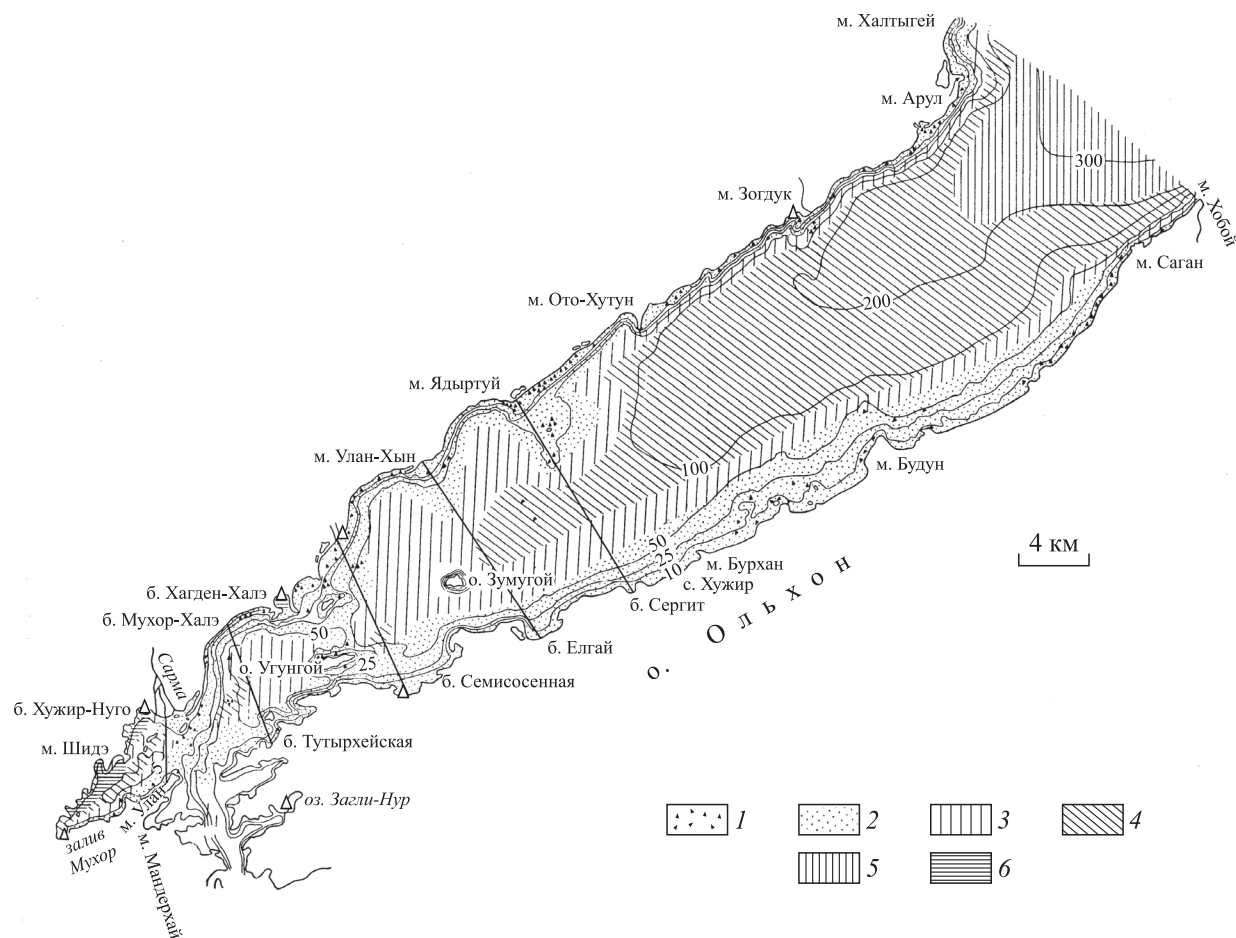


Рис. 1. Карта-схема пролива Малое Море с расположением разрезов отбора проб зообентоса (показаны черными линиями) в 2014 г.

1 — крупный камень; 2 — песок; 3 — илистый песок; 4 — песчанистый ил; 5 — ил диатомовый; 6 — ил прибрежный с растительными остатками, по [9].

ных определялась с помощью торсионных весов WT PRLTT 5 (Techniprot, Польша) и электронных весов Scout Pro SPU123 (ОНАУС, США) с точностью до 0,001 г. Численность и биомасса организмов бентоса пересчитывалась на 1 м².

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В составе зообентоса пролива Малое Море встречаются представители фауны донных беспозвоночных следующих групп: Hydroidea, Turbellaria, Nematoda, Hirudinea, Polychaeta, Oligochaeta, Isopoda, Amphipoda, Gastropoda, Bivalvia, Chironomidae, Trichoptera, Ostracoda, Bathynellidae и Acariformes. Это обычные для исследуемого района и для всего Байкала представители зообентоса [9, 10, 16–18]. В Малом Море ясно выражена зональность вертикального распределения зообентоса.

В зависимости от экологических условий в проливе Малое Море выделяют следующие районы: 1) залив Мухор — южная мелководная часть; 2) южную часть Малого Моря — от залива Мухор до северной оконечности о. Угунгой; 3) среднюю — от о. Угунгой до линии мыс Зогдук — мыс Будун; 4) северную — от линии мыс Зогдук — мыс Будун до линии мыс Арул — мыс Хобой [19].

Дно Малого Моря имеет постепенный уклон с юга на север. Глубины в южной оконечности (залив Мухор) не превышают 5 м. Пролив Ольхонские Ворота по оси имеет глубины от 25 до 40 м. К северу от залива Мухор глубины постепенно возрастают до 50–60 м, а севернее о. Угунгой достигают 75–85 м. Дальше на север глубины увеличиваются до 100–150 м (на линии мыс Зогдук — мыс Будун). Севернее их уровень понижается до 200–250 м, а на линии мыс Арул — мыс Хобой — до 300 м.

Преобладающими грунтами в Малом Море являются илы и пески с разной степенью заиленности [20]. В проливе Ольхонские Ворота преобладают пески чистые (у берегов) или с примесью ила. Против каменистых мысов в проливе и в губах — камни. В южной части Малого Моря всюду распространены пески различной степени заиленности, у берегов более чистые крупнозернистые пески или камни, особенно распространенные вокруг островов. В средней части Малого Моря широко распространены мелкие иловатые пески, а на глубинах свыше 100–120 м они постепенно сменяются илами. Лишь вблизи берегов развиты более чистые, крупнозернистые пески и камни.

Температура вод Малого Моря в период летнего прогрева возрастает с севера на юг. Для вод пролива характерна неустойчивость горизонтального и вертикального распределения температуры, обусловленная влиянием сгонно-нагонных явлений и водообмена с открытым озером.

В среднем в период летнего прогрева поверхностные слои Малого Моря оказываются на несколько градусов теплее (в июне на 2–6 °С, в июле на 1–5 °С, в августе на 1–2 °С) по сравнению с водами открытого Байкала. Более теплыми оказываются мелководные заливы Мухор, Загли, в которых температура воды на поверхности в июле и августе превышает 20 °С [21].

Количество кислорода в водах северной и средней частей Малого Моря в летний период близко к нормальному насыщению. В южной части воды летом несколько пересыщены кислородом, что связано с фотосинтетической деятельностью фитопланктона, обильнее развивающегося именно в этой части озера. В вертикальном направлении летом наблюдается довольно значительный рост абсолютных величин содержания кислорода с глубиной в соответствии с более низкими температурами воды на глубинах [22].

По мнению М.М. Кожова [10], наибольшее богатство жизни в проливе Малое Море наблюдается на сильно заиленных песках, занимающих площадь, равную приблизительно половине всей площади залива. Биомасса зообентоса достигает здесь в среднем 38,2 г/м². На илах она составляет 22,32 г/м², на более или менее чистых прибрежных песках — 16,3 г/м². М.Ю. Бекман [9], основываясь на данных исследований 1951–1952 гг., также характеризует зообентос залива как богатый и имеющий высокое обилие (табл. 1). Автором [9] были получены подробные и более достоверные данные о распределении средней биомассы зообентоса в Малом Море в зависимости от глубины и месторасположения (табл. 2), а также был сделан вывод, что по общему богатству бентоса Малое Море можно отнести к высокопродуктивным водоемам.

Л.С. Кравцова с соавторами [11] исследовали в 2008 г. хорологическую структуру населения беспозвоночных животных в зарослях высших водных растений в бухтах Хужир-Нуго (залив Мухор) и Куркутской (пролив Ольхонские Ворота). Согласно их данным, в зарослях урути колосистой (*Myriophyllum spicatum*) в бухте Куркутской в 2008 г. в июне биомасса зоофитоса составляла 6,5 г/м², а в августе — 15,3 г/м²; в июне биомасса эндобентоса достигала 84,3 г/м², в августе — 70,9 г/м².

В бухте Хужир-Нуго исследования выполнены только в июне, в начале вегетации высшей водной растительности. В зарослях элодеи канадской (*Elodea canadensis*) биомасса зоофитоса была около 100 г/м², а эндобентоса — более 20 г/м², таким образом, общая биомасса макробеспозвоночных превышала 120 г/м². По мнению авторов, биомасса зоофитоса в бухте Хужир-Нуго возросла в 25 раз, а в Куркутской существенно не изменилась по сравнению с 1970-ми гг. [11].

В результате изучения биомассы зообентоса в проливе, проведенного нами в 2014 г., на разрезах были установлены некоторые различия.

Таблица 1

Среднегодовая биомасса (г/м²) групп зообентоса на пяти характерных биотопах залива Мухор, 1951–1954 гг. [9]

Группы организмов	Юго-восточный берег, глубина 0–1,5 м, чистый песок	Бухта в куту Мухора, глубина 0–2 м, слабо заиленный песок	Бухта Хужир-Нугэ, глубина 0–1 м, илистый песок	Середина Мухора, глубина 0–1 м, песчаный ил	Бухты северо-западного берега, глубина 1–3 м, прибрежный ил с рдестом
Амфиподы	9,04	24,71	26,47	10,12	33,32
Моллюски	0,30	6,15	8,68	31,48	25,99
Олигохеты	4,25	5,78	4,89	14,53	13,08
Хирономиды	0,05	0,80	0,42	3,49	1,34
Прочие	0,07	0,26	1,92	0,86	4,47
Всего	13,71	37,70	42,38	60,48	78,20

Таблица 2

Биомасса зообентоса Малого моря, 1951–1954 гг. [9]

Район	Донные отложения	Глубина, м	Число станций	Средняя биомасса, г/м ²
Залив Мухор	Чистые пески у берегов	0	16	13,67
	Илистые пески (в куту)	0–2	25	37,70
	Песчаные илы (середина)	3–5	35	60,48
Бухта Хужир-Нугэ	Илистый песок	0–1	16	42,38
	Илы с небольшим количеством растительных остатков	1–3	14	78,20
Открытые участки				
Зона малых глубин	Чистые пески у Ольхонского берега	0–5	38	17,86
	Песок с детритом у материкового берега	1–5	22	46,52
Зона средних глубин	Песок у берегов	5–20	76	36,18
	Пески	20–50	36	22,67
Зона больших глубин	Илистый песок	50–100	20	33,91
	Песчанистый ил	100–200	20	31,21
	Диатомовый ил	>200	6	7,77

На северном разрезе 5 (мыс Ядыртай – бухта Сергит) средняя биомасса зообентоса на глубине 1–3 м равна $20,47 \pm 12,33$ г/м². Доминируют в биомассе гастроподы (42 % от общей биомассы) и олигохеты (30 %). Средняя численность донного населения составляет $10\,160 \pm 3311$ экз./м², наиболее многочисленны амфиподы (44 % от общей численности), на долю которых приходится 20 % общей биомассы и олигохеты (42 %).

На глубине 3–5 м средняя биомасса резко, в 3,5 раза, возрастает до $72,27 \pm 30,02$ г/м² за счет всех основных групп донных беспозвоночных. Доминируют, как и на глубине 1–3 м, гастроподы (54 % от общей биомассы) и олигохеты (31 %). Плотность населения по сравнению с глубиной 1–3 м, как и биомасса, увеличилась до $28\,387 \pm 4304$ экз./м², т. е. в 2,3 раза. Основу общей численности создают олигохеты (49 % от общей численности) и амфиподы (37 %).

На глубинах 5–20 м средняя биомасса по сравнению с предыдущей зоной немного снижается — до $63,79 \pm 13,06$ г/м². Продолжают доминировать гастроподы (48 % от общей биомассы) и олигохеты (28 %). Средняя численность на глубине 5–20 м достигает максимума для разреза и равна $35\,207 \pm 9386$ экз./м². Основу общей численности, как и на глубине 3–5 м, создают олигохеты (57 % от общей численности) и амфиподы (23 %), но соотношение их доли изменилось за счет увеличения плотности олигохет. Значительно возросла плотность гастропод (до 8 % от общей численности) по сравнению с более мелкими глубинами, где на их долю в зоне глубин 1–3 м приходилось 5 %, в зоне 3–5 м — 6 % от общей численности.

На разрезе 4 (мыс Улан-Хын – бухта Елгай) средняя биомасса донных беспозвоночных на глубине 1–3 м равна $12,33 \pm 2,33$ г/м². Она ниже, чем на разрезе 5, за счет очень небольшого числа гастропод (27 ± 27 экз./м²). Доминируют в биомассе олигохеты (59 % от общей биомассы), много амфипод (36 %). Средняя численность зообентоса составляет $13\,227 \pm 2312$ экз./м², наиболее многочисленны, как и на разрезе 5, амфиподы (49 % от общей численности) и олигохеты (39 %). В зоне глубин 3–5 м «мягкие» донные отложения не встречены, на дне располагается каменистая гряда. На глубинах 5–20 м средняя биомасса зообентоса ($77,52 \pm 18,85$ г/м²) немного выше, чем на разрезе 5. Доминируют в биомассе также гастроподы (46 % от общей биомассы) и олигохеты (27 %). Средняя численность донных беспозвоночных на глубине 5–20 м максимальная для разреза так же, как на разрезе 5, и равна $34\,177 \pm 6036$ экз./м². По численности доминируют олигохеты (42 %) и амфиподы (29 %). На долю гастропод, как и на предыдущем разрезе, приходится 8 % от общей численности.

На разрезе 3 (устье р. Курмы – бухта Семисосенная) средняя биомасса донных беспозвоночных на глубине 1–3 м составляет $20,24 \pm 4,29$ г/м². Она выше, чем на разрезе 4, и близка к таковой на разрезе 5. Доминируют в биомассе амфиподы (40 % от общей биомассы) и олигохеты (37 %), заметно значение гастропод (19 %). Как видно из приведенных данных, структура донного сообщества по биомассе здесь иная, чем на разрезах 4 и 5. Средняя численность донных беспозвоночных —

24 770 ± 11 715 экз./м², наиболее многочисленны, как и на разрезах 4 и 5, амфиподы (50 % от общей численности) и олигохеты (34 %). На глубине 3–5 м, как на разрезе 5, биомасса зообентоса резко (в пять раз) возрастает до 105,10 г/м² за счет увеличения биомассы гастропод и олигохет, которые доминируют. На гастропод приходится 47 % общей биомассы, на олигохет — 42 %. Численность донного населения по сравнению с глубиной 1–3 м лишь слегка (до 25 400 экз./м²) увеличилась. Наиболее многочисленны амфиподы (38 % от общей численности), много олигохет (23 %) и гастропод (14 %). На глубинах 5–20 м средняя биомасса донных беспозвоночных (77,41 ± 15,87 г/м²) немного выше, чем на разрезе 5, и практически такая же, как на разрезе 4. Доминируют в биомассе гастроподы (46 % от общей биомассы) и олигохеты (33 %), как и на разрезах 4 и 5. Средняя численность зообентоса (22 333 ± 5469 экз./м²) несколько ниже, чем в предыдущих зонах глубин. По численности доминируют олигохеты (50 %) и амфиподы (24 %). На долю гастропод, как и на предыдущих разрезах, приходится 8 % общей численности зообентоса.

На разрезе 2 (бухта Мухор-Халэ — бухта Тутырхейская) на глубине 1–3 м отмечены самые высокие среди всех исследованных разрезов средняя биомасса (71,77 ± 40,47 г/м²) и численность (28 200 ± 16 227 экз./м²) зообентоса. В биомассе доминируют гастроподы (51 % от общей биомассы), как и на разрезе 5, высока роль олигохет (26 %) и амфипод (16 %). В численности преобладают олигохеты (60 % от общей численности), довольно много амфипод (17 %) и гастропод (10 %). На глубине 3–5 м, как на разрезах 4 и 5, средняя биомасса несколько возрастает (98,94 г/м²) по сравнению с глубиной 1–3 м. В биомассе, как и на всех предыдущих разрезах, доминируют гастроподы (56 %), значительна роль олигохет (19 %) и амфипод (16 %). Численность донного населения по сравнению с глубиной 1–3 м снизилась до 24 380 ± 140 экз./м² и близка к таковой на разрезе 3. Наибольший вклад в общую численность вносят олигохеты (40 %) и амфиподы (31 %). Довольно много двусторчатых (2440 ± 80 экз./м²) и брюхоногих (1460 ± 220 экз./м²) моллюсков. На глубинах 5–20 м средняя биомасса донных беспозвоночных (68,87 ± 8,44 г/м²) самая низкая среди всех исследованных разрезов пролива. По биомассе доминируют гастроподы (38 % от общей биомассы) и олигохеты (35 %), как и на разрезах 3–5, довольно значительный вклад вносят амфиподы (17 %). Здесь зарегистрирована самая высокая для разреза средняя численность донных беспозвоночных (30 980 ± 5357 экз./м²), как и на разрезах 4 и 5. По численности доминируют олигохеты (40 %) и амфиподы (29 %). На долю гастропод приходится только 4 % общей численности зообентоса, что ниже, чем на предыдущих разрезах.

Как следует из приведенного выше анализа данных по распределению зообентоса на разных разрезах Малого моря, в средней части пролива (разрезы 4 и 5) биомасса зообентоса на глубине 3–5 м несколько ниже, чем в южной (разрезы 2 и 3). На глубине 1–3 м на разрезах 3 и 4 биомасса практически одинакова, а на разрезе 2 — вдвое выше. Несмотря на колебания значений биомассы отдельных групп зообентоса на разных разрезах и в разных зонах глубин, структура сообществ донных беспозвоночных сходна. Вышеописанные закономерности распределения биомассы зообентоса по усредненным для всех разрезов данным повторяются с небольшими различиями в количественных показателях роли отдельных групп донных животных. Так, на глубинах более 3 м преимущественно изменяется только доля доминирующих групп в общей биомассе. На глубине до 3 м картина более разнообразна. По показателям биомассы обычно доминируют гастроподы, олигохеты и амфиподы, но их значение в донных сообществах на разных разрезах непостоянно.

При сравнении распределения зообентоса вдоль материкового и островного берегов было установлено следующее.

Средняя биомасса донных беспозвоночных на глубине 1–3 м у материкового берега составляет 44,89 ± 23,50 г/м², у островного — 18,92 ± 7,05 г/м², на глубине 3–5 м у материкового берега — 99,07 ± 16,46 г/м², у островного — 61,76 ± 43,34 г/м². Различия в средней биомассе в диапазоне глубин 1–3 м достигают 2,4 раза, 3–5 м — 1,6 раза и происходят в основном за счет значительно большего развития моллюсков у северо-западного берега. Это может быть связано в первую очередь с тем, что юго-восточный ольхонский берег часто подвергается разрушительному действию волнения, вызванного преобладающим северо-западным ветром, и донные отложения (пески) здесь лучше отсортированы и менее заилены.

В табл. 3 приведены данные по биомассе макрозообентоса Малого моря в разные годы. Сравнительный анализ показал, что в 2014 г. биомасса зообентоса во всех подзонах литорали была вдвое выше, чем в 1951–1952 гг. Увеличение биомассы произошло на всех четырех разрезах за счет моллюсков, олигохет и амфипод (табл. 4).

Таблица 3

Биомасса групп зообентоса (г/м²) биотопов основного бассейна Малого моря на различной глубине

Группы организмов	Биотоп		
	открытое побережье, чистый песок, 0–5 м	открытое побережье, песок среди камней, 1–5 м	открытое побережье, песок, 5–25 м
1951–1952 гг. [9]			
Амфиподы	7,0	7,82	5,63
Олигохеты	10,26	20,17	12,59
Моллюски	0,13	16,22	15,58
Хирономиды	0,06	0,36	0,17
Прочие	0,40	1,58	1,75
Всего	17,85	46,15	35,72
2014 г.			
Амфиподы	7,00 ± 1,29	8,26 ± 1,14	9,71 ± 1,32
Олигохеты	9,73 ± 2,83	14,73 ± 3,35	22,00 ± 3,21
Моллюски	12,30 ± 7,20	24,42 ± 7,59	35,21 ± 4,92
Хирономиды	0,04 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,52 ± 0,22
Прочие	0,54 ± 0,23	0,74 ± 0,23	4,45 ± 0,91
Всего	29,61 ± 10,58	48,23 ± 10,95	71,90 ± 6,90
Число проб	17	21	24

Таблица 4

Средняя биомасса (г/м²) зообентоса пролива Малое море в зоне глубин 5–20 м на пяти разных поперечных разрезах

Параметр	Разрезы				
	южная часть		средняя часть		
	бухта Мухор-Халз – бухта Тутырхейская	устье р. Курмы – бухта Семисосенная	мыс Улан-Хын – мыс Елгай	мыс Ядыртуй – бухта Сергит	мыс Зундук – мыс Будун
1936–1941 гг. [10]					
Количество станций	3			3	
Средняя биомасса	36,0			14,4	
1951–1952 гг. [9]					
Количество станций	11	31	11	17	15
Средняя по разрезу биомасса	38,2	33,4	34,0	37,7	37,4
Средняя биомасса	35,8			36,4	
2014 г.					
Количество станций	6	6	6	7	
Средняя по разрезу биомасса	68,9 ± 8,4	77,4 ± 15,9	77,5 ± 18,9	63,8 ± 13,1	
Средняя биомасса	73,1 ± 8,7			70,7 ± 11,1	

При сопоставлении показателей биомассы макрозообентоса и уровня оз. Байкал (в 1936–1941, 1951–1952, 2008 и 2014 гг.) выяснилось, что до зарегулирования стока плотиной Иркутской ГЭС (до 1959–1960 гг.), когда режим уровня был связан только с климатическими процессами, показатели биомассы зообентоса в Малом море были ниже, чем после зарегулирования. Причем в 2008 г. при амплитуде колебания уровня 0,85 м средняя биомасса зообентоса была наибольшей (77,6 г/м²) по сравнению с данными 2014 г. [11], когда амплитуда колебаний составляла 0,44 м. Таким образом, можно предположить, что с повышением уровня оз. Байкал и при внутригодовой амплитуде 0,85 м и выше наблюдается увеличение биомассы зообентоса. Для подтверждения данной гипотезы необходимы дополнительные исследования литоральной зоны как в проливе Малое море, так и в других районах Байкала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Литературный анализ и результаты нашей работы по изучению вертикального распределения макрозообентоса в проливе Малое Море показали, что данный район оз. Байкал характеризуется высоким количественным обилием макрозообентоса, а также повышением его биомассы в южной части. Отмечаются колебания в развитии зообентоса на разных разрезах между северо-западным и юго-восточным склонами ложа. На меньших глубинах различия в биомассе заметны, особенно в прибрежной области. На прибрежных участках всех разрезов колебания биомассы зообентоса вдоль северо-западного и юго-восточного берегов более сильные, чем в глубоководной зоне. Тем не менее общая закономерность более высокого развития зообентоса у северо-западного берега сохраняется. Значительные различия в биомассе донных сообществ, скорее всего, связаны с большим разнообразием экологических условий на этих глубинах и свойствами биотопов, различающихся между собой по составу донных отложений и наличию высших водных растений, особенно в виде массивных скоплений. Также установлено, что с увеличением уровня оз. Байкал и внутригодовой амплитудой 0,85 м и выше наблюдается увеличение биомассы зообентоса.

Для изучения влияния уровня воды в оз. Байкал на распределение и показатели биомассы макрозообентоса литоральной зоны необходимы комплексные регулярные научные исследования во всех районах озера. Последние исследования по данной теме проводились в 2014 г. лишь в проливе Малое Море, в других районах не проводились вообще. В 2022 г. авторами планируется провести исследования в проливе Малое Море с отбором проб макрозообентоса на сетке станций по пяти разрезам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимошкин О.А. Озеро Байкал: разнообразие фауны, проблемы ее несмешиваемости и происхождения, экология и «экзотические» сообщества // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Байкал. — Новосибирск: Наука, 2001. — Т. 1, кн. 1. — С. 16–73.
2. Гаврилов Г.Б. Фауна каменистой литорали оз. Байкал: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Иркутск, 1950. — 20 с.
3. Кожов М.М. Очерки по байкаловедению. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1972. — 254 с.
4. Каплина Г.С. Макрозообентос каменистых грунтов литорали оз. Байкал и его сезонная динамика // Продуктивность Байкала и антропогенные изменения его природы: Сб. статей. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1974. — С. 126–137.
5. Бекман М.Ю. Бентос приустьевых участков рек // Лимнология Северного Байкала. — Новосибирск: Наука, 1983. — С. 103–108.
6. Тахтеев В.В., Окунева Г.Л., Провиз В.И., Репсторф П., Ситникова Т.Я., Адов Ф.В., Шубенков С.Г., Салля С.Н. К характеристике донной фауны и сообществ зообентоса Северного Байкала в районе Байкало-Ленского заповедника // Исследования водных экосистем Восточной Сибири. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. — Т. 3. — С. 21–41.
7. Байкаловедение: В 2 кн. / Отв. ред. О.Т. Русинек, В.В. Тахтеев, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Ходжер, Н.М. Буднев. — Новосибирск: Наука, 2012. — 1112 с.
8. Никитин В.М., Абасов Н.В., Бычков И.В., Осипчук Е.Н. Уровенный режим озера Байкал: проблемы и противоречия // География и природ. ресурсы. — 2019. — № 4. — С. 74–83.
9. Бекман М.Ю. Некоторые закономерности распределения и продуцирования массовых видов зообентоса в Малом Море // Труды Байкальской лимнологической станции. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. — Т. 16: Исследования Малого Моря. — С. 342–381.
10. Кожов М.М. Биология озера Байкал. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 315 с.
11. Кравцова Л.С., Механикова И.В., Ижболдина Л.А. Хронологическая структура населения беспозвоночных животных в зарослях высших водных растений озера Байкал // Гидробиол. журн. — 2011. — Т. 47, № 3. — С. 32–43.
12. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. — М.: Высш. шк., 1960. — 130 с.
13. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Отв. ред. Ф.Д. Мордухай-Болтавской. — М.: Наука, 1975. — 240 с.
14. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 240 с.
15. Винберг Г.Г. Линейные размеры и масса тела животных // Журн. общей биол. — 1971. — Т. 32, № 6. — С. 714–723.
16. Базикалова А.Я. Амфиподы озера Байкал // Труды Байкальской лимнологической станции, 1945. — Т. 11. — 440 с.

17. **Базикалова А.Я., Вилисова И.К.** Питание бентоядных рыб Малого моря // Труды Байкальской лимнологической станции. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. — Т. 16: Исследования Малого моря. — С. 382–497.
18. **Lake Baikal. Evolution and Biodiversity** / Ed. O.M. Kozhova, L.R. Ismest'eva. — Leiden: Backhuys Publishers, 1998. — 447 p.
19. **Толмачев В.А.** К гидрохимии Малого моря // Труды Байкал. лимнолог. станции. — 1959. — Т. 17. — С. 137–191.
20. **Патрикеева Г.И.** Донные отложения Малого моря // Труды Байкал. лимнолог. станции. — 1959. — Т. 17. — С. 205–254.
21. **Шимараев М.Н.** Изменчивость температурного состояния вод Байкала // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и ее изменчивость. — Новосибирск: Наука, 1977. — С. 201–233.
22. **Вотинцев К.К.** Гидрохимия озера Байкал. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 311 с.

Поступила в редакцию 31.05.2022

После доработки 05.07.2022

Принята к публикации 03.10.2022
