

УДК 574.587 УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

**МАКРОБЕНТОС ПЕСЧАНОГО МЕЛКОВОДЬЯ
ЮГО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА
БЛИЗ ВПАДЕНИЯ р. ДУДИНКА****В. С. Лабай (v.labaj@yandex.ru), Е. В. Абрамова, О. Н. Березова,
А. И. Водопьянова, Е. С. Корнеев, А. А. Ушаков,
О. Б. Шарлай, Т. С. Шпилько**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)Сахалинский филиал («СахНИРО»)
Россия, г. Южно-Сахалинск, 693023, ул. Комсомольская, 196

Лабай В. С., Абрамова Е. В., Березова О. Н., Водопьянова А. И., Корнеев Е. С., Ушаков А. А., Шарлай О. Б., Шпилько Т. С. Макробентос песчаного мелководья юго-восточного Сахалина близ впадения р. Дудинка // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды «СахНИРО». – Южно-Сахалинск : «СахНИРО», 2021. – Т. 17. – С. 148–173.

Описаны структура, количественные показатели, особенности распределения и сезонная изменчивость макробентоса побережья юго-восточного Сахалина у впадения р. Дудинка. Выделены основные сообщества и приведена трофическая структура макрозообентоса. Общую биомассу макрозообентоса определяли три таксона: морские ежи (значимы во все сезоны), морские звезды и двусторчатые моллюски (роль последних возростала от весны к осени). В прибойной зоне близ уреза воды наиболее велика роль мизид. Среди всего многообразия донных сообществ выделяются постоянные (сообщества *Echinarachnius parma* и *Leptasterias ochotensis*) и три типа сезонных: весенне-летний (сообщество *Scaphechinus griseus*); сообщество переходных периодов (*Onuphis iridescens*+*Chaetozone setosa*) и летне-осенние (сообщества *Archaeomysis grebnitzkii*, Hydrozoa indet., *Cryptonatica wakkanaiensis*, *Mya japonica* и *Neptunea beringiana*). Прочие донные сообщества являются кратковременными и отмечались только в один из сезонов. Более 98% общей биомассы макрозообентоса во все сезоны формировали три трофические группы: сестонофаги, падальщики/хищники и собирающие детритофаги

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макробентос, побережье, видовой состав, плотность, биомасса, трофическая характеристика, сезонная динамика.

Табл. – 4, ил. – 10, библиогр. – 19.

Labay V. S., Abramova E. V., Berezova O. N., Vodop'ianova A. I., Korneev E. S., Ushakov A. A., Sharlay O. B., Shpilko T. S. The macrobenthos of sandy coast of south-eastern Sakhalin near the mouth of Dudinka river // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the "SakhNIRO". – Yuzhno-Sakhalinsk : "SakhNIRO", 2021. – Vol. 17. – P. 148–173.

Structure, quantitative indicators, distribution and seasonal variation of macrobenthos from shallow waters of southeast Sakhalin Island near the mouth of Dudinka River are described. The

main benthic communities are described. The trophic structure of macrozoobenthos is shown. Three taxa determined the total biomass of macrozoobenthos: Echinoidea (significant in all seasons), Asteroidea, and Bivalvia (the role of the latter increased from spring to autumn). The role of Mysida is greatest in the surf zone. The following types of bottom communities (according to the seasons of existence) are distinguished: permanent (communities of *Echinarachnius parma* and *Leptasterias ochotensis*) and three seasonal types. Seasonal types of bottom communities: spring-summer (*Scaphechinus griseus*); community of transitional periods (*Onuphis iridescens*+*Chaetozone setosa*) and summer-autumn communities (*Archaeomysis grebnitzkii*, Hydrozoa indet., *Cryptonatica wakkanaiensis*, *Mya japonica*, and *Neptunea beringiana*). Other benthic communities are short-lived and were recorded only in one of the seasons. Three trophic groups formed more than 98% of the total biomass of macrozoobenthos in all seasons: suspension / filter feeder, scavengers/predators, and detritus feeder.

KEYWORDS: macrobenthos, coastal waters, species composition, density, biomass, trophic characteristic, seasonal dynamics.

Tabl. – 4, fig. – 10, ref. – 19.

ВВЕДЕНИЕ

Макробентос сублиторали открытых песчаных мелководий восточного побережья о. Сахалин достаточно подробно изучен и описан (Атлас..., 1955; Скалкин, 1960; Голиков и др., 1985; Кобликов, 1988; Кобликов и др., 1990; Надточий и др., 2004). В то же время, для обширного песчаного мелководья от м. Порэй на юге до м. Муловского на севере имеется только одно описание Голикова с соавторами (1985), основанное на данных летних съемок 1963 г. Кроме того, обследованный в 1963 г. участок сублиторали не был типичным для данного побережья и характеризовался наличием выходов коренных пород и галечно-гравийных грунтов, что наложило отпечаток на состав и структуру донных сообществ. В последние годы происходит активное хозяйственное освоение о. Сахалин, которое в значительной мере затрагивает открытые побережья. В то же время, отмечается рост востребованности знаний о макробентосе прибрежных вод о. Сахалин в системе мониторинга морских экосистем и при описании кормовой базы прибрежных морских ихтиоценов.

В мае–октябре 2020 г. в ходе экспедиции Сахалинского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («СахНИРО») была обследована акватория песчаного мелководья в районе впадения р. Дудинка, материалы этого исследования легли в основу данной статьи. Цель работы – описать состав, структуру, количественные характеристики и выявить основные закономерности распределения и сезонной изменчивости макрозообентоса верхней песчаной сублиторали юго-восточного Сахалина у впадения р. Дудинка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования макрозообентоса проводились в мае, июле и октябре 2020 г. Пробы отбирали с борта моторной лодки в сублиторали (3–20 м) количественным водолазным методом в трех повторностях на каждой станции и близ уреза воды также в трех повторностях с каждой станции.

Плотность крупных объектов (морские звезды, брюхоногие моллюски – трубачи и др.) оценивали при помощи легководолазов методом «квадратного локтя» случайным образом (Аверинцев и др., 1982). Затем велся отбор инфавны при помощи бентометра Леванидова с площадью отбора 0,09 м² (Леванидов,

1976; Методические рекомендации..., 2003), имеющего обтянутые мельничным ситом с ячейей 0,5 мм переднюю и боковые стенки, а также сачка длиной 70 см с ячейей 0,5 мм сзади, что позволило учитывать активных пловцов (бокоплав, изоподы, кумовые раки и др.). С площади дна, занятой бентометром, с помощью совка производился отбор грунта на глубину около 20 см для наиболее полного учета организмов инфауны, который перемещался в сачок. Бентометр с грунтом и содержащимися в нем организмами подымался на борт лодки, где производился первичный отмыв пробы от грунта. Данные сборов методом «квадратного локтя» и бентометром Леванидова объединялись. Близ уреза воды пробы бентоса отбирались с помощью складного бентометра Леванидова с площадью отбора 0,12 м² (Леванидов, 1976; Методические рекомендации..., 2003). 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.

С помощью зонда YSI-85 параллельно отбору проб произведены измерения температуры воды (°C), солености (psu) и концентрации растворенного кислорода (мл/дм³) с вертикальным интервалом 1 м.

Описание макрозообентоса основано на анализе 46 количественных проб с 16 станций, собранных в мае, в июле – 63 проб с 21 станции и в октябре – 72 проб с 24 станций (рис. 1, табл. 1). В мае и июле часть запланированных станций не была выполнена по причине штормовых условий.

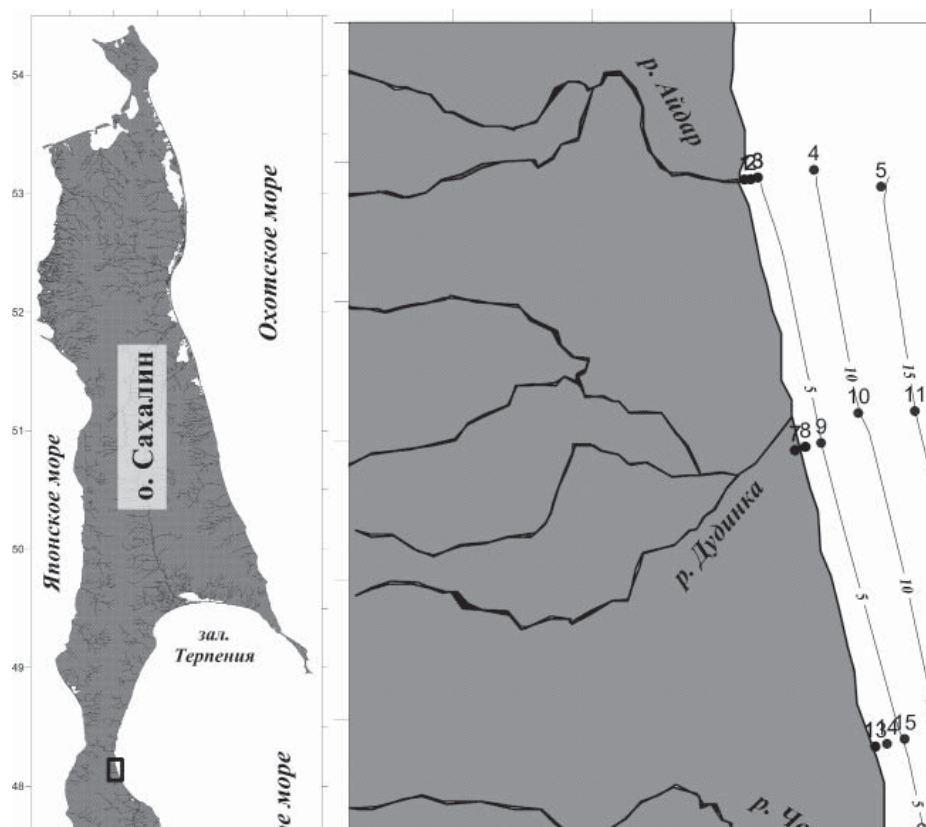


Рис. 1. Карта-схема района исследований
 Fig. 1. Schematic map of the study area

Таблица 1

Характеристики бентосных станций

Table 1

Characteristics of benthic stations

Станция	Координаты		Глубина, м	Грунт
	широта, N	долгота, E		
1	47°47,217'	142°31,469'	0	Песок крупный
2	47°47,218'	142°31,542'	3	Песок средний, песок мелкий
3	47°47,231'	142°31,623'	5	Песок мелкий
4	47°47,282'	142°32,270'	10	Песок мелкий
5	47°47,140'	142°33,038'	15	Песок мелкий
6	47°47,136'	142°34,188'	20	Песок мелкий
7	47°45,110'	142°31,990'	0	Песок крупный
8	47°45,135'	142°32,108'	3	Песок средний
9	47°45,163'	142°32,290'	5	Песок мелкий, песок средний
10	47°45,391'	142°32,726'	10	Песок мелкий
11	47°45,397'	142°33,377'	15	Песок мелкий
12	47°45,339'	142°34,633'	20	Песок мелкий
13	47°42,802'	142°32,843'	0	Песок крупный
14	47°42,823'	142°32,979'	3	Песок средний
15	47°42,858'	142°33,183'	5	Песок мелкий, песок средний
16	47°42,990'	142°33,546'	10	Песок мелкий
17	47°43,114'	142°34,143'	15	Песок мелкий
18	47°43,319'	142°34,843'	20	Песок мелкий
19	47°41,965'	142°33,205'	0	Песок средний
20	47°41,967'	142°33,344'	3	Песок средний
21	47°42,010'	142°33,423'	5	Песок мелкий, песок средний
22	47°41,987'	142°33,977'	10	Песок мелкий
23	47°42,130'	142°34,406'	15	Песок мелкий
24	47°42,380'	142°35,240'	20	Песок мелкий

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 (%) на частоту встречаемости (%) (Песенко, 1982). 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 1 000–10 000. Названия сообществ приведены по доминирующим видам. Для определения типа питания отдельных видов макрозообентоса использованы литературные данные (Fauchald, Jumars, 1997; Macdonald et al., 2010).

Для оценки видового разнообразия водных сообществ использовался индекс видового разнообразия или энтропийный индекс Шеннона-Уивера (I, бит/экз.) (География и мониторинг..., 2002). Для сравнения структуры сообществ донных гидробионтов на станциях x и y использовался коэффициент общности удельного обилия, впервые предложенный Я. Чекановским (География и мониторинг..., 2002): $C_{xy} = \Sigma(MIN p_x, p_y)$, где p – доля (%) вида в общей B на стан-

циях x и y соответственно. Пробы считались отобранными из одного сообщества при превышении значения коэффициента 40%. Кластеризацию исходных матриц осуществляли по методу невзвешенных парно-групповых средних (unweighted pair-group average) (Дюран, Оделл, 1977).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия района исследований. Почти по всей акватории полигона в сублиторали (5–20 м) отмечается мелкий песок. Узкой полосой вдоль берега на глубине 3 м и менее простираются среднеразмерные пески. Литораль выстлана крупным песком с редкой галькой.

Анализ вертикального распределения гидрологических показателей в третьей декаде мая показал, что водная толща в прибрежье характеризовалась градиентом температуры и солености от поверхности ко дну и от берега в сторону моря. Верхний слой у берега был распресненным (менее 29,0 psu) и относительно теплым (температура воды составляла 6,5–9,0 °С). Мористее и глубже 15 м вода охлаждалась до 0,4–2,3 °С при увеличении солености до 30,9–31,1 psu. Близ берега наблюдался приток более теплой и распресненной воды, что соответствовало весеннему паводку.

В третьей декаде июля водная толща в прибрежье характеризовалась градиентом температуры и солености от поверхности ко дну. Верхний слой был распресненным (29,0–30,4 psu) и относительно теплым (температура воды составляла 11–16 °С). Глубже вода охлаждалась до 4,8–11,0 °С при увеличении солености до 30,4–31,0 psu.

В начале октября отмечалась типичная для осени ситуация разрушения термо- и галоклина с выравниванием показателей по глубинам. Температура изменялась в узких пределах – 12,9–13,5 °С, соленость на мористых разрезах также изменялась с глубиной незначительно – 30,0–30,3 psu, у берега отмечалась значительная линза распресненной воды, вызванная обильными осенними дождями. Концентрация растворенного кислорода во все периоды мониторинга по всему слою была высокой и составляла более 100% насыщения.

Состав, структура и распределение макробентоса. Всего в составе макробентоса в пробах встречены 158 видов донных гидробионтов; из них всего один вид относился к макрофитобентосу и 157 видов – к макрозообентосу (табл. 2). Данный видовой состав неполон, так как более подробные и специфичные съемки позволили бы значительно расширить список обнаруженных видов.

Основу видового состава макрозообентоса формировали многощетинковые черви (39 видов, 24,8% от общего числа видов), моллюски в целом (23 вида (14,6%), из них 15 – брюхоногие моллюски) и ракообразные в целом (68 видов (43,3%), из них 41 вид – амфиподы).

Таблица 2

Видовой состав макробентоса

Table 2

List of species of macrobenthos

Группа	Количество видов			
	в целом	май	июль	октябрь
Фитобентос				
Rhodophyta	1	1	–	–
Всего фитобентос	1	1	–	–
Зообентос				
Foraminifera	4	2	2	3
Porifera	1	1	–	–
Hydrozoa	4	–	3	2
Anthozoa	1	1	–	–
Turbellaria	1	–	1	1
Nematoda	1	1	1	1
Nemertea	1	1	1	1
Polychaeta	39	28	27	30
Hirudinea	1	1	–	–
Sipuncula	2	1	1	1
Priapulida	1	1	–	1
Gastropoda	15	4	9	15
Bivalvia	8	5	7	6
Copepoda	1	1	–	–
Cirripedia	1	–	1	–
Ostracoda	1	1	–	–
Cumacea	9	9	4	5
Amphipoda	41	24	30	17
Isopoda	3	2	3	2
Tanaidacea	1	1	1	1
Mysida	5	4	3	3
Decapoda	6	3	4	3
Holothuroidea	1	1	–	–
Asteroidea	3	2	2	2
Ophiuroidea	1	1	–	–
Echinoidea	4	3	3	4
Tunicata	1	1	–	–
Всего зообентос	157	99	103	98
Всего	158	100	103	98

В мае пределах полигона (0–20 м) в пробах макробентоса встречены один вид фитобентоса и 99 видов зообентоса (см. табл. 2). К макрофитобентосу относятся водоросли отдела Rhodophyta. Их роль в показателях обилия макробентоса крайне незначительная – 0,01% от общей биомассы макробентоса. К макрозообентосу относились 99 видов из 24 таксономических групп разного порядка. По числу представленных видов наиболее значимы ракообразные в целом (45 видов; 24 вида относятся к амфиподам) и полихеты (28 видов). Основу плотности поселения макрозообентоса формировали ракообразные в целом (54,3% общей численности), среди которых наиболее значимы были бокоплавы (49,8%). По биомассе преобладали иглокожие в целом (93,0%;

морские ежи – 71,3%). Общий вклад видов макрозообентоса в усредненную биомассу бентоса на полигоне составил 99,99%. Интегральные показатели обилия макрозообентоса: плотность поселения – 895 ± 273 экз./м², биомасса – $30,39 \pm 10,43$ г/м². Средневзвешенная плотность поселения составила 730 экз./м², средневзвешенная биомасса макрозообентоса – 15,69 г/м².

Распределение плотности поселения макробентоса в мае по акватории полигона показано на **рисунке 2**. Отмечено увеличение показателя с ростом глубины на южных разрезах и снижение плотности в северной части полигона. В южной части полигона на мелкозернистых песках повышенная плотность макробентоса была обусловлена разноногими раками. Здесь преобладали бокоплавы *Caprella polyacantha* Utinomi, 1947. В северной части полигона на глубине 10 м также на мелкозернистых песках наиболее значимы были бокоплавы *Atylus collingi* (Gurjanova, 1938), *Pontocrates arenarius* (Spence Bate, 1858) и изоподы *Tecticeps glaber* Gurjanova, 1933.

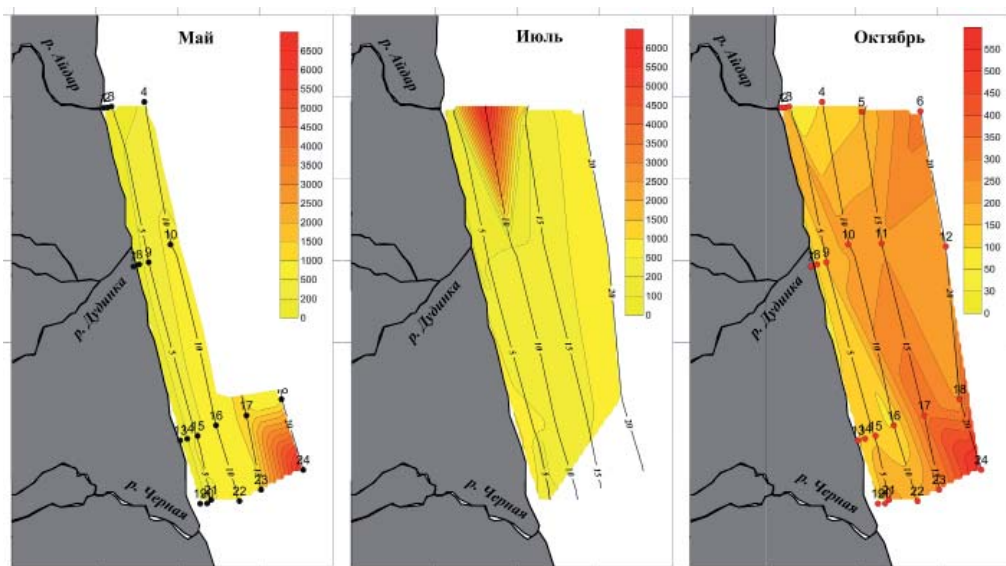


Рис. 2. Распределение интегральной плотности (N , экз./м²) макробентоса по акватории полигона

Fig. 2. Distribution of the integral density (N , ind./m²) of macrobenthos at the area of the polygon

Отмечалось несколько центров высокой биомассы: на мелководьях на глубине 10 м на первом и четвертом разрезах и на изобате 20 м на этом же разрезе (**рис. 3**). Такая особенность распределения зоомассы была обусловлена распределением основных групп макрозообентоса – морских ежей, морских звезд, двустворчатых моллюсков и полихет (**рис. 4**).

В пробах близ уреза на среднезернистых и крупнозернистых песках встречены 12 видов макрозообентоса из 4 таксономических групп разного ранга (**см. рис. 4**). Основу видового состава (7 видов) составляли ракообразные, в том числе амфиподы – 6 видов. Ракообразные (36,6%) и полихеты (61,0%) формировали основу плотности поселения макрозообентоса. Наиболее значимыми по биомассе группами были ракообразные в целом (57,7%; бокоплавы – 53,8%) и многощетинковые черви (42,1%). Единая доминанта не выделялась. Наиболее значимыми видами макрозообентоса были бокоплавы

Anisogammarus pugettensis (Dana, 1853), *Eogammarus tiuschovi* (Derzhavin, 1927) и полихеты *Saccocirrus gabriellae* Marcus, 1946, *Thoracophelia flabellifera* Ziegelmeier, 1955, которые совместно формировали 86,0% общей биомассы. Интегральные показатели обилия: плотность поселения – $28 \pm 3,2$ экз./м², биомасса – $0,147 \pm 0,020$ г/м².

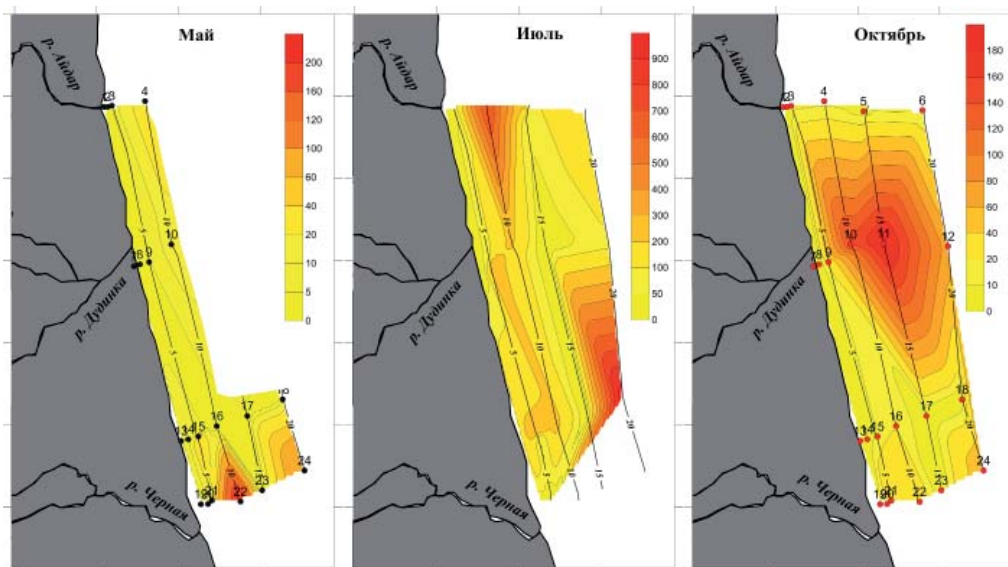


Рис. 3. Распределение интегральной биомассы (B , г/м²) макробентоса по акватории полигона

Fig. 3. Distribution of the integral biomass (B , g/m²) of macrobenthos at the area of the polygon

На изобате 3 м в пробах обнаружены 25 видов (см. рис. 4). По числу представленных видов здесь также наиболее значимы были ракообразные в целом (17 видов; 11 видов – амфиподы) и полихеты (4 вида). Наиболее значимой группой по вкладу в общую плотность также были ракообразные в целом (76,6%; бокоплавы – 56,5%). По биомассе преобладали двусторчатые моллюски (53,0%) и морские ежи (30,9%). Еще 12,2% биомассы относилось к ракообразным. Средняя плотность поселения была равна 285 ± 34 экз./м², биомасса – $7,456 \pm 9,958$ г/м².

С увеличением глубины до 5 м длина видового списка почти не изменилась – в пробах обнаружены 24 вида (см. рис. 4). По числу представленных видов наиболее значимы ракообразные в целом (14 видов; 7 видов – амфиподы) и полихеты (6 видов). Основу плотности поселения макрозообентоса, как и на меньших глубинах, составляли ракообразные (76,0% общей численности), в т.ч. бокоплавы – 64,6%. По биомассе преобладали морские ежи (95,2%). Доминирующим видом бентоса был морской еж *Echinarachnius parma* (Lamarck, 1816) – 95,0% общей биомассы. Значимыми видами были также двусторчатые моллюски *Mya japonica* Jay, 1857, полихеты *Nephtys neopolybranchia* Imajima & Takeda, 1987, кумовые раки *Alamprops quadriplicatus* (Smith, 1879) и бокоплавы *Orchomenella minuscula* Gurjanova, 1962, которые совместно формировали 3,9% биомассы. Интегральные показатели обилия: плотность поселения – 665 ± 100 экз./м², биомасса – $30,796 \pm 4,440$ г/м².

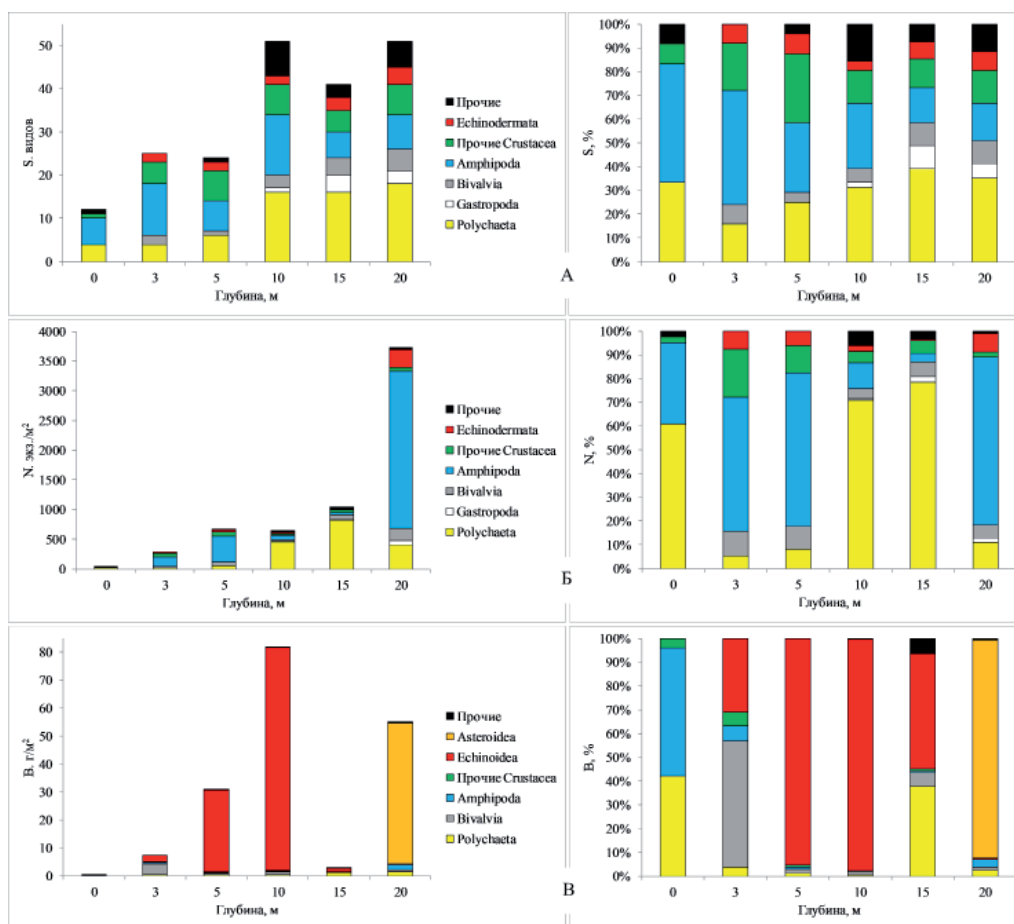


Рис. 4. Вклад наиболее значимых групп макробентоса в А) общий видовой состав (S), Б) интегральную плотность (N) и В) интегральную биомассу (B) на различных глубинах в мае

Fig. 4. Contribution of the most significant groups of macrobenthos to А) total species composition (S), Б) integral density (N) and C) integral biomass (B) at different depths in May

На изобате 10 м состав и структура макробентоса близки к таковым на глубине 5 м; отмечены 1 вид фитобентоса и 50 видов зообентоса (см. рис. 4). Вклад макрофитов в общую биомассу составлял 0,02%. По числу представленных видов наиболее значимы ракообразные в целом (21 вид; 13 видов относятся к амфиподам) и полихеты (16 видов). Наиболее значимую роль в формировании общей плотности поселения играли полихеты (70,9%) и ракообразные в целом (15,8%; бокоплавы – 11,0%). По биомассе по-прежнему преобладали морские ежи – 97,3%. Доминирующий вид – морские ежи *E. parma* (97,3% общей биомассы). Значимым видом были также двустворчатые моллюски *M. japonica* (1,5% биомассы). Совокупная плотность поселения близка к таковой на глубине 5 м – 646 ± 77 экз./м², средняя биомасса выросла до $81,83 \pm 20,60$ г/м².

При переходе к изобату 15 м отмечалось резкое изменение структуры макробентоса (см. рис. 4). В пробах встречен 41 вид зообентоса. По числу представленных видов наиболее значимы ракообразные в целом (11 видов), полихеты (16 видов) и моллюски в целом (8 видов). Основу плотности поселе-

ния макрозообентоса формировали полихеты (78,4% общей численности). По биомассе преобладали морские ежи (63,4%) и полихеты (38,0%). В структуре макробентоса преобладали многощетинковые черви *Chaetozone setosa* Malmgren, 1867 (12,7%). Субдоминантами являлись морские ежи *Scaphechinus griseus* (Mortensen, 1927), полихеты *Micronephthys minuta* (Théel, 1879), Spionidae indet., *Goniada maculata* Örsted, 1843, *Onuphis iridescens* (Johnson, 1901), двустворчатые моллюски *M. japonica* и *Yoldia myalis* Couthouy, 1838, которые совместно формировали 71,1% общей биомассы макрозообентоса. Интегральные показатели обилия характеризовались скачком средней плотности поселения до 1046 ± 118 экз./м² при параллельном снижении средней биомассы до $2,978 \pm 0,383$ г/м².

Очередное изменение структуры макробентоса отмечено на глубине 20 м (см. рис. 4). Встречен 51 вид зообентоса. Основу видового списка создавали ракообразные в целом (15 видов; 7 видов – амфиподы) и полихеты (18 видов). Основу плотности поселения формировали ракообразные в целом (72,7% общей численности; бокоплавы – 70,9%). По биомассе преобладали морские звезды (91,4%), с доминантой *Leptasterias ochotensis* Brandt, 1851 (91,3%). Еще один вид – морские козочки *C. polyacantha* – формировали 3,2% биомассы. Вклад прочих видов был незначительным. Отмечался дальнейший рост плотности поселения до 3732 ± 753 экз./м² и биомассы – до $55,1 \pm 11,5$ г/м².

В июле во всем диапазоне обследованных изобат (0–20 м) длина видового списка мало изменилась, по сравнению с маем, и составила 103 вида макрозообентоса (см. табл. 2). Как и весной, по числу представленных видов наиболее значимы ракообразные в целом (46 видов; амфиподы – 30 видов), полихеты (27 видов) и моллюски (16 видов; 9 видов – гастроподы). По плотности также преобладали ракообразные (82,4% общей численности), среди которых наиболее значимы усонogie раки на раковинах брюхоногих моллюсков (51,6%). Основную роль в формировании общей биомассы играли моллюски (41,9%; гастроподы – 37,6%), морские ежи (21,0%), десятиногие раки (20,6%) и усонogie раки (9,4%). Интегрально осредненная плотность поселения составила 709 ± 237 экз./м² при средневзвешенной величине $644,5$ экз./м², средняя биомасса – $151,8 \pm 41,4$ г/м², средневзвешенная биомасса – $183,6$ г/м².

В целом по полигону наблюдался рост плотности у уреза воды и на изобате 20 м, но отдельное пятно, соответствующее максимуму, характеризовало северную часть акватории на глубине 10 м (см. рис. 2). Здесь повышенная плотность формировалась усоногими раками *Hesperibalanus hesperius* (Pilsbry, 1916). Близ уреза воды многочисленны были мизиды *Archaeomysis grebnitzkii* Czerniavsky, 1882. С увеличением глубины возрастала роль бокоплавов (наиболее значимые виды: *Ischyrocerus commensalis* Chevreux, 1900 и *Caprella angulosa* Mayer, 1903) и полихет (*N. neopolybranchia*, *Ch. setosa* и др.).

Отмечалось два центра высокой биомассы: на мелководьях на глубине 10 м на первом разрезе и на изобатах 10–20 м на южных разрезах (см. рис. 3), что было обусловлено распределением биомассы брюхоногих моллюсков, морских ежей, десятиногих и усоногих раков, морских звезд, двустворчатых моллюсков и мизид, которые совместно формировали 99,1% общей биомассы (рис. 5).

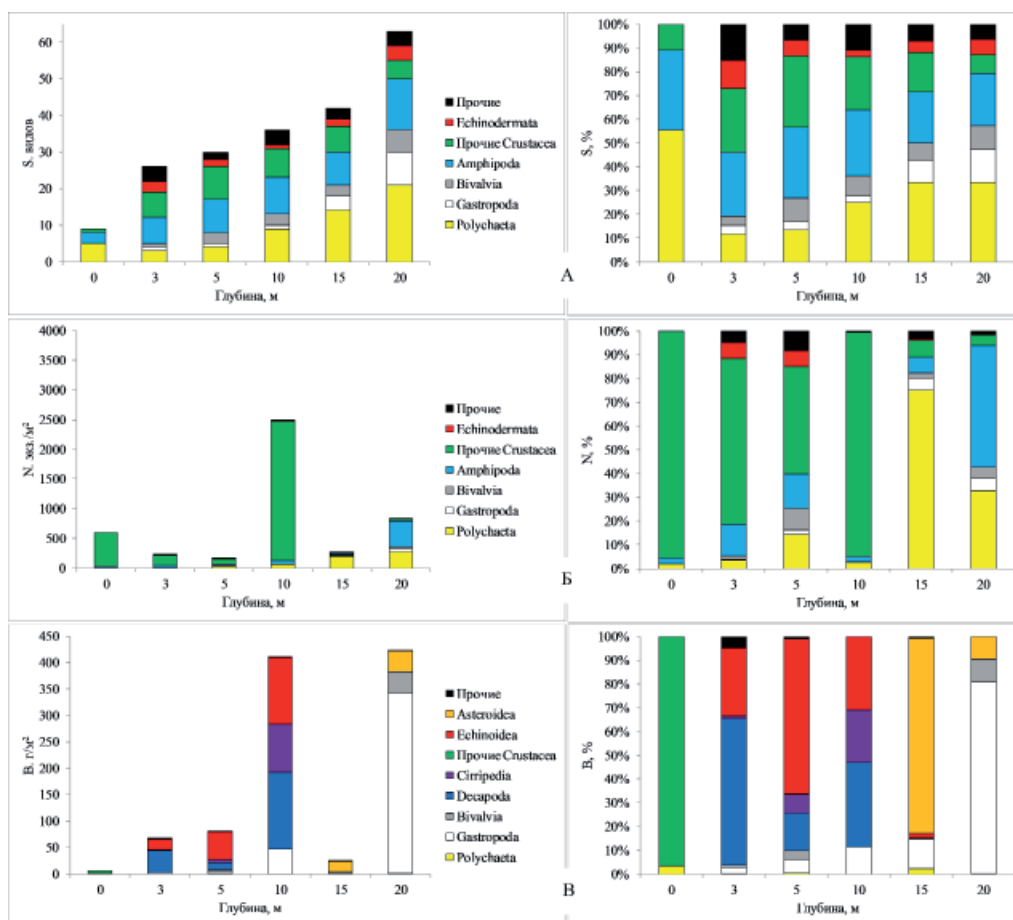


Рис. 5. Вклад наиболее значимых групп макробентоса в А) общий видовой состав (S), Б) интегральную плотность (N) и В) интегральную биомассу (B) на различных глубинах в июле
Fig. 5. Contribution of the most significant groups of macrobenthos to А) total species composition (S), Б) integral density (N) and C) integral biomass (B) at different depths in July

В пробах близ уреза воды ракообразные формировали основу плотности поселения и биомассы макрозообентоса (97,9 и 96,6% соответственно; мизиды – 95,7 и 95,8% соответственно) (см. рис. 5) при доминировании мизиды *A. grebnitzkii*. На долю субдоминант – полихет *Th. flabellifera* – приходилось еще 3,4% общей биомассы. Осредненная плотность поселения была равна 595 ± 108 экз./м², биомасса – $5,774 \pm 0,924$ г/м².

С увеличением глубины до 3 м число обнаруженных видов выросло с 9 до 26 (см. рис. 5). Наиболее значимы в формировании видового списка были ракообразные (14 видов; 7 – амфиподы), которые также давали основной вклад в общую плотность (83,1%; циррипедии – 55,4%) и биомассу (62,8%; декаподы – 61,8%). Еще 28,4% биомассы относилось к морским ежам. Доминирующие виды не выделялись. Ключевые виды – морские ежи *S. griseus* и раки-отшельники *P. ochotensis* (совместно 87,9% общей биомассы). Интегральные показатели обилия: плотность поселения – 241 ± 46 экз./м², биомасса – $67,6 \pm 14,2$ г/м².

Тенденция к росту длины видового списка с ростом глубины проявлялась и на изобате 5 м, где в пробах обнаружены 30 видов, которые имели суммарную

среднюю плотность 179 ± 22 экз./м² и биомассу – $80,6 \pm 14,7$ г/м² (см. рис. 5). Наиболее представлены были ракообразные (18 видов; 9 – амфиподы) и полихеты (4 вида). Как и на глубине 3 м, основу численности создавали ракообразные (59,6%; бокоплавывы – 14,5% и усоногие раки – 28,5%). По биомассе преобладали морские ежи (65,2%) и ракообразные (24,0%, преимущественно – десятиногие). В структуре макрозообентоса основу биомассы формировали морские ежи *S. griseus*, *E. parma* и раки-отшельники *P. ochotensis* – совокупно 77,3%.

Коренная перестройка бентоса, наметившаяся на глубине 5 м, отчетливо проявилась на изобате 10 м (см. рис. 5). Здесь макрозообентос включал 36 видов с наибольшим вкладом в длину видового списка ракообразных (18 видов; 10 – амфиподы) и полихет (9 видов). Основу плотности поселения также формировали ракообразные (96,2%; усоногие раки – 92,9%). По биомассе преобладали ракообразные (57,6%; декаподы – 35,5%, усоногие раки – 22,1%) и морские ежи (35,5%). Еще 11,4% биомассы относилось к брюхоногим моллюскам. Доминировали морские ежи *E. parma* (30,9% общей биомассы). Значимыми видами бентоса были также *P. ochotensis* и усоногие раки *H. hesperius*, обитающие на раковинах брюхоногих моллюсков и на домиках раков-отшельников, и гастроподы *Cryptonatica wakkanaiensis* Habe&Ito, 1976, которые совместно формировали еще 68,2% биомассы. В среднем интегральные показатели обилия составляли: плотность – 2490 ± 617 экз./м², биомасса – $410,1 \pm 67,8$ г/м².

На изобате 15 м в пробах обнаружены 42 вида. Как и на меньших глубинах, по числу представленных видов наиболее значимы ракообразные (16 видов) и полихеты (14 видов). Структура донного сообщества кардинально изменяется (см. рис. 5): основу плотности поселения формировали полихеты (75,1%), основу биомассы – морские звезды (82,1%) и моллюски в целом (12,7%, гастроподы – 12,5%). Единая для всех станций доминанта не выделялась. Преобладающие по биомассе морские звезды *L. ochotensis* отличались низкой частотой встречаемости. Вместе с гастроподами *Bela erosa* (Schrenck, 1861) морские звезды формировали 92,3% биомассы. На этой изобате отмечалось резкое снижение интегральных показателей обилия до 273 ± 31 экз./м² и $24,5 \pm 6,01$ г/м².

При увеличении глубины до 20 м структура макрозообентоса опять меняется. Отмечены 63 вида, среди которых наиболее значимы ракообразные (19 видов; 14 – амфиподы), полихеты (21 вид) и моллюски (15 видов, 9 – гастроподы). Ракообразные и многощетинковые черви отличались наибольшей плотностью (55,4 и 32,7% от общей). По биомассе преобладали моллюски (90,2%; гастроподы – 80,6%). Доминировали гастроподы *Neptunea beringiana* (Middendorff, 1848) (80,6% с учетом кладок). К двустворчатым моллюскам *M. japonica* относилось еще 9,5% общей биомассы. Интегральные показатели обилия: плотность поселения – 845 ± 90 экз./м², биомасса – $422,9 \pm 87,0$ г/м².

В октябре в пределах полигона (0–20 м) видовой состав макрозообентоса мало изменился, по сравнению с предыдущими периодами мониторинга. По-прежнему, наиболее значимы были ракообразные (31 вид; 17 видов – амфиподы), полихеты (30 видов) и моллюски (21 вид; 15 видов – брюхоногие моллюски). В количественных показателях произошли существенные изменения. Основу плотности теперь формировали полихеты (41,0%), при снижении вклада ракообразных (до 32,3%), среди которых наиболее значимы были амфиподы (18,1%). По биомассе преобладали моллюски (48,1%; двуствор-

чатые моллюски – 36,8%), морские ежи (28,0%) и морские звезды (20,0%). Наиболее значимые виды – двустворчатые моллюски *M. japonica*, морские ежи *E. parma*, гастроподы *C. wakkanaiensis*, морские звезды *L. ochotensis*, гидроиды и полихеты *N. neopolybranchia* – совместно формировали 87,1% биомассы макрозообентоса. Интегральные показатели обилия макрозообентоса: плотность поселения – $188 \pm 18,9$ экз./м² (средневзвешенная – $217,4$ экз./м²), биомасса – $26,62 \pm 7,40$ г/м² (средневзвешенная – $52,359$ г/м²).

При распределении по акватории отмечается формирование максимума плотности на станции 24 (589 экз./м²) (см. рис. 2). Основу численности создавали полихеты *Ch. setosa* (21,7%). Значительную роль играли также двустворчатые моллюски *M. japonica*, полихеты *N. neopolybranchia*, кумовые раки *Alamprops quadriplicatus* (Smith, 1879) и бокоплавы *P. arenarius*, которые совместно формировали еще 20,7% общей численности. Пятно высокой биомассы приурочено к изобатам 10–15 м на втором разрезе, что было обусловлено распределением биомассы основных группы макрозообентоса – (по значимости) двустворчатых моллюсков, морских ежей, морских звезд, брюхоногих моллюсков, гидроидов и полихет, которые совместно формировали 98,6% общей биомассы (см. рис. 3).

Длина видового списка (S) неравномерно возрастала от литорали до глубины 20 м (рис. 6А) с 6 до 70 видов с тремя пиками на изобатах 3 м (26 видов), 10 м (41 вид) и 20 м (70 видов). В пределах изобат 0–5 м основу списка формировали ракообразные: от 3 видов на литорали до 11–12 видов на изобатах 3 и 5 м, среди которых наиболее значимы были амфиподы. На глубине 10–20 м основную роль играли полихеты (14, 14 и 25 видов на изобатах 10, 15 и 20 м, соответственно) и ракообразные (12, 4 и 18 видов соответственно).

Плотность макробентоса также неравномерно возрастала с глубиной с формированием промежуточного пика на 3 м: $60 \pm 12,2$ экз./м² (0 м), 185 ± 19 экз./м² (3 м), $144 \pm 16,6$ экз./м² (5 м), $153 \pm 16,8$ экз./м² (10 м), 248 ± 26 экз./м² (15 м), 338 ± 37 экз./м² (20 м). Основу плотности формировали преимущественно две группы – ракообразные и полихеты. Вклад ракообразных сокращался с 95,3% близ уреза воды до 2,2% на изобате 15 м. В прибойной зоне среди ракообразных наиболее значимы были мизиды (61,0%), на остальных глубинах – амфиподы (от 37,2 до 76,1% от общей численности ракообразных). Роль полихет, наоборот, возрастала с 3,5% от общей плотности на изобатах 0–3 м до 87,7% на 15 м. На глубине 3–10 м довольно высока была роль морских ежей (12,2–19,5%), а на 5 и 20 м – двустворчатых моллюсков (13,1–14,1%) (рис. 6Б).

Биомасса макрозообентоса увеличивалась с ростом глубины и формировала наибольшие значения на изобатах 10–15 м с некоторым снижением на 20 м: $0,310 \pm 0,053$ г/м² (0 м), $6,218 \pm 0,773$ г/м² (3 м), $19,51 \pm 2,96$ г/м² (5 м), $51,51 \pm 8,87$ г/м² (10 м), $49,2 \pm 14,7$ г/м² (15 м), $33,0 \pm 6,69$ г/м² (20 м) (рис. 6В). Ракообразные, преимущественно мизиды, отличались наибольшим вкладом в суммарную биомассу близ уреза воды (87,0%). Морские ежи были наиболее значимы в пределах изобат 3–10 м (34,0–67,6%). Гастроподы играли большую роль на 3 м (18,0%) и на 20 м (44,0%). Двустворчатые моллюски в октябре были более значимы, чем в предыдущие сезоны мониторинга, и отличались наибольшим вкладом в общую биомассу на изобатах 5 м (57,6%) и 15 м (94,4%). Морские звезды отличались высокими показателями на 10 м (29,3%) и 20 м (51,3%).

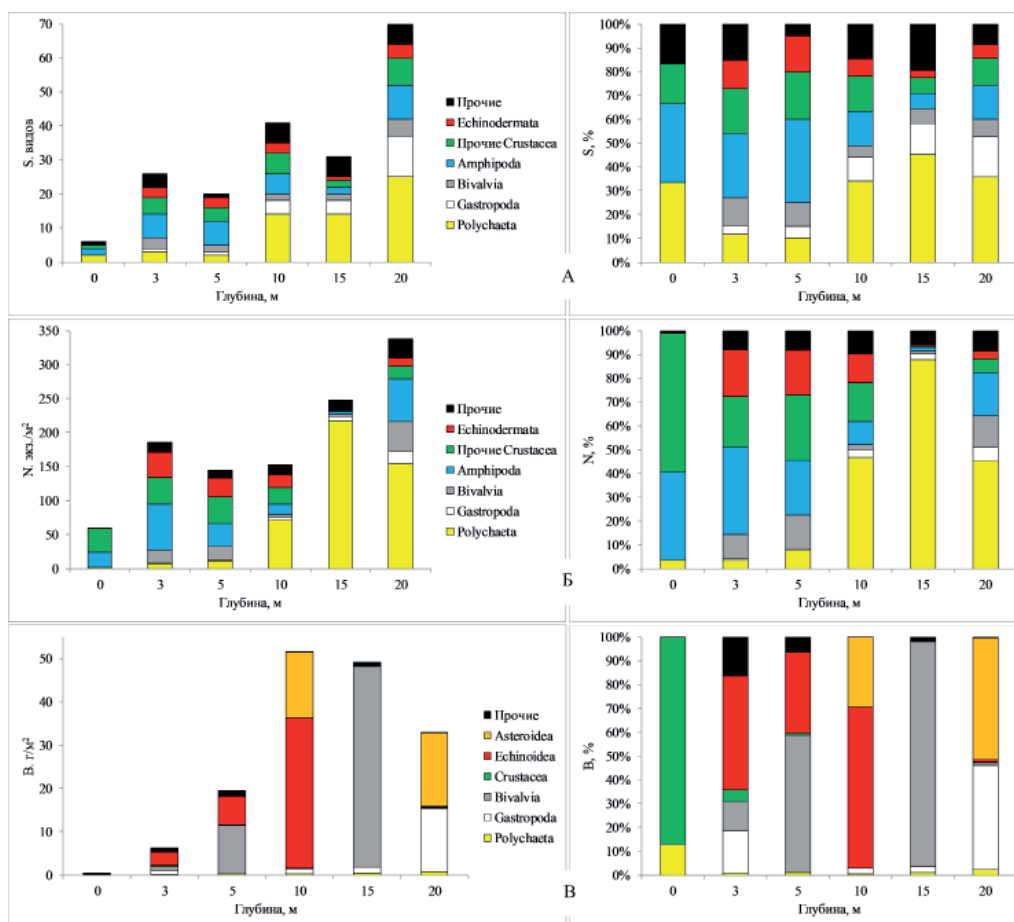


Рис. 6. Вклад наиболее значимых групп макробентоса в А) общий видовой состав (S), Б) интегральную плотность (N) и В) интегральную биомассу (B) на различных глубинах в октябре

Fig. 6. Contribution of the most significant groups of macrobenthos to А) total species composition (S), Б) integral density (N) and С) integral biomass (B) at different depths in October

Сообразно распределению биомасс основных групп бентоса изменялся и состав доминирующих видов. В прибойной литорали доминировали мизиды *A. grebnitzkii* (73,6%). Субдоминанты – полихеты *Th. flabellifera* – формировали еще 12,9% общей биомассы. С увеличением глубины до 3 м доминанты не выделялись. Наиболее значимые виды – *E. parma*, *S. griseus*, *M. japonica*, гидроидные полипы, *C. wakkanaiensis* и *T. glaber* – совместно формировали 96,1% общей биомассы. На горизонте 5 м превалировали морские ежи *E. parma* и двустворчатые моллюски *M. japonica*, совместно – 91,1%. Морские ежи *E. parma* также преобладали на глубине 10 м, где создавали 67,4% общей биомассы бентоса. Субдоминанты – морские звезды *L. ochotensis* – имели вклад равный 29,3% биомассы. На глубине 15 м 94,4% биомассы формировали двустворчатые моллюски *M. japonica*, которые отличались низкой частотой встречаемости (8,3%). Прочие массовые виды – немертины, полихеты *Ch. setosa*, гастроподы *C. wakkanaiensis* и сипункулиды *Golfingia margaritacea* (Sars, 1851) – имели вклад всего 3,8% от общей биомассы. На горизонте 20 м

в структуре макробентоса доминанты также не выделялись, морские звезды *L. ochotensis* и брюхоногие моллюски *N. beringiana* (с учетом кладок) совместно формировали 91,2% биомассы.

Соотношение основных групп и средние величины биомассы макрозообентоса на обследованном участке достаточно близки к таковым для песчаных мелководий Дальнего Востока России (Галышева, 2010; Галышева, Надточий, 2008; Галышева, Христофорова, 2007; Голиков и др., 1985; Кобликов, 1988; Кобликов и др., 1990; Лабай и др., 2008; Надточий и др., 2004). При этом наблюдаются серьезные различия в составе доминант. В низкобореальной зоне на песках прибрежных мелководий превалирует плоские морские ежи *Sc. griseus* и *Sc. mirabilis* A. Agassiz, 1864 (Галышева, 2010; Галышева, Надточий, 2008; Галышева, Христофорова, 2007; Голиков и др., 1985). В высокобореальной зоне (у северо-восточного Сахалина) аналогичный биотоп оккупирован сообществом с преобладанием плоского морского ежа *E. parma* (Кобликов, 1988; Кобликов и др., 1990; Лабай и др., 2008; Надточий и др., 2004). Хотя описываемый участок побережья о. Сахалин относится к нижнебореальной зоне (Кафанов, Кудряшов, 2000), макрозообентос по структуре ближе к верхнебореальной зоне, здесь также доминирует плоский морской еж *E. parma*.

Сезонная изменчивость индексов разнообразия. При анализе индексов видового разнообразия важно понимать, что, с биологической точки зрения, низкие значения индекса (по биомассе) свидетельствуют о высокой структурированности сообщества, а не о его критическом состоянии. Наоборот, если индекс видового разнообразия высокий или даже индекс по плотности ниже индекса по биомассе, можно говорить о нестабильном, переходном состоянии от одного сообщества к другому. С этой точки зрения зона нестабильности донного сообщества в прибойной литорали в мае свидетельствует о переходе сообщества из зимнего состояния в летнее (рис. 7).

На глубине 3 м оба индекса в течение всего периода мониторинга оставались высокими: $I(N)=1,94-2,72$ бит/вид, $I(B)=1,16-1,51$ бит/вид, что соответствует положению данной изобаты у нижней границы стандартной зоны обрушения волны (по данным непосредственных наблюдений во время отбора проб) и достаточно неблагоприятным условиям существования бентоса на подвижных песчаных грунтах.

Более интересны изменения на изобатах 5–10 м (см. рис. 7). Здесь отмечается стабильное устойчивое состояние донного сообщества весной и осенью (возможно и зимой), летом индексы видового разнообразия свидетельствуют о неустойчивом состоянии бентоса, хотя во все периоды на этих глубинах устойчиво доминируют морские ежи *E. parma*. Вероятно, обнаруженное явление обусловлено активным размножением донных гидробионтов и миграцией ряда видов на мелководье, что приводит к росту энтропии и нарушению четкой структурированности донного сообщества.

Зона нестабильного состояния донного сообщества на изобате 15 м в мае соответствует положению границы термоклина (верхней границе холодного промежуточного слоя), зафиксированной по материалам вертикального гидрологического профилирования (см. рис. 7А). В последующие периоды съемок вода на данной глубине была достаточно прогрета.

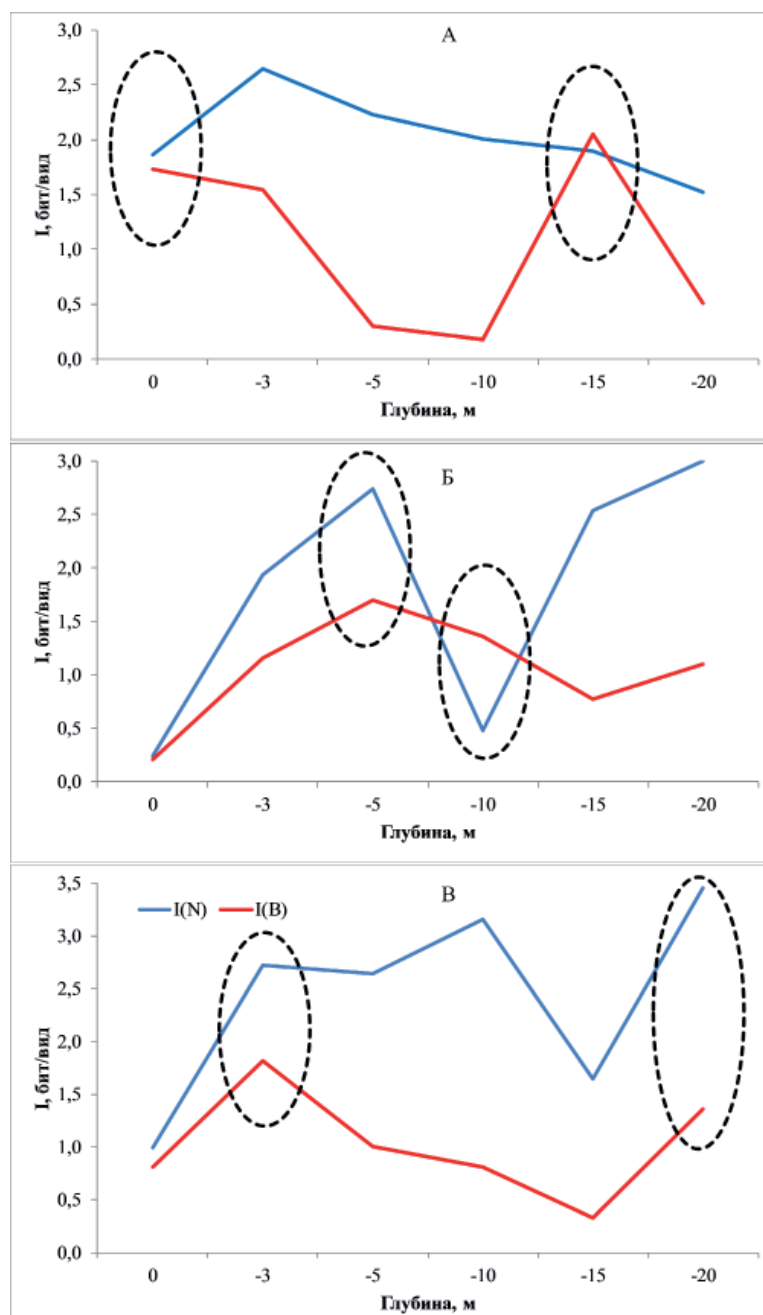


Рис. 7. Эволюты индексов видового разнообразия (I) макрозообентоса: А) май, Б) июль, В) октябрь; пунктиром отмечены нестабильные состояния

Fig. 7. Seasonal variability of species diversity indices (I) of macrozoobenthos: A) May, B) July, C) October; unstable states are marked with a dotted line

Малообъяснима с точки зрения протекания гидрологических процессов зона нестабильности на глубине 20 м в октябре (см. рис. 7В). Нарушение структурированности макрозообентоса здесь проявляется также исчезновением доминирующих видов в октябре (см. выше).

Основные сообщества макрозообентоса. Сообщества макрозообентоса выделены на основе дендрограмм сходства (рис. 8). Распределение выделенных сообществ по акватории полигона показано на рисунке 9. Сравнительная характеристика выделенных сообществ представлена в таблице 3.

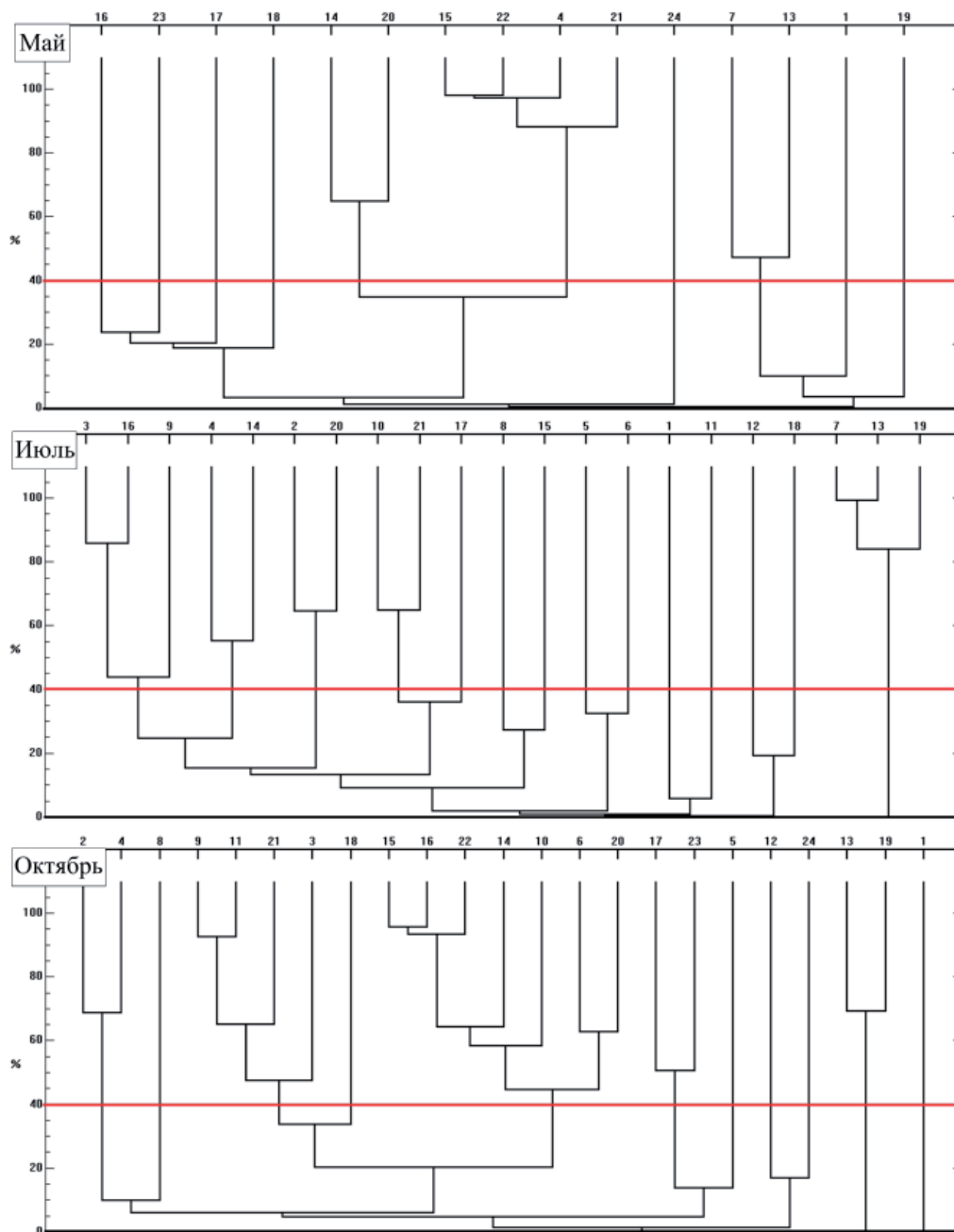


Рис. 8. Дендрограммы ценотического сходства (C) бентических станций в разные периоды исследований

Fig. 8. Dendrograms of coenotic similarity (C) of benthic stations in different periods of research

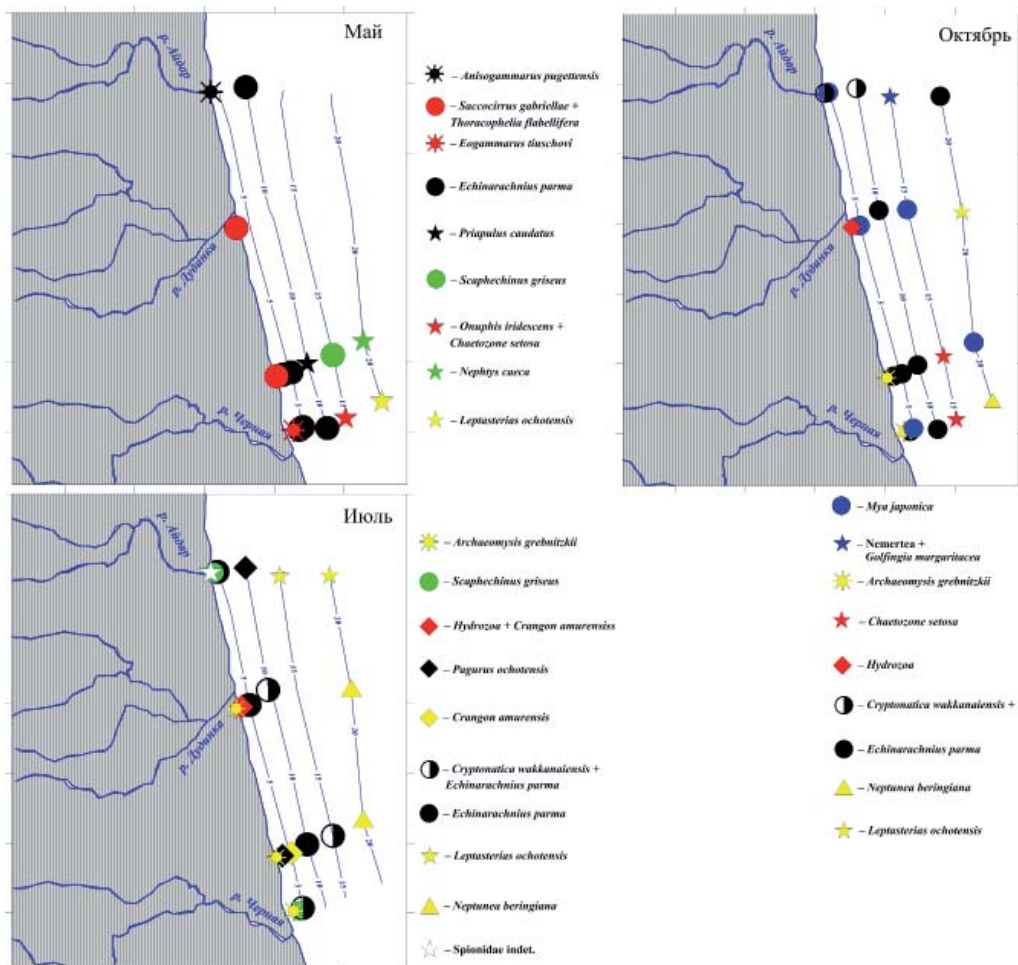


Рис. 9. Распределение донных сообществ по акватории в разные сезоны
 Fig. 9. Distribution of benthic communities in different seasons

Таблица 3

Характеристика донных сообществ

Table 3

Characteristics of benthic communities

Сообщество	Номера станций	Глубина, м	Грунт*	S, видов	N, экз./м ²	B, г/м ²	V _{доушиг*} , %	В значимых групп**, %								КО, ‰		I, биг./вид		
								Pl	Ср	Biv	Cir	Mys	Dp	Ec	As	N	B			
<i>Saccosirrus gabriellae</i> + <i>Thoracosiphia flabellifera</i>	7, 13	0	кр. п., ср. п.	10	39±4,2	0,141±0,019	77,2	83,3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	160	1,58	1,39
<i>Echinarachnius parma</i>	15, 22, 4, 21, 14, 20	3-10	м. п., ср. п.	55	516±72	57,3±15,5	95,5	0,6	0,03	2,7	0	0,04	0,02	95,6	0	0	5	940	2,77	0,28
<i>Anisogammarus pugettensis</i>	1	0	кр. п., ср. п.	4	28	0,233	85,0	5,3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	340	1,28	0,58
<i>Eogammarus tiuchovi</i> + <i>Archaeomysis grebnitzkii</i>	19	0	кр. п., ср. п.	3	8	0,072	98,8	0	0	0	0	31,5	0	0	0	0	3	333	1,10	0,68
<i>Priapulus caudatus</i>	16	10	м. п.	23	752	1,1	36,7	19,1	0	12,0	0	0	0,5	0	0	0	4	677	1,10	2,15
<i>Scaphechinus griseus</i>	17	15	м. п.	33	1122	4,553	63,0	24,3	1,7	4,3	0	0	0,1	63,0	0	0	4	522	2,07	1,63
<i>Omuphis iridescens</i> + <i>Chaetozone setosa</i>	23	15	м. п.	26	970	1,403	67,0	82,4	4,3	9,9	0	0	0,2	0,7	0	0	6	602	1,54	1,89
<i>Nephtys caeca</i>	18	20	м. п.	30	485	3,091	40,8	63,1	0	20,2	0	1,0	0	0	0	6,4	5	792	2,83	2,30
<i>Leptasterias ochotensis</i>	24	20	м. п.	43	6978	107,1	93,9	0,7	0,05	0,8	0	0	0,01	0,6	93,9	3	532	1,29	0,35	
<i>Archaeomysis grebnitzkii</i>	7, 13, 19	0	кр. п., ср. п.	7	791±125	7,696±1,077	95,8	3,4	0	0	0	95,8	0	0	0	0	9	748	0,22	0,20
<i>Scaphechinus griseus</i>	2, 20	3	ср. п., м. п.	15	91±9	14,26±2,20	63,6	1,0	23,1	11,1	0	0,5	0	64,0	0	0	2	978	2,42	0,99
<i>Pagurus ochotensis</i>	4, 14	3-10	м. п., ср. п.	30	3 765±764	494,5±79,7	58,3	0,02	0	0,02	25,6	0,003	59,3	14,6	0	0	3	363	0,33	1,12
<i>Echinarachnius parma</i>	3, 16, 9	5-10	м. п.	28	309±39	174,6±25,6	61,4	0,03	0	2,0	8,7	0,02	10,0	79,2	0	0	2	904	2,00	1,14
<i>Cryptonatica wakkanatensis</i> + <i>Echinarachnius parma</i>	10, 21, 17	5-15	м. п.	40	223±28	85,32±19,46	96,7	0,5	63,2	0,3	0	0,01	0,001	34,5	0	0	3	654	2,97	0,84
<i>Mya japonica</i> + <i>Leptasterias ochotensis</i>	5, 6	15-20	м. п.	40	478±61	124,0±17,1	96,5	0,3	2,1	48,6	0	0,03	0	0,7	47,9	4	104	2,45	0,87	
Spionidae indet.	1	0	кр. п., ср. п.	3	8	0,008	66,7	100	0	0	0	0	0	0	0	0	3	333	1,10	0,75
Hydrozoa indet.	8	3	ср. п.	12	115	16,15	59,1	0	0	0	0	1,5	24,2	11,3	0	0	5	323	2,13	1,15
<i>Crangon amurensis</i>	15	5	м. п.	16	122	16,14	76,0	2,7	10,3	2,6	0	0,1	76,0	3,5	0	0	3	688	2,52	0,96
<i>Neptunea beringiana</i>	12, 18	20	м. п.	58	880±97	543,4±146,4	94,1	0,1	94,1	0,05	0	0	0	0,004	5,4	0	4	553	2,92	0,68

<i>Archaemysis grebnitzkii</i>	13, 19	0	кр. п. ср. п.	5	118±18	0,620±0,078	73,7	13,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5 565	0,94	0,81
<i>Cryptonatica wakkanaiensis</i>	2, 4	3, 10	м. п. ср. п.	28	154±17	2,943±0,400	70,8	8,2	70,8	3,1	0	0,1	0	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0	2 996	2,70	1,21
<i>Echinarachnius parma</i>	15, 16, 22, 14, 10, 6, 20	3–10, 20	м. п.	51	201±20	34,17±6,71	68,0	0,5	2,2	1,5	0	0,01	0	69,5	25,2	3 483	3,27	0,96							
<i>Mya japonica</i>	9, 11, 21, 3, 18	5, 15, 20	м. п.	42	184±19	50,97±13,31	90,5	0,5	2,0	90,5	0	0,01	0	4,7	0	5 630	3,08	0,47							
<i>Chaetozone setosa</i>	17, 23	15	м. п.	19	302±32	0,456±0,047	45,8	83,5	2,5	4,6	0	0	0	0	0	6 539	1,10	1,91							
Hydrozoa indet.	8	3	ср. п.	8	107	2,967	87,9	0	0	0	0	0,5	0	0	0	6 655	1,77	0,48							
Nemertea indet.	5	15	м. п.	14	144	4,899	51,1	20,6	0	0	0	0	0,2	0	0	3 410	1,97	1,24							
<i>Leptasterias ochotensis</i>	12	20	м. п.	19	197	69,17	87,2	0,8	11,7	0,1	0	0	0,01	0,1	87,2	3 779	2,36	0,52							
<i>Neptunea beringiana</i>	24	20	м. п.	48	589	59,79	83,0	2,4	83,2	1,0	0	0	0,02	0,1	12,4	3 413	3,29	1,07							

* кр. п. – крупный песок, ср. п. – средний песок, м. п. – мелкий песок; ** Pl – Polychaeta, Gr – Gastropoda, Biv – Bivalvia, Cir – Cirripedia, Mys – Mysida, Dp – Decapoda, Ec – Echinoidea, As – Asteroidea

Анализ рисунков и таблицы 3 показывает, что только два донных сообщества в пределах обследованной акватории можно назвать постоянными – это сообщество плоского морского ежа *Echinarachnius parma*, которое было приурочено к изобатам преимущественно 5–10 м (типично для данного региона) (Голиков и др., 1985), и сообщество морской звезды *Leptasterias ochotensis* (в июле – *Mya japonica*+*Leptasterias ochotensis*), которое постоянно отмечалось на изобате 20 м. Прочие сообщества являются временными.

Первый тип временных сообществ – весенне-летний. Сообщество плоского морского ежа *Scaphechinus griseus* отмечалось весной и летом. Если в летний период локализация данного сообщества на изобате 3 м соответствовала литературным данным (также для летнего периода) (Голиков и др., 1985), то в весенний период данное сообщество было приурочено к изобате 15 м, что свидетельствует о значительных сезонных миграциях номинативного вида.

Второй тип временных сообществ – сообщества переходных периодов. Сообщество с превалированием полихет *Onuphis iridescens*+*Chaetozone setosa* отмечалось весной и осенью (как сообщество *Chaetozone setosa*) на мелкозернистых песках на изобате 15 м. Следовательно, данное сообщество можно индексировать как сообщество переходных периодов.

Третий тип временных сообществ – летне-осенние. Сообщество *Archaemysis grebnitzkii* на крупно- и среднеразмерных песках характеризовало урез воды летом и осенью с наибольшими показателями обилия в летний период. Еще одно сообщество малых глубин – сообщество обрастателей Hydrozoa indet. – летом и осенью отмечалось на глубине 3 м на одной и той же станции № 8.

Сообщество *Cryptonatica wakkanaiensis* отмечалось летом (как сообщество

Cryptonatica wakkanaiensis+*Echinarachnius parma*) и осенью на изобатах от 3 до 15 м к осени, концентрируясь на малых глубинах. Сообщество *Mya japonica* также отмечалось летом (как сообщество *Mya japonica*+*Leptasterias ochotensis*) и осенью на изобатах от 15–20 м. Последнее из летне-осенних сообществ – сообщество *Neptunea beringiana* – было приурочено к изобате 20 м и, видимо, его существование обусловлено миграциями доминирующего вида в прибрежье на нагул и размножение в теплый период года.

Все прочие донные сообщества были кратковременными и отмечались только в один из периодов съемок. Сообщества *Saccocirrus gabriellae*+*Thoracophelia flabellifera*, *Anisogammarus pugettensis* и *Eogammarus tiuschovi*+*Archaeomysis grebnitzkii* характеризовали урез воды в весенний период. Сообщества *Priapulus caudatus* и *Nephtys caeca* также отмечались только весной. Сообщества *Pagurus ochotensis*, Spionidae indet. и *Crangon amurensis* отличали мелководья (до глубины 10 м) в летний период.

Наибольшее количество однократно зарегистрированных временных сообществ приурочено к прибрежным мелководьям до глубины 10 м.

Трофическая характеристика и распределение трофических групп бентоса. Трофическая структура макрозообентоса в районе исследований определяется 7 группами: сестонофаги, собирающие детритофаги, грунтофаги, смешанной группой падальщики/хищники, соскребатели, эврифаги и сосущие паразиты.

Наиболее яркими представителями сестонофагов здесь являются плоские морские ежи, двустворчатые моллюски (большинство видов), полихеты *Chone* indet., Sabellidae, усоногие раки *H. hesperius*, кумовые раки, бокоплав *Ampelisca macrocephala* Liljeborg, 1852, *Crassikorophium crassicorne* (Bruzelius, 1859), губки, гидроида и др.

Собирающие детритофаги представлены преобладающими в прибойной литорали мизидами *A. grebnitzkii*, амфиподами *Abludomelita rotundactyla* (Ren, 2012), *At. collingi* (Gurjanova, 1938), *Cheirimeidia gurjanovae* (Bulyčeva, 1951), *Eohaustorius washingtonianus* (Thorsteinson, 1941), *Grandifoxus longirostris* (Gurjanova, 1938), *P. arenarius*, двустворчатыми моллюсками *Macoma nipponica* Tokunaga, 1906, частично различными видами десятиногих раков, изоподами *Synidotea nodulosa* (Krøyer, 1846), *T. glaber*, полихетами *S. gabriellae*, *Sphaerodorum sphaerulifer* Moore, 1909 и др.

Среди грунтофагов наиболее значимы двустворчатые моллюски *Y. myalis*, офиуры *Ophiura sarsii* Lütken, 1855, полихеты *Eteone flava* (Fabricius, 1780), *Ampharete acutifrons* (Grube, 1860), *A. sibirica* (Wirén, 1883), *Ch. setosa*, *Cistenides hyperborea* Malmgren, 1866, *Magelona pacifica* Monro, 1933, *Scoloplos armiger* (Müller, 1776), *Terebellides stroemii* Sars, 1835, *Th. flabellifera*, сипункулиды *G. margaritacea* и др.

Смешанная группа падальщики/хищники представлена крупными морскими звездами *L. ochotensis*, брюхоногими моллюсками *B. erosa*, *C. wakkanaiensis*, *Euspira pallida* (Broderip&G. B. Sowerby I, 1829), *N. beringiana*, *Pyrgolampros rufofasciata* (E. A. Smith, 1875), некоторыми полихетами и др.

Соскребатели на обследованной акватории представлены небольшим набором видов, преимущественно брюхоногими моллюсками *Falsicingula athera* Golikov&Scarlato, 1967, *Fluviocingula nipponica* Kuroda&Habe, 1954, морскими ежами *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz, 1864) и др.

Среди эврифагов наиболее значимы различные виды десятиногих раков, некоторые виды амфипод, полихеты *Nereis zonata* Malmgren, 1867 и др.

Всего тремя видами представлена специфическая группа сосущие паразиты: пиявки *Notostomum cyclostomum* (Johansson, 1898), гастроподы *Odostomia exarata* (Carpenter, 1857) и *Propebela golikovi* (Bogdanov, 1985).

Среди всех перечисленных трофических групп только сестонофаги, падальщики/хищники и собирающие детритофаги характеризовались значительным (более 1%) вкладом в общую биомассу бентоса (табл. 4). Они совместно формировали от 98,8% (май) до 99,7% (июль).

Таблица 4

Вклад трофических групп в общую биомассу макрозообентоса по сезонам

Table 4

Contribution of trophic groups into the total biomass of macrozoobenthos by seasons

Трофическая группа	Май		Июль		Октябрь	
	В, г/м ²	В, %	В, г/м ²	В, %	В, г/м ²	В, %
Грунтофаг	0,244	0,8	0,328	0,2	0,151	0,6
Падальщик/хищник	6,892	22,7	68,030	51,0	6,923	27,8
Сестонофаг	22,878	75,5	53,988	40,5	17,621	70,7
Собирающий детритофаг	0,161	0,5	11,043	8,3	0,156	0,6
Соскребатель	0,069	0,2	0,011	0,0	0,036	0,1
Сосущий паразит	0,004	0,0	0,000	0,0	0,003	0,0
Эврифаг	0,053	0,2	0,005	0,0	0,028	0,1

Распределение наиболее значимых трофических групп по обследованной акватории показано на рисунке 10. Сестонофаги (вклад от 40,5 до 75,5%) наиболее значимы во все сезоны на промежуточных глубинах 5–10 м, что обусловлено распределением скоплений наиболее массовых представителей этой группы – плоских морских ежей и двустворчатых моллюсков. В летний период они наиболее сдвинуты к берегу, осенью происходит миграция на изобаты 10–15 м.

Падальщики/хищники (вклад от 22,7 до 51,0%) практически во все сезоны были значимы на больших глубинах 15–20 м, что обусловлено распространением наиболее крупных представителей этой группы – морских звезд *L. ochotensis*, брюхоногих моллюсков *N. beringiana*.

Собирающие детритофаги (вклад 0,5–8,3%) в переходные сезоны формировали скопления в прибойной зоне и на наибольших глубинах. Летом происходило смещение скоплений на малые глубины.

Таким образом, в распределении сестонофагов и собирающих детритофагов обнаруживается общая сезонная приуроченность – миграция скоплений в летний сезон на мелководье.

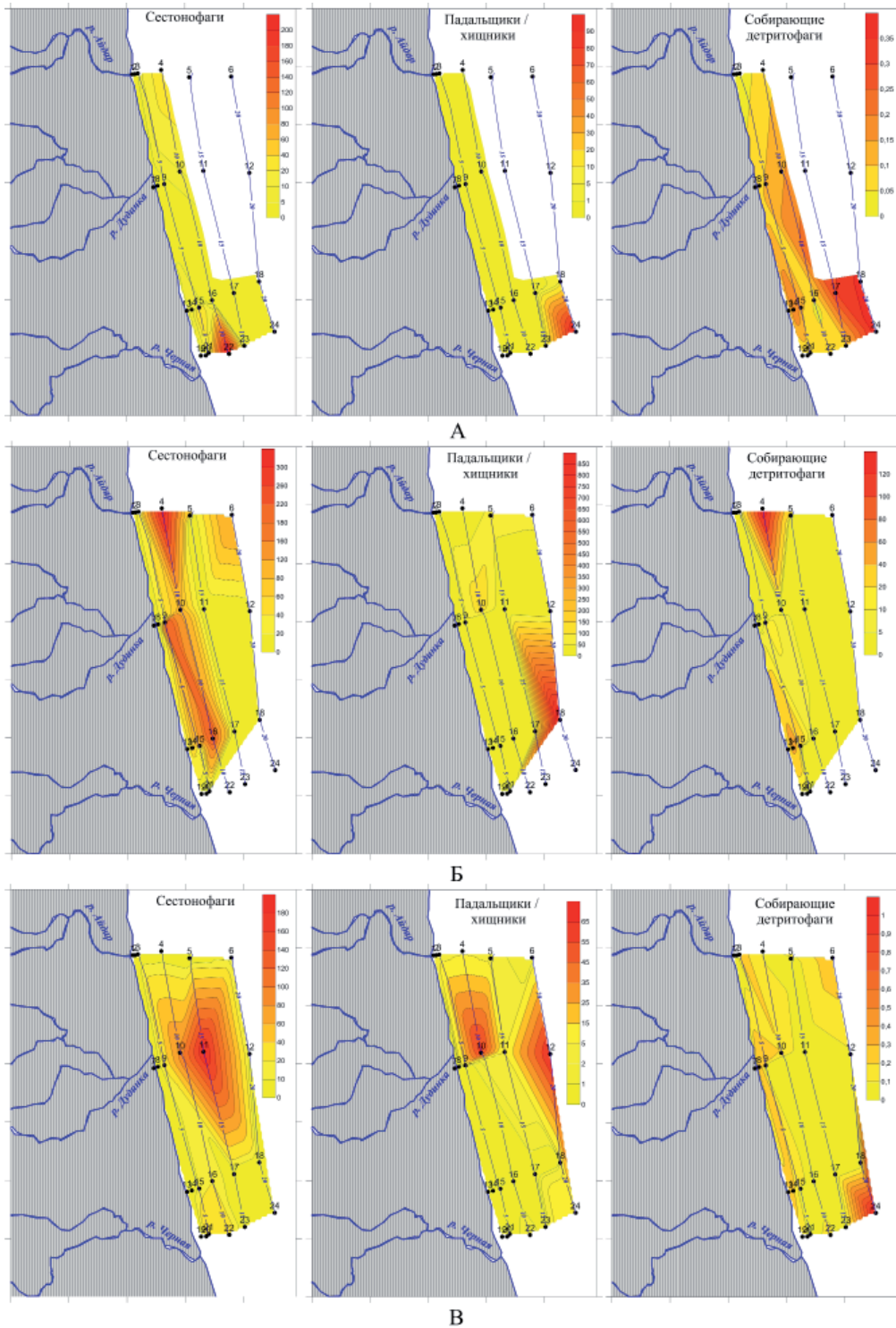


Рис. 10. Распределение биомассы ($B, \text{g/m}^2$) основных трофических групп макрозообентоса по акватории в разные сезоны: А – май, Б – июль, В – октябрь

Fig. 10. Distribution of biomass ($B, \text{g/m}^2$) of the main trophic groups of macrozoobenthos at the area in different seasons: А – May, В – July, С – October

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основу видового состава макробентоса побережья юго-восточного Сахалина близ впадения р. Дудинка от весны к осени формируют полихеты, моллюски и ракообразные (преимущественно амфиподы), но наиболее значимый вклад в общую биомассу характеризует морских ежей (значимы во все сезоны), морских звезд и двустворчатых моллюсков (роль последних возрастала от весны к осени). Осредненная по акватории плотность поселения снижалась постепенно от весны к осени и составила 895 ± 273 , 709 ± 237 и $188 \pm 18,9$ экз./м² в мае, июле и октябре соответственно; средневзвешенная – 730, 645 и 217 экз./м² соответственно. Средняя интегральная биомасса макрозообентоса резко возрастала в летний сезон и была равна $30,39 \pm 10,43$ г/м² в мае, $151,8 \pm 41,4$ г/м² в июле и $26,62 \pm 7,40$ г/м² в октябре, средневзвешенная – 15,69, 183,6 и 52,359 г/м² соответственно. Отмечается рост длины видового списка с глубиной во все сезоны мониторинга.

Плотность весной и осенью увеличивалась с ростом глубины с несколькими промежуточными пиками; летом максимум показателя был приурочен к изобате 10 м, где преобладали усоногие раки *H. hesperius*, обитающие на раковинах брюхоногих моллюсков и на домиках раков-отшельников, при миграции последних к берегу. Высокая биомасса весной и летом отмечалась на изобатах 10 м, где ее основу формировали плоские морские ежи *E. parma*, и 20 м, где наиболее значимы были морские звезды *L. ochotensis* и гастроподы *N. beringiana*. Осенью максимум биомассы наблюдался на глубине 15 м, где главную роль играли двустворчатые моллюски *M. japonica*.

Сезонная изменчивость индекса видового разнообразия показывает наличие критических, переходных состояний макрозообентоса на прибойной песчаной литорали в мае, а на глубине 3 м – во все сезоны. Последнее соответствует положению изобаты 3 м у нижней границы зоны обрушения волны и достаточно неблагоприятным условиям существования бентоса здесь на подвижных песчаных грунтах. На глубине 5–10 м неустойчивое состояние бентоса наблюдается только летом, хотя во все сезоны здесь устойчиво доминируют морские ежи *E. parma*. Вероятно, обнаруженное явление обусловлено активным размножением донных гидробионтов и миграцией ряда видов на мелководье. Зона неустойчивости на изобате 15 м в мае соответствует положению границы термоклина. Малообъяснима с точки зрения протекания гидрологических процессов аналогичная зона неустойчивости на глубине 20 м в октябре.

Среди всего многообразия выделенных донных сообществ только два можно назвать постоянными – это сообщество *Echinarachnius parma* на глубине преимущественно 5–10 м и сообщество *Leptasterias ochotensis* (в июле – *Mya japonica*+*Leptasterias ochotensis*), которое постоянно отмечалось на изобате 20 м. Среди сезонных сообществ выделяются три типа. Первый – весенне-летний (сообщество *Scaphechinus griseus*); данное сообщество отмечалось весной на изобате 3 м и летом на глубине 15 м, что свидетельствует о значительных сезонных миграциях номинативного вида. Второй тип – сообщества переходных периодов. Сообщество *Onuphis iridescens*+*Chaetozone setosa* отмечалось весной и осенью (как сообщество *Chaetozone setosa*) на мелкозернистых песках на изобате 15 м. Третий тип – летне-осенние, включал сообще-

ство *Archaeomysis grebnitzkii* близ уреза воды на крупно- и среднеразмерных песках летом и осенью с наибольшими показателями обилия в летний период. Сообщество обрастателей Hydrozoa indet. отмечалось летом и осенью на глубине 3 м на одной и той же станции. Сообщество *Cryptonatica wakkanaiensis* локализовано на изобатах от 3 до 15 м. Сообщество *Mya japonica* выделено на глубине от 15–20 м. Сообщество *Neptunea beringiana* приурочено к изобате 20 м и, видимо, его существование обусловлено миграциями доминирующего вида в прибрежье на нагул и размножение в теплый период года. Прочие донные сообщества являются кратковременными и отмечались только в один из сезонов; наибольшее их количество приурочено к прибрежным мелководьям до глубины 10 м.

Трофическая структура макрозообентоса во все сезоны определялась тремя группами: сестонофаги, падальщики/хищники и собирающие детритофаги характеризовались значительным (более 1%) вкладом в общую биомассу бентоса: совместно более 98% от общей биомассы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю благодарность всем участникам экспедиций Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в морском прибрежье юго-восточного Сахалина в 2020 г. за неоценимую помощь в сборе материала.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверинцев В. Г., Голиков А. Н., Сиренко Б. И., Шереметевский А. М. Количественный водолазный метод гидробиологических исследований // Подводные гидробиологические исследования. – Владивосток: ДВНИЦ АН СССР, 1982. – С. 48–58.
- Атлас океанографических основ рыбопоисковой карты южного Сахалина и южных Курильских островов. Т. 1. – Л.: ЗИН АН СССР – ТИНРО, 1955. – 91 с.
- Гальшева Ю. А. Особенности распределения макробентоса в прибрежных морских экосистемах Приморья // Известия ТИНРО. – 2010. – Т. 163. – С. 286–296.
- Гальшева Ю. А., Надточий В. А. Макрозообентос мягких грунтов акваторий закрытого типа залива Петра Великого // Известия ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 99–119.
- Гальшева Ю. А., Христофорова Н. К. Среда и макробентос залива Восток Японского моря в условиях рекреационного воздействия // Известия ТИНРО. – 2007. – Т. 149. – С. 270–309.
- География и мониторинг биоразнообразия / Ред. Касимов Н. С., Романова Э. П., Тишков А. А. – М.: Изд-во научного и методического центра, 2002. – 432 с.
- Голиков А. Н., Скарлато О. А., Табунков В. Д. Некоторые биоценозы верхних отделов шельфа южного Сахалина и их распределение // Биоценозы и фауна шельфа южного Сахалина. – Л.: Наука, 1985. – С. 4–71.
- Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ. – М.: Статистика, 1977. – 128 с.
- Кафанов А. И., Кудряшов В. А. Морская биогеография. – М.: Наука, 2000. – 176 с.
- Кобликов В. Н. Количественная характеристика донного населения присахалинских вод Охотского моря // Количественное и качественное распределение бентоса: кормовая база бентосоядных рыб. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 4–22.
- Кобликов В. Н., Павлючков В. А., Надточий В. А. Бентос континентального шельфа Охотского моря: состав, распределение, запасы // Изв. ТИНРО. – 1990. – Т. 111. – С. 27–38.
- Лабай В. С., Мотылькова И. В., Коновалова Н. В., Немчинова И. А. и др. Краткая гидробиологическая характеристика прибрежных мелководий Охотского моря у северо-восточного Сахалина // Труды СахНИРО. – 2008. – Т. 10. – С. 3–34.

Леванидов В. Я. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. – С. 104–122.

Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России. – М.: ВНИРО, 2003. – 95 с.

Надточий В. А., Будникова Л. Л., Кобликов В. Н., Безруков Р. Г. Современные данные о составе и количественном распределении макробентоса охотоморского шельфа о. Сахалин // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 139. – С. 317–339.

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.

Скалкин В. А. Бентос зал. Терпения, его значение в питании и распределении желтоперой камбалы // Изв. ТИНРО. – 1960. – Т. 46. – С. 145–187.

Fauchald K., Jumars P. A. The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds // Oceanography and Marine Biology Annual Review. – 1979. – No. 17. – P. 193–284.

Macdonald T. A., Burd B. J., Macdonald V. I., van Roodselaar A. 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. – 2010. – No. 2874. – 63 p.