

Среда обитания водных
биологических ресурсов

УДК 574.587

Особенности распределения макрозообентоса
сублиторали в бухте Малокурильская (о-в Шикотан)В.С. Лабай, Е.В. Абрамова, О.Н. Березова, О.Б. Шарлай, Т.С. Шпилько, А.И. Новоселова,
Е.С. КорнеевСахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск
E-mail: v.labaj@yandex.ru

Описаны структура, количественные показатели, особенности распределения и основные сообщества макробентоса бух. Малокурильская (о-в Шикотан). Общую биомассу макрозообентоса определяли четыре таксона: полихеты, двустворчатые моллюски, десятиногие раки и брюхоногие моллюски. Приведены основные закономерности распределения макрозообентоса бухты. Отмечено четыре донных сообщества: нативные сообщества *Chaetozone setosa* + *Macoma nipponica*, *M. nipponica* + *Liocyma fluctuosa*, *Pagurus ochotensis* и сообщество внутренней акватории порта aff. *Capitella capitata* + *C. setosa*, сформировавшееся в условиях высокой антропогенной нагрузки. Трофическую структуру макрозообентоса формируют сестонофаги, грунтофаги и собирающие детритофаги. Центральную и южную часть акватории на мелкозернистых песках оккупирует трофическое сообщество «сестонофаги + собирающие детритофаги». Трофическое сообщество «грунтофаги + собирающие детритофаги» отмечено на илах восточной части и на мелкозернистых песках западной части бухты. На выходе из бухты на среднезернистых песках локализовано трофическое сообщество «некрофаги / собирающие детритофаги / фитофаг + сестонофаги». Антропогенное влияние является основным фактором, воздействующим на распределение и показатели обилия макрозообентоса.

Ключевые слова: макрозообентос, донное сообщество, трофическая структура, распределение, Курильские о-ва, Шикотан.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-104-120

ВВЕДЕНИЕ

Макробентос сублиторали закрытых бухт и заливов, находящийся под прессингом антропогенного воздействия, российского Дальнего Востока достаточно подробно изучен и описан для прибрежных вод Приморья [Голиков и др., 1986; Гульбин и др., 2003; Белан, Белан, 2006; Фадеев, Фадеева, 2007 и др.]. В то же время, для южной части

Курильского архипелага подробные описания макробентоса сублиторали отсутствуют. В последние годы происходит активное хозяйственное освоение южных островов Курильской гряды, которое в значительной мере затрагивает экосистемы закрытых бухт — удобных водных объектов для размещения портовых и иных сооружений. В то же время отмечается рост востребованно-

сти знаний о макробентосе прибрежных вод Курильских о-вов в системе мониторинга морских экосистем и при описании кормовой базы прибрежных морских ихтиоценов.

В июле 2018 г. в ходе экспедиции Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («СахНИРО») была обследована внутренняя акватория бух. Малокурильская о-ва Шикотан, материалы этого обследования легли в основу данной работы.

Цель работы — описание состава, структуры, количественных характеристик и выявление основных закономерностей распределения макробентоса сублиторали бух. Малокурильская (о-в Шикотан).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ

Исследования проводились в бух. Малокурильская о-ва Шикотан в июле 2018 г.

Макробентос отбирали с борта моторной лодки в сублиторали (3–11 м) количественным водолазным методом в трёх повторностях на каждой станции.

Макробентос собирали при помощи легководолазов с учётных площадок в 1 м² с использованием гидробиологической рамки, которая закидывалась случайным образом. Пробы отбирались в питомзы с размером ячеек не более 5 мм. Затем вёлся отбор инфавны при помощи бентометра Леванидова с площадью отбора 0,09 м² [Леванидов, 1976; Методические..., 2003], имеющего обтянутые мельничным ситом с ячейей 0,5 мм переднюю и боковые стенки и сачок длиной 70 см с ячейей 0,5 мм сзади, что позволило учитывать активных пловцов (бокоплавцы, изоподы, кумовые раки и др.). С площади дна, занятой бентометром, с помощью совка производился отбор грунта на глубину около 20 см, для наиболее полного учёта организмов инфавны, который перемещался в сачок. Бентометр с грунтом и содержащимися в нем организмами поднимался на борт лодки, где производился первичный отмыв пробы от грунта.

Пробы промывали через систему сит с наименьшей ячейей 0,5 мм, разбирали по группам и видам, определяли плотность и сырую биомассу донных гидробионтов в пробе.

Данные пересчитывались на 1 м². Данные, собранные с помощью гидробиологической рамки и бентометра, объединялись. Определение таксонов и видов производилось сотрудниками СахНИРО. Ракообразные идентифицированы В.С. Лабаем, многощетинковые черви — Е.В. Абрамовой, двустворчатые моллюски — О.Н. Березовой, брюхоногие моллюски — Т.С. Шпилько, прочие группы — О.Б. Шарлай.

Описание макробентоса основано на анализе 51 количественной пробы, собранных на 17 станциях (6 разрезов) (рис. 1, табл. 1).

При описании структуры донных сообществ использовались следующие параметры: количество видов (*S*); удельная численность (плотность) (*N*); удельная биомасса (*B*); относительная биомасса (*B*, %); частота встречаемости (*ЧВ*, %). Определяющим при структуризации сообществ был коэффициент относительности (*КО*), рассчитываемый как произведение относительной средней *B* (%) или показателя *Q* (%) на частоту встречаемости (%) [Песенко, 1982].

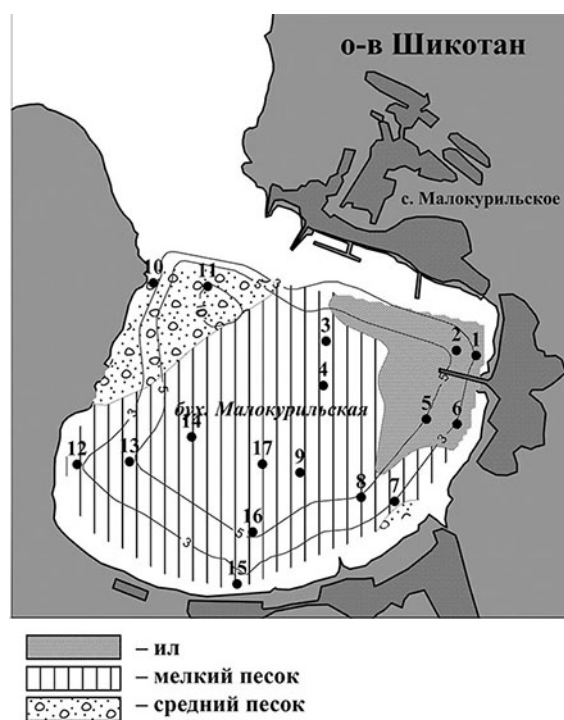


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб и литологическая карта донных отложений в бух. Малокурильская

Таблица 1. Характеристики станций, выполненных в бух. Малокурильская

Станция	Координаты		Глубина, м	Грунт
1	43°52' 17,112" N	146°49' 36,037" E	3	ил
2	43°52' 17,501" N	146°49' 33,636" E	5	ил
3	43°52' 18,228" N	146°49' 18,671" E	7,5	мелкий песок
4	43°52' 14,642" N	146°49' 18,379" E	8	мелкий и средний песок, ил
5	43°52' 11,842" N	146°49' 30,302" E	5	ил
6	43°52' 11,384" N	146°49' 33,917" E	3	ил
7	43°52' 4,973" N	146°49' 26,612" E	3	мелкий и средний песок
8	43°52' 5,279" N	146°49' 22,696" E	5	мелкий песок, ил
9	43°52' 7,324" N	146°49' 15,740" E	7	мелкий песок, ил
10	43°52' 23,178" N	146°48' 58,892" E	4	средний песок
11	43°52' 22,901" N	146°49' 5,120" E	11	средний песок
12	43°52' 8,004" N	146°48' 50,123" E	3	мелкий песок, ил, ракуша
13	43°52' 8,242" N	146°48' 56,214" E	5	мелкий песок, ил
14	43°52' 10,337" N	146°49' 3,209" E	7,5	мелкий песок, ил
15	43°51' 58,126" N	146°49' 8,458" E	3	мелкий песок, ил
16	43°52' 2,482" N	146°49' 10,427" E	5,5	мелкий песок, ил
17	43°52' 8,108" N	146°49' 11,482" E	7,5	средний песок, ил

При структуризации сообществ учитывали долю каждого вида (формы) в средней общей B макробентоса, $ЧВ$ и $КО$. Вид считался доминирующим, если значение коэффициента относительности попадало в диапазон 1000–10000. Названия сообществ приведены по доминирующим видам.

При выделении сообществ донных гидробионтов на станциях x и y использовался индекс процентного сходства, впервые предложенный Я. Чекановским [География..., 2002]: $C_{xy} = \sum (MIN p_x, p_y)$, где p — доля (%) вида в общем Q на станциях x и y , соответственно. Пробы считались отобранными из одного сообщества при превышении значения индекса 40%. Кластеризацию исходных матриц осуществляли по методу невзвешенных парно-групповых средних (unweighted pair-group average) [Дюран, Одделл, 1977].

Для определения типа питания отдельных видов макрозообентоса использованы работы [Fauchald, Jumars, 1997; Macdonald et al., 2010].

Для выявления основных закономерностей в распределении бентоса применялось построение ординационного графа методом главных компонент [Калинина, Соловьёв, 2003] в программе STATISTICA version 8.

Для оценки видового разнообразия водных сообществ использовался индекс видового разнообразия или энтропийный индекс Шеннона-Уивера (I_{BO} , бит/экз.) [География..., 2002].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Параметры среды на обследованном участке. О-в Шикотан входит в состав Малой Курильской гряды и является самым крупным островом архипелага, его площадь, по данным измерения в программе GPSMapEdit2.1, составляет 245,4 км². Остров вытянут с северо-востока на юго-запад на 27 км, ширина составляет 5–13 км [Атлас..., 1967; Сахалинская область..., 1994]. Береговая линия острова сильно изрезана, на юго-восточном берегу острова расположены глубоко вдающиеся бухты Дмитрова, Церковная, Снежная, Маячная и др., на северо-западном берегу — бухты Крабовая, Звёздная и Малокурильская. Бух. Малокурильская небольшая, площадью 0,84 км² (по данным измерения в программе GPSMapEdit2.1). Наибольшая глубина на входе составляет 15 м, средняя — 5 м (по данным собственных измерений). На побережье бухты расположено село-порт Малокурильское.

Характер донных отложений бух. Малокурильская показан на рис. 1. В восточной части бухты в районе порта отмечаются скопления илов. Пески в бухте распространены достаточно широко, мелкозернистые пески наиболее представлены в центральной и западной части. Среднезернистые пески практически полностью оконтуривают мелкозернистые пески с запада и на юге, максимальные площади распространения пески этой фракции получили в северной части бухты.

Небольшая глубина бухты способствует прогреву морской воды. В момент отбора проб температура воды изменялась от +9,1 °С в придонном слое до +10,4 °С на поверхности.

Солёность морской воды варьировалась в значительном диапазоне от 23,52‰

у поверхности до 34,00‰ у дна, составляя в среднем 31,49‰.

Общая характеристика и распределение макробентоса. Всего в пробах макробентоса отмечено 114 видов донных гидробионтов (табл. 2). Макроводоросли в структуре макробентоса были представлены незначительно, среди пяти обнаруженных в пробах видов наибольшее значение имели бурые водоросли *Saccharina japonica* (J.E. Areschoug) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders, 2006 и *Chorda filum* (L.) Stackhouse, 1797, которые совместно формировали 96,7% общей биомассы макрофитов. В целом, макрофиты встречались редко, средняя биомасса водных растений составила $6,4 \pm 1,87$ г/м². Основное скопление макрофитов было приурочено к станции 5 в юго-восточной части бухты.

Таблица 2. Состав и количественные характеристики макробентоса бух. Малокурильская

Группа	S	N, экз/м ²	N,%	B, г/м ²	B,%
<i>Макрофиты</i>					
Rhodophyta	1	0	0,0	0,137	2,2
Ochrophyta	2	9	100,0	6,161	96,7
Chlorophyta	2	0	0,0	0,070	1,1
Всего макрофиты	5	9	100,0	6,369	100,0
<i>Макрозообентос</i>					
Polychaeta	31	4733	69,0	17,387	36,3
Bivalvia	8	1054	15,4	12,352	25,8
Decapoda	6	4	0,1	8,302	17,3
Gastropoda	5	5	0,1	8,109	16,9
Cirripedia	2	1	0,0	0,766	1,6
Cumacea	7	726	10,6	0,361	0,8
Amphipoda	31	197	2,9	0,314	0,7
Nemertea	1	22	0,3	0,142	0,3
Echinoidea	1	1	0,01	0,049	0,1
Ostracoda	3	41	0,6	0,034	0,1
Isopoda	3	44	0,6	0,030	0,1
Bryozoa	3	1	0,01	0,009	0,02
Hirudinea	1	1	0,01	0,006	0,01
Mysida	2	1	0,01	0,003	0,01
Copepoda	2	27	0,4	0,002	0,004
Foraminifera	2	1	0,01	0,001	0,001
Leptostraca	1	2	0,03	0,0004	0,001
Всего макрозообентос	109	6860	100,0	47,867	100,0
В целом	114	6869	–	54,236	–

Наиболее разнообразными по видовому составу группами таксонами макрозообентоса являлись полихеты и амфиподы (см. табл. 2). Плотность поселения донных беспозвоночных определялась, преимущественно, полихетами. Значимыми таксонами по вкладу в общую численность являлись также двустворчатые моллюски и, в меньшей степени, ракообразные — кумовые раки и амфиподы.

Осреднённая по обследованной акватории плотность поселения составила 6860 ± 1240 экз/м², средневзвешенная — 6534 экз/м². Общую биомассу макрозообентоса определяли четыре таксона: полихеты, двустворчатые моллюски, десятиногие раки и брюхоногие моллюски, вклад которых варьировался от 16,9% (гастроподы) до 36,3% (полихеты). Средняя биомасса макрозообентоса составляла $47,9 \pm 8,24$ г/м², средневзвешенная — 44,41 г/м². В распределении общей плотности макрозообентоса по акватории бухты отмечается градиент, направленный в сторону увеличения показателя, от северо-восточного берега к юго-западному (рис. 2 А). Обильные скопления донных беспозвоночных (24274 – 44404 экз/м²) формировались вблизи берега на глубине 3 м на тон-

козернистых песках полихетами *Chaetozone setosa* Malmgren, 1867 и неопределёнными до вида aff. *Capitella capitata* (в сумме — до 91% от общей плотности). Глубже (до 5 м) наиболее значимыми по плотности гидробионтами являлись полихеты *Ch. setosa*, aff. *C. capitata*, *Polydora* indet. и двустворчатые моллюски *Macoma nipponica* (Tokunaga, 1906) (совокупно 76%). На станции 1 на илах, где отмечается минимальная плотность, основу показателя формировали те же виды полихет: *Ch. setosa* и aff. *C. capitata*. На станциях с большой представленностью среднезернистых песков (11 и 15) макрозообентос также отличался низкой плотностью, кроме перечисленных видов полихет, здесь наиболее значимыми видами были роющие бокоплав *Eohaustorius cheliferus* (Bulyčeva, 1952) и *Grandifoxus longirostris* (Gurjanova, 1938).

В распределении общей биомассы макрозообентоса отмечаются две закономерности (рис. 2 Б). Во-первых, как и для плотности, отмечается рост показателя от северо-восточного берега к юго-западному. Во-вторых, отмечается область высокой биомассы на выходе из бухты.

Наличие разнонаправленных изменений объясняется отличиями в распреде-

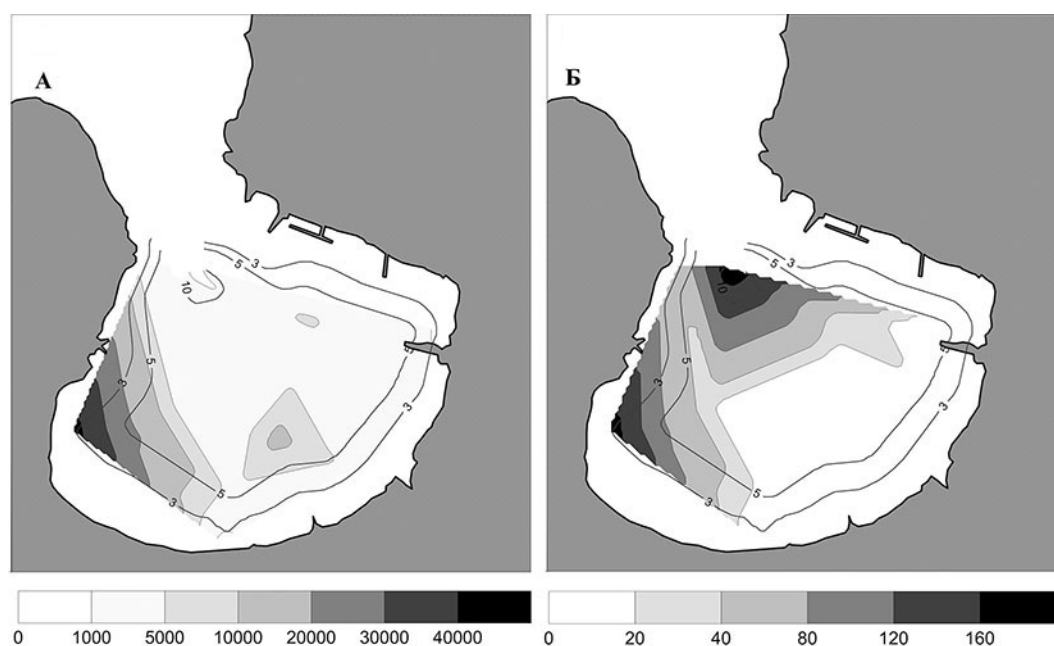


Рис. 2. Распределение некоторых характеристик макрозообентоса в sublittорали бух. Малокурильская: А — плотность поселения N, экз/м²; Б — биомасса B, г/м²

лении биомассы для основных таксонов макрозообентоса (рис. 3). Для полихет характерно наличие области низких значений вдоль центрального фарватера бухты с незначительным увеличением биомассы к северо-восточному берегу и значительным — к западному. Двустворчатые моллюски формируют две зоны повышенной биомассы — у западного берега, где отмечены скопления *M. nipponica* (20,3–34,2 г/м²), и на входе в бухту, где локально обнаружены *Lioscyta fluctuosa* (Gould, 1841) (57,4 г/м²). Высокая биомасса брюхоногих моллюсков

в центре бухты на станции 17 объясняется единичной встречей крупной *Cryptonatica wakkanaiensis* Habe, Ito, 1976 (137,5 г/м²) и не является закономерностью. Десятиногие раки формировали область высокой биомассы на входе в бухту, где на среднеразмерных песках массовы были отшельники *Pagurus ochotensis* Brandt, 1851 (30,9–108,9 г/м²).

Условно, структуру бентоса небольших заливов и бухт побережья юга Дальнего Востока лимитируют четыре группы организмов: полихеты, двустворчатые моллюски, морские ежи и морские звезды [Голиков

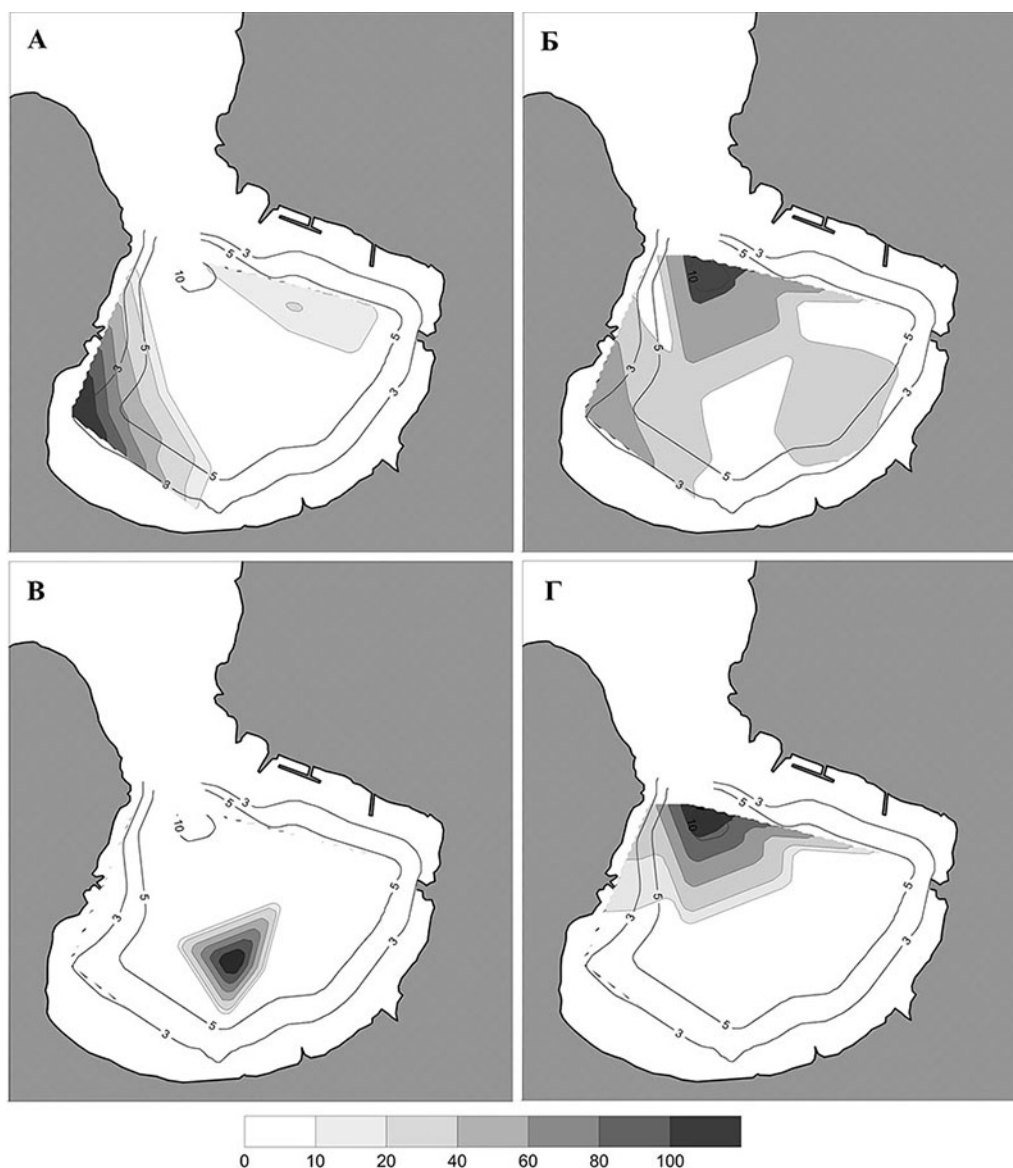


Рис. 3. Распределение биомассы (В, г/м²) основных таксонов макрозообентоса в сублиторали бух. Малокурильская: А) Polychaeta, Б) Bivalvia, В) Gastropoda, Г) Decapoda

и др., 1986; Гульбин и др., 2003; Белан, Белан, 2006 и др.]. Преобладание в структуре макрозообентоса полихет и двустворчатых моллюсков сближает макрозообентос бух. Малокурильская с закрытыми акваториями юга Приморья (бух. Троицы, Амурский залив, зал. Находка, бух. Врангеля и др.), Японии (зал. Ишикари — Ischikari Bay) [Sakurai et al., 2000; Yamashita et al., 2002], Китая (зал. Янтай — Yantai Bay) [Zhou et al., 2018] и Кореи (Deukiyang Bay, зал. Асан — Asan Bay, Gwangyan Bay и др.) [Ma et al., 1995; Paik et al., 2008; Seo et al., 2017]. В то же время, структура и набор доминирующих видов макрозообентоса в бух. Малокурильская уникальны и отличают описанную акваторию от всех обследованных и описанных ранее закрытых бухт и заливов сопредельных акваторий Приморья, Кореи, Китая и Японии. Только в этой бухте, в отличие от прочих описанных бухт юга Дальнего Востока, доминантами зообентоса являются двустворчатые моллюски *M. nipponica*, полихеты *Ch. setosa* и aff. *C. capitata*.

Основные сообщества макрозообентоса. Ценолитическое сходство макрозообентоса на обследованных станциях отражено на рис. 4. Выделено четыре кластера, соответствующих основным сообществам макрозообентоса. Распределение донных сообществ по акватории бухты показано на рис. 5.

Основным донным сообществом прибрежных мелководий по сторонам от цен-

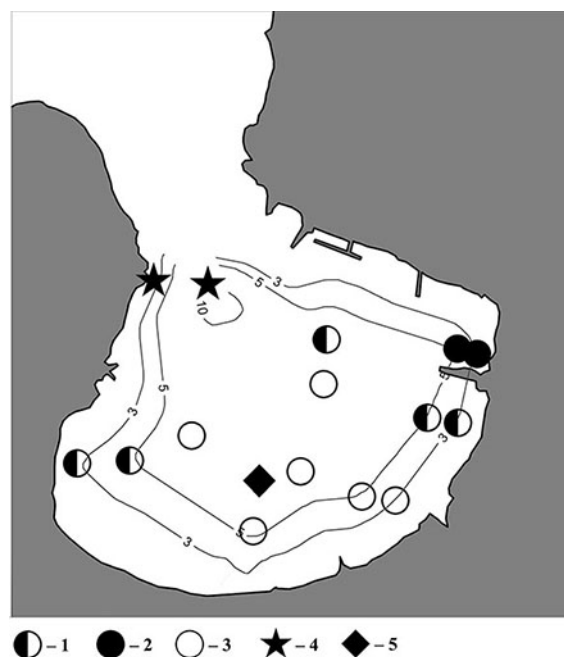


Рис. 5. Распределение основных сообществ макрозообентоса в сублиторали бух. Малокурильская: 1 — *Chaetozone setosa* + *Macoma nipponica*, 2 — aff. *Capitella capitata* + *Chaetozone setosa*, 3 — *Macoma nipponica* + *Liocyma fluctuosa*, 4 — *Pagurus ochotensis*, 5 — *Macoma nipponica* + *Nothria hyperborea*

трального фарватера на заиленных тонкозернистых песках является сообщество *Chaetozone setosa* + *Macoma nipponica*, выделенное по кластеру, включающему станции 3, 12, 6, 13. Общие характеристики данного сообщества показаны в табл. 3. Облик сообщества формируют многощетинковые черви

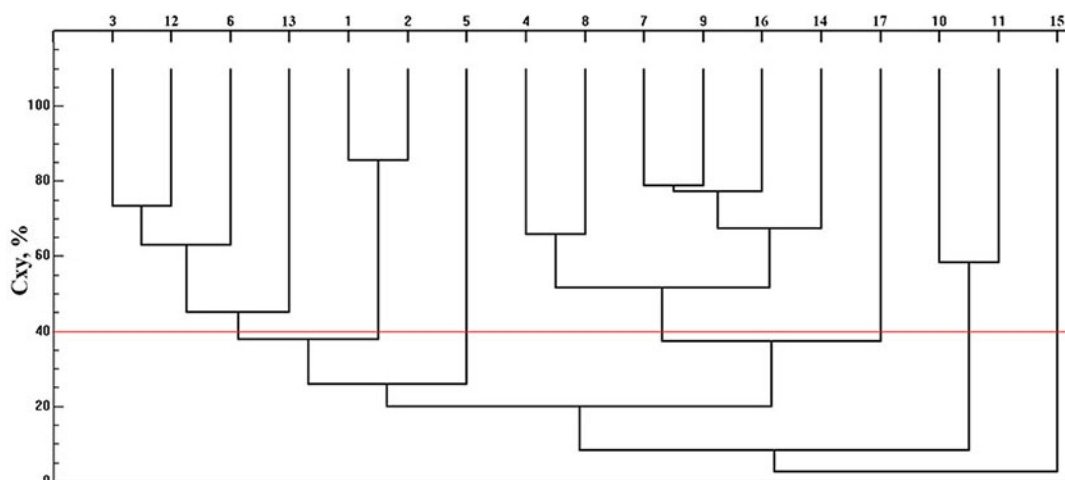


Рис. 4. Дендрограмма ценолитического сходства станций макрозообентоса

Таблица 3. Показатели обилия макрозообентоса донных сообществ бух. Малокурильская

Сообщество / параметры	<i>Chaetozone setosa</i> , <i>Macoma nipponica</i>	aff. <i>Capitella capitata</i> , <i>Chaetozone setosa</i>	<i>Macoma nipponica</i> , <i>Liocyma fluctuosa</i>	<i>Pagurus ochotensis</i>
Глубина, м	3–7,5	3–5	3–8	5–11
Грунт	тонкозернистый песок с илом	ил	тонкозернистый песок с илом	средний песок
S, видов	39	7	63	60
N, экз/м ²	19036±2547	1117	4831±601	1972
B, г/м ²	78,0±9,95	4,18	15,5±1,42	115,7
B, %	Polychaeta	77,7	97,7	22,6
	Bivalvia	21,4	0,0	67,6
	Decapoda	0,0	2,3	0,8
	Gastropoda	0,01	0,0	0,03
	Cirripedia	0,0	0,0	0,0
	Cumacea	0,2	0,0	5,8
	Amphipoda	0,1	0,0	1,6
IBO (N), бит/экз.	1,62	0,78	2,15	2,87
IBO (B), бит/экз.	1,56	0,76	2,08	1,29

и двустворчатые моллюски. Ядро сообщества (доминирующие, характерные и второстепенные виды I порядка) формировали 19 видов бентоса из 39 обнаруженных; на их долю приходится 99,4% тотальной плотности и 99,7% общей биомассы. Вклад доминирующих видов в общую биомассу составил 72,7%. Пять массовых видов — полихеты aff. *C. capitata*, *Phyllococe groenlandica* Örsted, 1842, *Polydora* indet., *Glycinde armigera* Moore, 1911 и *Eunoe barbata* Moore, 1910 — создавали ещё 21,5% общей биомассы.

Диварикатное предыдущему сообщество aff. *Capitella capitata* + *Chaetozone setosa* (станции 1, 2) локализовано на загрязнённых илах внутренней акватории порта в пределах изобат 3–5 м. Оно отличалось ограниченным видовым составом — всего 7 видов донных беспозвоночных — и имело типично полихетный облик (см. табл. 3). Доминирующие виды формировали 97,3% общей биомассы.

Область центрального фарватера на тонкозернистых песках с илом на глубине 3–8 м занимало сообщество *Macoma nipponica* + *Liocyma fluctuosa*, описанное по кластеру, объединяющему станции 4, 8, 7, 9, 16, 14. Облик сообщества формируется преимущественно двустворчатыми моллюсками и полихетами (см. табл. 3). Ядро сообщества объединяет 36 видов бентоса из 63 обнару-

женных; на их долю приходится 97,8% тотальной плотности и 99,6% общей биомассы. Вклад доминирующих видов в общую биомассу составил 64,9%. Пять массовых видов — кумовые раки *Alamprops quadriplicatus* (Smith, 1879) и полихеты *G. armigera*, *Ch. setosa*, *E. barbata* и *Ph. groenlandica* — создавали ещё 20,3% общей биомассы.

На станции 17 на глубине 7,5 м на заиленных среднеразмерных песках отмечено диварикатное микросообщество с доминированием двустворчатых моллюсков *M. nipponica* и полихет *Nothria hyperborea* (Hansen, 1878), которые совместно формировали 75,4% общей биомассы. Основу плотности (81,5%) и биомассы (89,1%) создавали двустворчатые моллюски и полихеты, совместно. Интегральные показатели обилия: 31 вид, 2756 экз./м², 9,28 г/м².

Отличное от предыдущих сообщество *Pagurus ochotensis* выделено на станциях 10 и 11. Оно оккупирует среднезернистые пески в пределах изобат 5–11 м на выходе из бухты. Наиболее значимыми по биомассе таксонами были десятиногие раки и двустворчатые моллюски (см. табл. 3). Доминирующие в сообществе раки-отшельники формировали 60,4% общей биомассы. Ещё два вида — двустворчатые моллюски *L. fluctuosa* и усонogie раки *Hesperibalanus hesperius*

(Pilsbry, 1916) — имели вклад в общую биомассу равный 30,3%. В ядро донного сообщества входил, в целом, 31 вид из 60, формировавшие совместно 88,2% общей плотности и 99,7% общей биомассы.

На станции 5 преобладали полихеты *Ch. setosa*, двустворчатые моллюски *Keenocardium californiense* (Deshayes, 1839) и *M. nipponica* (совместно, 74,2% от общей биомассы). Данное сообщество, опосредованно, можно отнести к описанному выше сообществу *Chaetozone setosa* + *Macoma nipponica*.

На станции 15 на мелкозернистых песках основу биомассы формировали двустворчатые моллюски *Spisula sachalinensis* (Schrenck, 1862) (89,5%).

Таким образом, все донные сообщества бух. Малокуринская можно разделить на два типа: нативные сообщества (*Chaetozone setosa* + *Macoma nipponica*, *Macoma nipponica* + *Liocyma fluctuosa* и *Pagurus ochotensis*) и сообщество, находящееся под воздействием антропогенного загрязнения, внутренней акватории порта aff. *Capitella capitata* + *Chaetozone setosa*. Нативные сообщества отличаются большим видовым списком (39–63 вида), значительной биомассой (15,5–115,7 г/м²) и высокими значениями индекса видового разнообразия (1,29–2,87 вид/бит), что свидетельствует о низкой структурированности сообществ. Косвенно, этот вывод подтверждается общим вкладом доминирующих видов в общую биомассу — 60,4–72,7%. В условно антропогенном сообществе, сформированном под воздействием загрязнения, резко сокращается длина видового списка до 7 видов, снижается общая биомасса макрозообентоса до 4,18 г/м², индексы видового обилия низкие, что указывает на высокую структурированность сообщества, подтверждаемую чрезвычайно высоким вкладом доминант в общую биомассу — 97,3%. Влияние загрязнения приводит к исчезновению из состава сообщества большинства таксонов донных беспозвоночных. Преобладающим таксоном, как по видовому составу, так и по вкладу в общую плотность и биомассу, становятся полихеты.

ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА

В целом по бух. Малокуринская пять трофических групп формируют почти 93% общей биомассы макрозообентоса: грунтофаги, хищники, собирающие детритофаги, сестонофаги и группа с промежуточной характеристикой (некрофаг / собирающий детритофаг / фитофаг) (табл. 4). Среди них наиболее значимы грунтофаги, объединяющие всего семь видов, к которым относятся массовые в бентосе полихеты *Ch. setosa* и agg. *Eteone flava* (Fabricius, 1780). Грунтофаги формируют два участка повышенной биомассы: в юго-западной части бухты (основной) и в северо-восточной части (меньший по значениям биомассы) (рис. 6 А). Следующая по значимости группа — хищники, к которой относятся 10 видов; наибольший вклад имели полихеты *Ph. groenlandica* и брюхоногие моллюски *C. wakkanaiensis*. Эти виды были наиболее значимы в центральной части бухты (рис. 6 Б). Собирающие детритофаги включают 33 вида, в том числе массовые в структуре макрозообентоса двустворчатые моллюски *M. nipponica* и полихеты aff. *C. capitata*. Совокупная биомасса собирающих детритофагов градиентно возрастает по направлению от восточного берега к западному (рис. 6 В). К сестонофагам относятся 26 видов, среди которых наиболее значимы двустворчатые моллюски *L. fluctuosa*, *Leukoma jedoensis* (Lischke, 1874) и кумовые раки *A. quadriplicata*. В распределении биомассы сестонофагов отмечается две тенденции: 1) рост биомассы по направлению к выходу из бухты и 2) от западного и восточного берегов к центральному фарватеру (рис. 6 Д). В группе с промежуточной характеристикой выделяются полихеты *N. hyperborea*, для которых наблюдается рост биомассы у выхода из бухты (рис. 6 Г).

Сходство трофической структуры макрозообентоса на обследованных станциях показано на рис. 7. Выделено три основных кластера, соответствующих основным трофическим сообществам. Центральную и южную часть акватории на мелкозернистых песках оккупирует трофическое сообщество «сестонофаги + собирающие детритофаги»

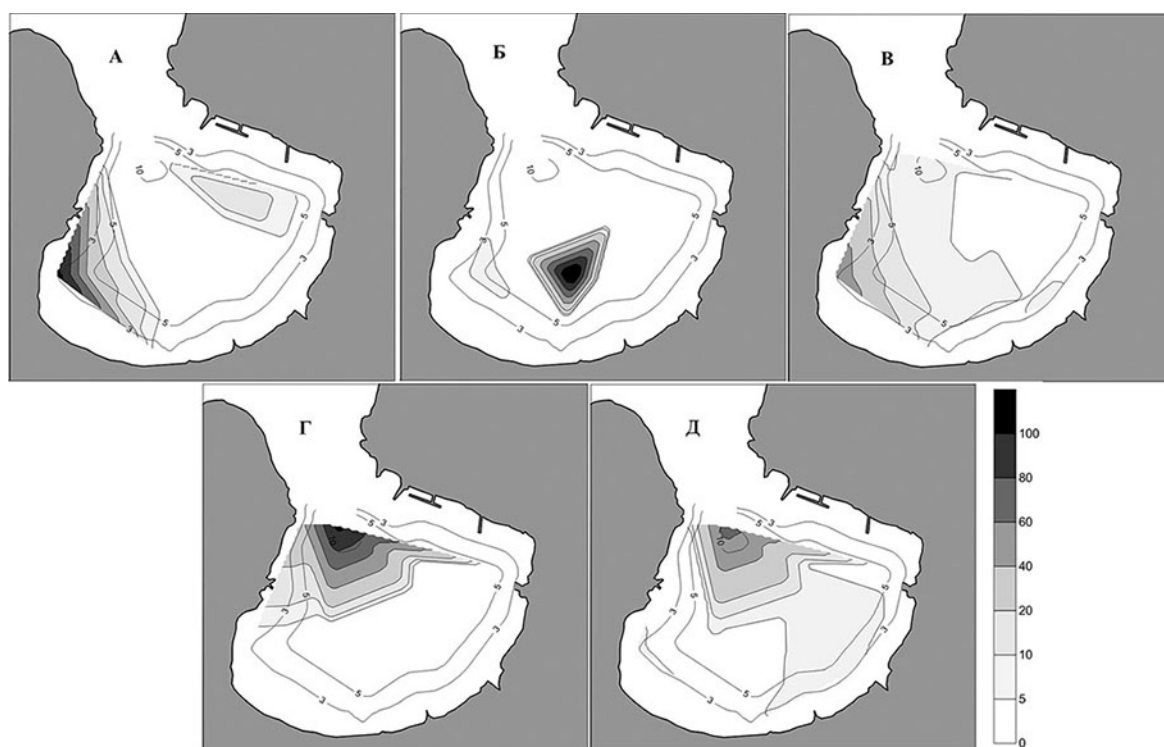


Рис. 6. Распределение биомассы (B , $г/м^2$) основных трофических групп макрозообентоса в сублиторали бух. Малокурильская: А) грунтофаги, Б) хищники, В) собирающие детритофаги, Г) некрофаги / собирающие детритофаги / фитофаги, Д) сестонофаги

Таблица 4. Вклад трофических групп в общую биомассу макрозообентоса бух. Малокурильская

Трофическая группа	B , $г/м^2$	B , %
Грунтофаг	10,31	22,8
Хищник	8,399	18,6
Собирающий детритофаг	8,081	17,9
Некрофаг / собирающий детритофаг / фитофаг	7,786	17,2
Сестонофаг	7,485	16,6
Хищник / собирающий детритофаг	1,954	4,3
Грунтофаг / сестонофаг	0,542	1,2
Собирающий детритофаг / фитофаг / хищник / некрофаг	0,282	0,6
Собирающий детритофаг / сестонофаг	0,206	0,5
Фитофаг	0,047	0,14
Хищник / некрофаг	0,055	0,1
Собирающий детритофаг / хищник	0,039	0,1
Некрофаг	0,014	0,03
Сосущий паразит	0,006	0,01
Эврифаг	0,001	0,002
-	0,0001	0,0002
Всего	45,2	100

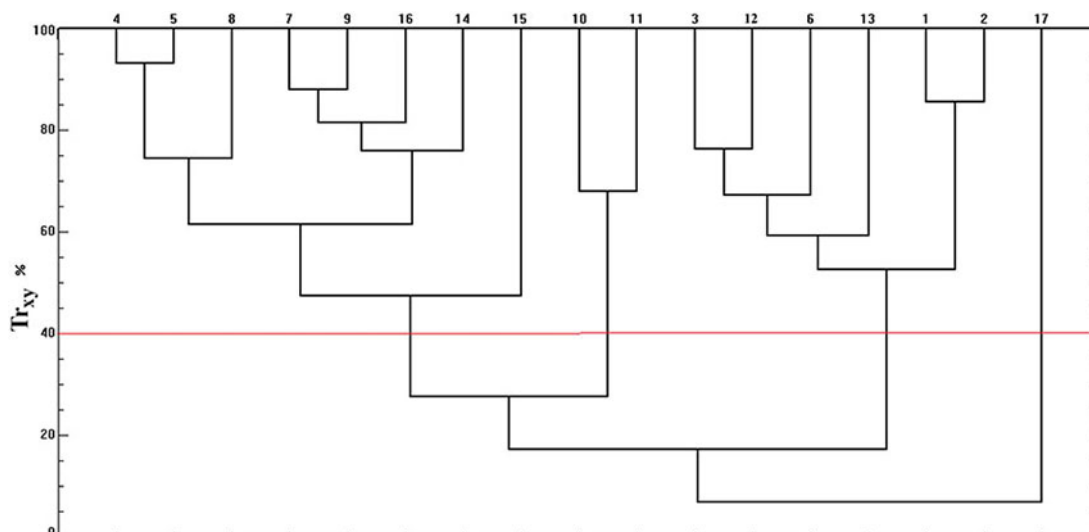


Рис. 7. Дендрограмма трофического сходства станций макрозообентоса

(рис. 8). Доминирующие трофические группы совместно формировали 76,7% общей биомассы макрозообентоса. Среди сестонофагов (18 видов) здесь наиболее значимы двустворчатые моллюски *L. fluctuosa*, *L. jedomensis*, *K. californiense*, *S. sachalinensis* и ку-

мовые раки *A. quadriplicata*. Наибольший вклад в биомассу собирающих детритофагов (23 вида) вносят двустворчатые моллюски *M. nipponica*, полихеты Capitellidae, бокоплав *Americhelidium gurjanovae* (Kudrjaschov & Tzvetkova, 1975) и *G. longirostris*.

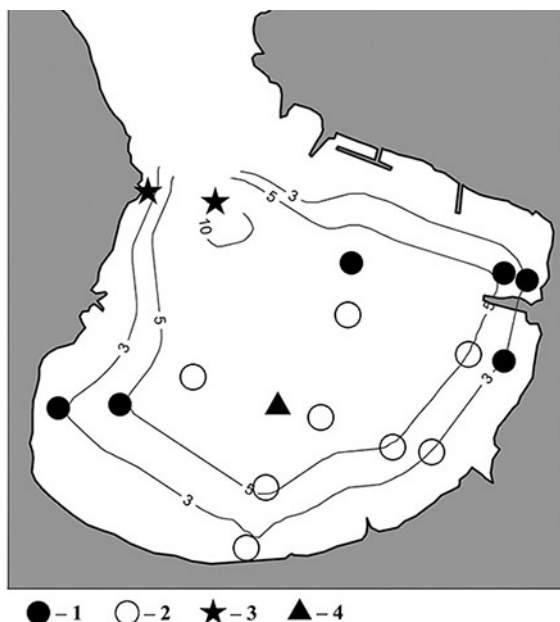


Рис. 8. Распределение трофических сообществ макрозообентоса в сублиторали бухты. Малокурльская: 1 — грунтофаги + собирающие детритофаги, 2 — сестонофаги + собирающие детритофаги, 3 — некрофаги / собирающие детритофаги / фитофаги + сестонофаги, 4 — собирающие детритофаги

Трофическое сообщество «грунтофаги + собирающие детритофаги» характеризуется разорванным ареалом в пределах бухты. В восточной части бухты локализация данного сообщества совпадает с областью распространения илов, в западной части бухты сообщество отмечено на мелкозернистых песках (см. рис. 2, 8). На долю доминирующих трофических групп приходится 82,5% общей биомассы. Среди грунтофагов (3 вида) наибольший вклад имеют полихеты *Ch. setosa*, agg. *E. flava*. Среди собирающих детритофагов (14 видов) наиболее значимы полихеты aff. *C. capitata* и двустворчатые моллюски *M. nipponica*.

На выходе из бухты на среднезернистых песках расположено трофическое сообщество «некрофаги / собирающие детритофаги / фитофаги + сестонофаги», в котором доминирующие трофические группы создают совместно 92,0% общей биомассы макрозообентоса. Группа с промежуточной характеристикой «некрофаги / собирающие детритофаги / фитофаги» включает всего два вида — раков отшельников *P. ochotensis* и *Pagurus brachiomastus* (Thallwitz, 1892),

вклад которых составляет 60,6%. Среди се-
стонофагов наиболее значимы *L. fluctuosa*
и усоногие раки *H. hesperius*.

На станции 17 в центре бухты на мел-
ких песках преобладали хищники — круп-
ные брюхоногие моллюски *C. wakkanaiensis*.
Без учёта единичного попадания моллюска
в пробу на этой станции доминировали со-
бирающие детритофаги, среди которых наи-
более значима *M. nipponica*.

Таким образом, локализация трофиче-
ских сообществ достаточно точно совпадает
с распределением донных отложений и соот-
ветствует условиям осадконакопления.

ВОЗДЕЙСТВИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

В процессе отбора проб макробентоса не
проводился сбор проб на химическое и ор-

ганическое загрязнение донных отложений
и морской воды, поэтому статистический
анализ влияния абиотических факторов
затруднён. В качестве известных факторов
принимаются: глубина, тип грунта (отме-
чался градиент от илов до мелких и средних
песков), расстояние до берега (как влия-
ние терригенного стока). В качестве интег-
ральной меры антропогенного воздействия
принято расстояние до порта. Анализ про-
водился как по интегральным показателям
(количество видов на станции (*S*), общая
плотность поселения (*N*) и общая биомасса
(*B*) макрзообентоса), так и по показателям
обилия наиболее массовых видов. К тако-
вым отнесли все виды с КО более 10, форми-
ровавшие совместно 94,2% общей биомассы
макрзообентоса, всего 14 видов (по степе-
ни убывания КО): *Ch. setosa*, *M. nipponica*, aff.

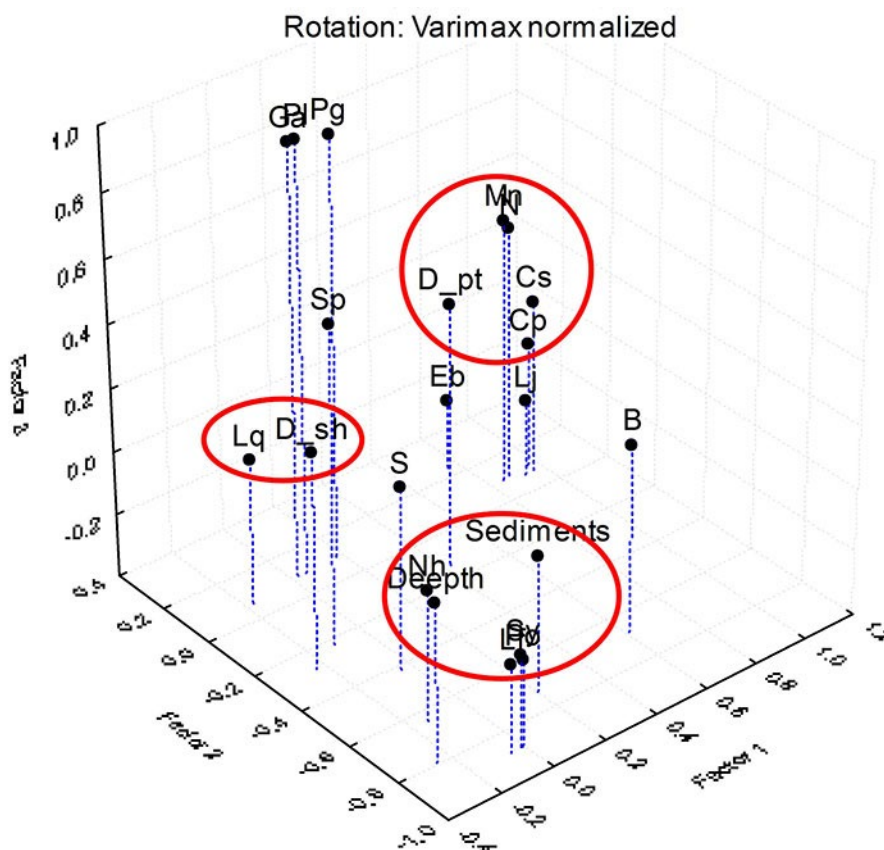


Рис. 9. Интегральный ординационный 3D плот сходства распределения видов бентоса методом главных компонент. Обозначения: Depth — глубина, Sediments — тип грунта, D_sh — расстояние до берега, D_pt — расстояние до порта, Cs — *Ch. setosa*, Mn — *M. nipponica*, Cp — aff. *C. capitata*, Lf — *L. fluctuosa*, Ga — *G. armigera*, Po — *P. ochotensis*, Pg — *Ph. groenlandica*, Eb — *E. barbata*, Pl — *Polydora* indet., Lq — *A. quadruplicata*, Sp — Spionidae, Lj — *L. jedoensis*, Nh — *N. hyperborea*, Sy — Syllidae

C. capitata, *L. fluctuosa*, *G. armigera*, *P. ochotensis*, *Ph. groenlandica*, *E. barbata*, *Polydora* indet., *A. quadriplicata*, Spionidae indet., *L. jedoensis*, *N. hyperborea* и Syllidae indet.

Анализ корреляционных связей показал, что только три вида показывают чёткую зависимость от абиотических факторов (корреляция более 0,6 при $p < 0,05$). От глубины зависит распределение двустворчатых моллюсков *L. fluctuosa* и полихеты Syllidae (положительная связь). С типом донных отложений оказались связаны только раки-отшельники *P. ochotensis*. Прочие виды и интегральные показатели обилия не обнаруживали прямой значимой корреляции с абиотическими факторами.

Так как прямые однонаправленные изменения вдоль градиента какого-либо фактора редки для биологических объектов, ординационные построения методом главных компонент показали лучшие результаты. Выделено три абстрактных фактора, описывающих совместно 68,2% общей дисперсии. Из них на первый фактор приходится 29,44%, на второй — 22,51% и на третий — 16,22% совокупной дисперсии. Взаимное расположение показателей обилия и видов макрозообентоса, а также абиотических факторов среды в области влияния абстрактных ординационных факторов отражено на рис. 9.

Рассмотренные абиотические факторы условно разделились на три группы. Первая группа включает взаимосвязанные факторы: глубину станции и тип грунта. В поле ординационного плота наиболее близки к ним полихеты *N. hyperborea*, Syllidae, двустворчатые моллюски *L. fluctuosa* и десятиногие раки *P. ochotensis*. Следовательно, распределение этих видов по акватории бухты определяется этими двумя факторами. Расстояние от берега связано с рассредоточением кумовых раков *A. quadriplicata*. Условно антропогенный фактор (расстояние до порта) регулирует распределение общей плотности макрозообентоса, а также биомассу самых массовых в бухте видов: *Ch. setosa*, *M. nipponica*, aff. *C. capitata*. Следовательно, антропогенное влияние на современном этапе является основным фактором, воздействующим на рас-

пределение и показатели обилия макрозообентоса. Для оставшихся видов факторы, лимитирующие их распространение, не выявлены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основу видового состава макрозообентоса бух. Малокурильская формируют полихеты и разноногие раки, но наиболее значимый вклад в общую плотность и биомассу характеризует полихет и двустворчатых моллюсков. Осреднённая по акватории плотность поселения составила 6860 ± 1240 экз/м², средневзвешенная — 6534 экз/м². Средняя интегральная биомасса макрозообентоса равна $47,9 \pm 8,24$ г/м², средневзвешенная — $44,41$ г/м². Отмечается рост плотности и биомассы макрозообентоса от северо-восточного берега бухты к юго-западному. Также отмечается область высокой биомассы на выходе из бухты.

Основу плотности и биомассы в западной части бухты формируют полихеты *Ch. setosa* и aff. *C. capitata*, двустворчатые моллюски *M. nipponica*. Область высокой биомассы на входе в бухту обусловлена скоплениями двустворчатых моллюсков *L. fluctuosa* и раков-отшельников *P. ochotensis*.

Структура и набор доминирующих видов макрозообентоса в бух. Малокурильская уникальны и отличаются описанную акваторию от всех обследованных и описанных ранее закрытых бухт и заливов сопредельных акваторий Приморья, Кореи, Китая и Японии.

На акватории бухты отмечено четыре донных сообщества: нативные сообщества *Chaetozone setosa* + *Macoma nipponica*, *Macoma nipponica* + *Liocyma fluctuosa*, *Pagurus ochotensis* и сообщество внутренней акватории порта aff. *Capitella capitata* + *Chaetozone setosa*, сформировавшееся в условиях высокой антропогенной нагрузки. Для нативных сообществ характерен большой видовой список (39–63 вида / сообщество), значительная биомасса ($15,5$ – $115,7$ г/м²), они отличаются низкой структурированностью с низким вкладом доминирующих видов в общую биомассу — $60,4$ – $72,7\%$. В сообществе, сформированном под воздействием

загрязнения, резко снижаются длина видового списка (до 7 видов) и суммарная биомасса (до 4,18 г/м²), сообщество значительно структурировано, с высоким вкладом доминант в общую биомассу (97,3%).

В трофической структуре макрозообентоса преобладают сестонофаги, грунтофаги и собирающие детритофаги. Локализация трофических сообществ достаточно точно совпадает с распределением донных отложений и соответствует условиям осадконакопления: сестонофаги и собирающие детритофаги наиболее значимы на мелкозернистых песках; грунтофаги и собирающие детритофаги приурочены, преимущественно, к илам; среднезернистые пески оккупируют некрофаги / собирающие детритофаги / фитофаги и сестонофаги.

По результатам ординационного анализа методом главных компонент, антропогенное влияние является основным фактором, воздействующим на распределение и показатели обилия макрозообентоса.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас* Сахалинской области. 1967. М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР. 135 с.
- Белан Т.А., Белан Л.С. 2006. Состав и количественное распределение макрозообентоса в Амурском заливе // *Океанология*. Т. 46. № 5. С. 685–694.
- География и мониторинг биоразнообразия*. 2002. / Ред. Касимов Н.С., Романова Э.П., Тишков А.А. М.: Изд-во научного и методического центра. 432 с.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А., Бужинская Г.Н., Василенко С.В., Голиков А.А., Перестенко Л.П., Сиренко Б.И. 1986. Изменения бентоса залива Посьета (Японское море) за последние 20 лет как результат накопления органического вещества в донных отложениях // *Океанология*. Т. 26. Вып. 1. С. 131–135.
- Гульбин В.В., Арзамасцев И.С., Шулькин В.М. 2003. Экологический мониторинг акватории порта Восточный (бухта Врангеля) Японского моря (1995–2002 гг.) // *Биология моря*. Т. 29. № 5. С. 320–330.
- Дюран Б., Одделл П. 1977. Кластерный анализ. М.: Статистика. 128 с. (Duran B.C. & Odell P.L. 1974. Cluster analysis: a survey. Springer London, Limited. 137 p.)
- Калинина В.Н., Соловьёв В.И. 2003. Введение в многомерный статистический анализ. М.: ГУУ. 66 с.
- Леванидов В.Я. 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // *Пресноводная фауна Чукотского полуострова*. Владивосток. С. 104–122.
- Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России*. 2003. М.: ВНИРО. 95 с.
- Песенко Ю.А. 1982. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука. 287 с.
- Сахалинская область. Географический обзор. 1994. / Под редакцией Козынюка В.М. Ю-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство. 233 с.
- Фадеев В.И., Фадеева Н.П. 2007. Воздействие загрязнения на донные сообщества в районах крупных портов Дальнего Востока // *Реакция морской биоты на изменения природной среды и климата: материалы Комплексного регионального проекта ДВО РАН по программе президиума РАН*. Владивосток: Дальнаука. С. 81–90.
- Fauchald K, Jumars P.A. 1979. The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds // *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. No. 17. P. 193–284.
- Ma C. W., Hong S. Y., Lim H. S. 1995. Macrobenthic fauna of Deukryang Bay, Korea // *Korean J. of Fisheries and Aquatic Sciences*. Vol. 28 (5). P. 503–516.
- Macdonald T.A., Burd B.J., Macdonald V.I., van Roodseelaar A. 2010. Taxonomic and feeding guild classification for the marine benthic macroinvertebrates of the Strait of Georgia, British Columbia // *Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences*. No. 2874. 63 p.
- Paik S. G., Yun S. G., Park H. S., Lee J. H., Ma C. W. 2008. Effects of sediment disturbance caused by bridge construction on macrobenthic communities in Asan Bay, Korea // *J. of Environmental Biology*. Vol. 29 (4). P. 559–566.
- Sakurai I., Yamashita T., Nakao Sh. 2000. Community structure of the macrobenthos around the Ishikari Bay new port in Hokkaido, Japan // *J. of fisheries engineering*. Vol. 37 (2). P. 143–149.
- Seo J. Y., An S. M., Lim D., Choi J. W. 2017. Seasonal variations in the community structures of macrobenthic fauna and their health status in an estuarine bay, Gwangyang Bay in Korea // *Ocean science journal*. Vol. 52 (3). P. 367–385.
- Yamashita T., Kuno Y., Sakurai I. 2002. Characteristics of sediment and macrobenthos communities in the Ishikari coast // *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. Vol. 58. P. 247–255.
- Zhou Z., Li X., Chen L., Li B., Liu T., Ai B., Yang L., Liu B., Chen Q. 2018. Macrobenthic assemblage characteristics under stressed waters and ecological health assessment using AMBI and M-AMBI: a case study at the Xin'an River Estuary, Yantai, China // *Acta Oceanologica Sinica*. Vol. 37. P. 77–86.

Поступила в редакцию 30.06.2020 г.
Принята после рецензии 17.11.2020 г.

Habitat of aquatic biological resources

**The distribution of sublittoral macrozoobenthos
in Malokurilskaya bay (Shikotan Island)**

V.S. Labay, E. V. Abramova, O.N. Berezova, O.B. Sharlay, T.S. Shpilko, A.I. Novoselova,
E.S. Korneev

Sakhalin Branch of FSBSI «VNIRO» («SakhNIRO»), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Structure, quantitative indicators, distribution features and main communities of macrobenthos of Malokurilskaya Bay (Shikotan Island) are described. Four taxa defined the total biomass of macrozoobenthos: polychaetes, bivalves, decapods, and gastropods. The main regularities of the distribution of macrozoobenthos are given. Four bottom communities are marked: native communities of *Chaetozone setosa* + *Macoma nipponica*, *Macoma nipponica* + *Liocyma fluctuosa*, *Pagurus ochotensis*, and the community of the inner aquatic area of the port of *Capitella capitata* + *Chaetozone setosa*. Suspension / filter feeders, deposit feeders and detritus feeders dominate in the trophic structure of macrozoobenthos. The trophic community “suspension / filter feeders + detritus feeders” occupies the central and southern parts of the aquatic area on the fine-grained sands. The trophic community “deposit feeders + detritus feeders” is marked on the silts of the eastern part and on the fine-grained sands of the western part of the Bay. The trophic community “scavengers / detritus feeders / browsing + suspension / filter feeders” is localized at the exit of the Bay on medium-grained sands. Anthropogenic influence is the main factor affecting the distribution and abundance of macrozoobenthos.

Keywords: macrozoobenthos, bottom community, trophic characteristics, distribution, Kuril Islands, Shikotan Island.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-104-120

REFERENCES

- Atlas Sakhalinskoj oblasti* [Atlas of the Sakhalin region]. 1967. M.: Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii pri Sovete ministrov SSSR. 135 s.
- Belan T. A., Belan L. S. 2006. Sostav i kolichestvennoe raspredelenie makrozoobentosa v Amurskom zalive [Composition and quantitative distribution of macrozoobenthos in Amur Bay] // *Okeanologiya*. T. 46. № 5. S. 685–694.
- Geografiya i monitoring bioraznoobraziya* [Geography and monitoring of biodiversity]. 2002. / Red. Kasimov N.S., Romanova Eh.P., Tishkov A.A. M.: Izd-vo nauchnogo i metodicheskogo tsentra. 432 s.
- Golikov A.N., Skarlato O.A., Buzhinskaya G.N., Vasilenko S.V., Golikov A.A., Perestenko L.P., Sirenko B.I. 1986. Izmeneniya bentosa zaliva Pos'eta (Yaponskoe more) za poslednie 20 let kak rezul'tat nakopleniya organicheskogo veshchestva v donnykh otlozheniyakh [Changes in benthos of the Possjet Bay (Japan Sea) over the last 20 years as a result of acumination of organic matter in bottom sediments] // *Okeanologiya*. T. 26. Vyp. 1. S. 131–135.
- Gul'bin V.V., Arzamastsev I.S., Shul'kin V.M. 2003. Ehkologicheskij monitoring akvatorii porta Vostochnyj (bukhta Vrangelya) Yaponskogo morya (1995–2002 gg.) [Ecological Monitoring of the Water Area of Port Vostochnyi (Wrangel Bay) in the Sea of Japan (1995–2002)] // *Biologiya morya*. T. 29. № 5. S. 320–330.
- Dyuran B., Odell P. 1977. Klasternyj analiz [Cluster analysis]. M.: Statistika. 128 s.

- Kalinina V.N., Solov'ev V.I.* 2003. Vvedenie v mnogomernyj statisticheskiy analiz [Introduction to multidimensional statistical analysis]. M.: GUU. 66 s.
- Levanidov V. Ya.* 1976. Biomassa i struktura donnykh biotsenozov malykh vodotokov Chukotskogo poluostrova [The biomass and structure of bottom biocenoses in small watercourses of Chukchi Peninsula] // Presnovodnaya fauna Chukotskogo poluostrova. Vladivostok. S. 104–122.
- Metodicheskie rekomendatsii po sboru i opredeleniyu zoobentosa pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh vodotokov Dal'nego Vostoka Rossii: Metodicheskoe posobie* [Methodological recommendations for the collection and determination of zoobenthos in hydrobiological studies of watercourses in the Russian Far East]. 2003. M.: VNIRO. 95 s.
- Pesenko Yu.A.* 1982. Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh [Principles and methods of quantitative analysis in faunal research]. M.: Nauka. 287 s.
- Sakhalinskaya oblast'. Geograficheskij obzor* [Sakhalin region. Geographical overview]. 1994. / Pod redaktsiej Kozynyuka V.M. Yu-Sakh.: Sakhalinskoe knizhnoe izdatel'stvo. 233 s.
- Fadeev V.I., Fadeeva N.P.* 2007. Vozdeystvie zagryazneniya na donnye soobshchestva v rajonakh krupnykh portov Dal'nego Vostoka [Effect of pollution on benthic communities in area of large ports of the Russian Far East] // Reaktsiya morskoy bioty na izmeneniya prirodnoj sredy i klimata: materialy Kompleksnogo regional'nogo proekta DVO RAN po programme prezidiuma RAN. Vladivostok: Dal'nauka. S. 81–90.
- Fauchald K, Jumars P.A.* 1979. The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds // Oceanography and Marine Biology Annual Review. No. 17. P. 193–284.
- Ma C.W., Hong S.Y., Lim H.S.* 1995. Macrobenthic fauna of Deukryang Bay, Korea // Korean J. of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 28 (5). P. 503–516.
- Macdonald T.A., Burd B.J., Macdonald V.I., van Roodselaar A.* 2010. Taxonomic and feeding guild classification for the marine benthic macroinvertebrates of the Strait of Georgia, British Columbia // Canadian technical report of fisheries and aquatic sciences. No. 2874. 63 p.
- Paik S.G., Yun S.G., Park H.S., Lee J.H., Ma C.W.* 2008. Effects of sediment disturbance caused by bridge construction on macrobenthic communities in Asan Bay, Korea // J. of Environmental Biology. Vol. 29 (4). P. 559–566.
- Sakurai I., Yamashita T., Nakao Sh.* 2000. Community structure of the macrobenthos around the Ishikari Bay new port in Hokkaido, Japan // J. of fisheries engineering. Vol. 37 (2). P. 143–149.
- Seo J.Y., An S.M., Lim D., Choi J.W.* 2017. Seasonal variations in the community structures of macrobenthic fauna and their health status in an estuarine bay, Gwangyang Bay in Korea // Ocean science journal. Vol. 52 (3). P. 367–385.
- Yamashita T., Kuno Y., Sakurai I.* 2002. Characteristics of sediment and macrobenthos communities in the Ishikari coast // WIT Transactions on Ecology and the Environment. Vol. 58. P. 247–255.
- Zhou Z., Li X., Chen L., Li B., Liu T., Ai B., Yang L., Liu B., Chen Q.* 2018. Macrobenthic assemblage characteristics under stressed waters and ecological health assessment using AMBI and M-AMBI: a case study at the Xin'an River Estuary, Yantai, China // Acta Oceanologica Sinica. Vol. 37. P. 77–86.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Characteristics of station in Malokurilskaya Bay

Table 2. Composition and quantitative characteristics of macrobenthos in Malokurilskaya Bay

Table 3. Indicators of abundance of macrozoobenthos in bottom communities in Malokurilskaya Bay

Table 4. The contribution of trophic groups in the total biomass of macrozoobenthos in Malokurilskaya Bay

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Scheme of sampling stations and lithological map of bottom sediments in Malokurilskaya Bay

Fig. 2. Distribution of some characteristics of macrozoobenthos in the sublittoral of Malokurilskaya Bay: A) density N, ind./m², B) biomass B, g/m²

Fig. 3. Distribution of biomass (B, g/m²) of macrozoobenthos in the sublittoral of Malokurilskaya Bay: A) Polychaeta, Б) Bivalvia, B) Gastropoda, Г) Decapoda

Fig. 4. A dendrogram of the cenotic similarity of macrozoobenthos stations

Fig. 5. Distribution of main communities of macrozoobenthos in the sublittoral of Malokurilskaya Bay: 1 — *Chaetozone setosa* + *Macoma nipponica*, 2 — aff. *Capitella capitata* + *Chaetozone setosa*, 3 — *Macoma nipponica* + *Liocyma fluctuosa*, 4 — *Pagurus ochotensis*, 5 — *Macoma nipponica* + *Nothria hyperborea*

Fig. 6. Distribution of biomass (B, g/m²) of trophic groups of macrozoobenthos in the sublittoral of Malokurilskaya Bay: A) deposit feeder, Б) predator, B) detritus feeder, Г) scavenger / detritus feeder / phytophage, Д) suspension / filter feeder

Fig. 7. A dendrogram of the trophic similarity of macrozoobenthos stations

Fig. 8. Distribution of trophic communities of macrozoobenthos in the sublittoral of Malokurilskaya Bay: 1 — deposit feeder + detritus feeder, 2 — suspension / filter feeder + detritus feeder, 3 — scavenger / detritus feeder / phytophage + suspension / filter feeder, 4 — detritus feeder

Fig. 9. The integral ordination 3D plots of the similarity of distribution of benthic species by the main components method. Designations: Depth, Sediments, D_sh — distance to shore, D_pt — distance to port, Cs — *Ch. setosa*, Mn — *M. nipponica*, Cp — aff. *C. capitata*, Lf — *L. fluctuosa*, Ga — *G. armigera*, Po — *P. ochotensis*, Pg — *Ph. groenlandica*, Eb — *E. barbata*, Pl — *Polydora* indet., Lq — *A. quadriplicata*, Sp — Spionidae, Lj — *L. jedoensis*, Nh — *N. hyperborea*, Sy — Syllidae