

УДК 591.524.11:621.643(265.53)

Л.С. Белан¹, Т.А. Белан², А.В. Мощенко^{1*}

¹ Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
690059, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17;

² Дальневосточный региональный научно-исследовательский
гидрометеорологический институт, 690091, г. Владивосток, ул. Фонтанная, 24

СООБЩЕСТВА МАКРОЗООБЕНТОСА В РАЙОНЕ ТРАССЫ МОРСКОГО ТРУБОПРОВОДА ЛУНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ШЕЛЬФ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА) И ИХ МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Приводятся результаты исследований сообществ макрозообентоса, полученные в течение пятилетних наблюдений (2006–2010 гг.) в районе трассы морского трубопровода на Лунском месторождении. На рассматриваемой акватории за исследуемый период в целом было зарегистрировано 257 видов донных животных, принадлежащих к 8 типам. По числу видов доминировали бокоплавы (103 вида) и многощетинковые черви (60 видов). Общая биомасса бентоса в среднем составляла $192,2 \pm 12,1$ г/м², плотность поселения — $28331,8 \pm 3055,9$ экз./м². Численно доминировали кумовые раки и бокоплавы. Основу биомассы формировали двустворчатые моллюски и кумовые раки. На основе кластер-анализа выделено шесть донных сообществ. Основными факторами, определяющими характеристики и распределение группировок бентоса, в настоящее время являются тип донных отложений и глубина моря.

Ключевые слова: макрозообентос, донные сообщества, Лунское месторождение, шельф северо-восточного Сахалина, Охотское море.

Belan L.S., Belan T.A., Moshchenko A.V. Macrozoobenthos communities along the marine pipeline route at the Lunskeye field (shelf of northeastern Sakhalin) and their long-term variability // *Izv. TINRO.* — 2014. — Vol. 176. — P. 177–188.

Results of benthos surveys conducted along the marine pipeline at the Lunskeye oil field in July of 2006–2010 are presented. The sediment samples were taken at 59 stations with the depth 0–45 m by van Veen grab (0.05 m², 0.11 m², 0.25 m²), 1–3 samples per each station, in total 375 samples. Macrozoobenthos was extracted from the sampled sediments by seawater washing through 1 mm sieve and preserved by 4 % buffered formaldehyde. Its species composition, biomass and abundance were determined according to standard techniques. Eight phyla and 257 species of macrozoobenthos are identified in the surveyed area, mainly amphipods (103 species) and polychaetes (60 species). Its mean biomass amounts to 192.2 ± 12.1 g/m², the mean distribution density — 28331.8 ± 3055.9 ind./m². Cumaceans

* Белан Людмила Сергеевна, аспирант, e-mail: belan_l@mail.ru; Белан Татьяна Алексеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: TBelan@ferhri.ru; Мощенко Александр Владимирович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: avmoshchenko@mail.ru.

Belan Lyudmila S., post-graduate student, e-mail: belan_l@mail.ru; Belan Tatyana A., Ph.D., leading researcher, e-mail: TBelan@ferhri.ru; Moshchenko Alexandr V., D.Sc., leading researcher, e-mail: avmoshchenko@mail.ru.

and amphipod crustaceans dominate by their number and bivalve molluscs and cumaceans — by their biomass. Six benthic communities are revealed by the hierarchical agglomerative method of multidimensional clustering with group-average linking of Bray-Curtis similarities, after 4th root transformation of the species biomass values (PRIMER software). Type of the bottom sediments and depth are the main factors determining characteristics and distribution patterns of the benthic assemblages.

Key words: macrozoobenthos, benthic community, Lunskeye field, Sakhalin shelf, Okhotsk Sea.

Введение

Сахалинский шельф и Охотское море в целом обладают богатейшими запасами морепродуктов, традиционно имеющих огромное значение для экономики островного края, регионов Дальнего Востока и сопредельных стран. Коренные народы, проживающие на севере Сахалина, исконно обеспечивали свое существование за счет лова рыбы и других морских биоресурсов.

Помимо живых возобновляемых ресурсов моря северо-восточный шельф острова богат и другими ресурсами — нефтью и газом. В настоящее время на континентальном шельфе о. Сахалин осуществляются наиболее широкомасштабные проекты по освоению и добыче углеводородного сырья, которые сопровождаются комплексными исследованиями морской среды и биоты. С начала нынешнего столетия и до настоящего времени компания «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» ежегодно выполняет наблюдения за состоянием сообществ бентоса в районах установки стационарных платформ и подводных трубопроводов.

Несмотря на многочисленные исследования на северо-восточном шельфе Сахалина в начале XX столетия (Бражников, 1907; Ушаков, 1948; Мокиевский, 1953; Аверинцев и др., 1982; Волова, Козьменко, 1984; Кафанов, 1984; Маркина, Чернявский, 1984; Кобликов, 1985, 1988; Дулепова, Борец, 1990) и в XXI столетии (Коновалова и др., 2003; Лабай, Печенева, 2003; Надточий и др., 2004; Мощенко и др., 2005) данные о сообществах прибрежной зоны северо-восточного Сахалина обобщены только в рукописных отчетах, лишь небольшая часть которых опубликована в открытой печати.

К настоящему времени накоплен обширный материал, собранный в прибрежной зоне Пилтун-Астохского и Лунского месторождений в рамках проекта «Сахалин-2», анализ которого позволит получить детальную картину состава, распределения, разнообразия, изменчивости и других характеристик морского бентоса. Цель данной работы — изучение состава, структуры и особенностей распределения сообществ макрозообентоса непосредственно в районе трассы подводного трубопровода Лунского месторождения в 2006–2010 гг.

Материалы и методы

Отбор проб выполняли в летний период 2006–2010 гг. дночерпательным методом по фиксированной схеме станций (см. подробнее Белан и др., 2012). Станции располагались на разрезах, проходящих по изобатам 0, 1, 3, 10, 15, 20, 25, 30 и 45 м. На каждом разрезе станции размещались на линии трубопровода (CL, Central Line), а также на расстояниях 250, 500 и 1000 м по обе стороны от трубопровода (рис. 1). Согласно программе работ по три пробы бентоса отбирали в точке CL, на остальных станциях отбирали по одной пробе*. Таким образом, на каждом разрезе (глубине) было собрано по 9 дночерпательных проб, за исключением разреза 9, где на трех станциях отбирали по одной пробе. В целом ежегодно отбирали по 75 проб в интервале глубин 0–45 м. Всего отобрано и проанализировано 375 проб.

* Отчет ДВНИГМИ. Результаты экологического мониторинга трассы морских трубопроводов на Лунском месторождении и в заливе Анива на этапе после завершения строительства в 2006 г. Владивосток: ДВНИГМИ, 2006. 78 с.

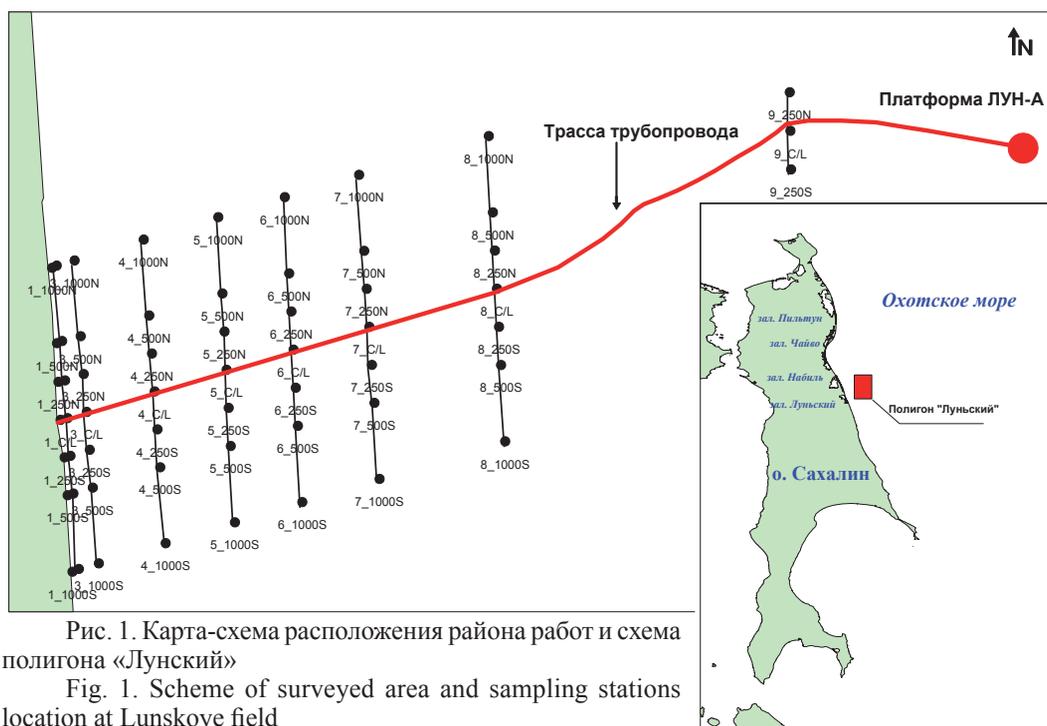


Рис. 1. Карта-схема расположения района работ и схема полигона «Лунский»

Fig. 1. Scheme of surveyed area and sampling stations location at Lunskeye field

Грунт промывали через сито с ячейей 1 мм, организмы макробентоса фиксировали 4 %-ным буферным раствором формальдегида*. Для разграничения сообществ использовали кластер-анализ. Построение дендрограммы осуществлялось по методу средней связи**. Кластеры с уровнем сходства не менее 30–40 % относили к одному сообществу. Под термином сообщество, синонимом которого выступал термин группировка, подразумевали совокупность донных животных второго и третьего трофического уровней, населяющих определенный биотоп, которая характеризуется определенными количественными соотношениями между видами. Название сообществу присваивали по доминирующему по биомассе виду (Пропп, 1971; Нейман, 1988). Для анализа и интерпретации биологических данных использовался пакет прикладных программ PRIMER.

Результаты и их обсуждение

Донные отложения в рассматриваемом районе Лунского месторождения в 2006–2010 гг. отличались заметным разнообразием и были представлены мелко-, средне-, крупнозернистыми и гравийными песками, а также гравийными грунтами разной крупности. Распределение грунтов в районе работ характеризуется мозаичным типом, что особенно выражено на глубине 3,5 м и менее (разрезы 1–3), где пятна песков и гравия различной крупности сменяют друг друга без определенной закономерности. Основную часть поверхности дна глубже 5 м занимают мелкозернистые пески, в которые вкраплены пятна среднезернистых песков и гравия разной степени крупности. Наибольшее заиление донных отложений отмечено на глубине 25–30 м, где заметно возрастает доля алевропелитов. В целом исследуемый район является обычным для северо-восточного

* Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 239 с.; Recommended protocols for sampling and analyzing subtidal benthic macroinvertebrate assemblages in Puget Sound. Seattle: US EPA, 1987. Contract № 68-01-6938. 30 p.; Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part II. Biological Assessment of Marine Pollution with Particular Reference to Benthos: FAO Fisheries Technical Paper. 1992. № 324. 49 p.

** UNEP. Statistical Analysis and Interpretation of Marine Community Data. UNEP Reference Methods for Marine Pollution Studies, 1995. № 64. 75 p.

шельфа о. Сахалин по гранулометрическому составу и типам донных отложений. Гравийные и песчаные осадки разной крупности, а также низкое содержание алевропелитовых фракций являются следствием высокой гидродинамической активности*.

На исследуемой акватории было идентифицировано 257 видов придонной макрофауны. По числу видов доминировали бокоплавыв — 103 вида (40 %) и многощетинковые черви — 60 видов (23 %). В группе двустворчатых моллюсков идентифицировано 27 видов (11 %), брюхоногих моллюсков — 15 видов (6 %), кумовых раков — 12 видов (5 %), актиний — 9 видов (4 %). Остальные группы включали по одному-семь видов. Самой высокой частотой встречаемости и обилием характеризовались четыре группы — бокоплавыв, многощетинковые черви, кумовые раки и двустворчатые моллюски (табл. 1).

Таблица 1

Состав и количественные характеристики макрозообентоса в сублиторальной зоне Лунского месторождения в летний период 2006–2010 гг.

Table 1

Species composition and quantitative parameters of macrozoobenthos in subtidal zone of Lunskeye field in summer 2006–2010

Группа	Частота встречаемости, %	Биомасса, г/м ²	Плотность поселения, экз./м ²
Amphipoda	81,9–98,4	11,8 ± 1,1	1191,7 ± 226,2
Polychaeta	66,7–84,2	5,9 ± 0,6	53,6 ± 8,3
Cumacea	60,0–84,7	42,0 ± 4,1	27021,9 ± 3054,4
Bivalvia	51,4–78,9	112,1 ± 10,2	18,9 ± 1,9
Mysidacea	22,2–45,8	1,1 ± 0,2	24,3 ± 4,2
Gastropoda	17,3–25,4	2,9 ± 0,4	1,4 ± 0,2
Isopoda	16,9–28,1	2,0 ± 0,5	1,9 ± 0,3
Echinoidea	13,9–33,3	7,3 ± 2,0	6,9 ± 1,3
Actiniaria	12,0–17,5	5,3 ± 1,5	7,1 ± 2,0
Nemertea	6,8–12,0	0,4 ± 0,2	0,6 ± 0,1
Decapoda	2,8–9,5	1,2 ± 0,5	0,2 ± 0,1
Cirripedia	1,8–4,0	0,10 ± 0,04	1,7 ± 0,9
Ophiuroidea	1,8	0,001 ± 0,001	0,02 ± 0,02
Bryozoa	1,7	0,2 ± 0,2	–
Phoronida	1,7	0,002 ± 0,002	–
Tunicata	1,7	0,001 ± 0,001	0,02 ± 0,02
Pantopoda	1,6	0,0001 ± 0,0001	0,03 ± 0,03
Ascidia	1,4–22,0	0,2 ± 0,1	1,2 ± 0,4
Hydroidea	1,4	0,03 ± 0,03	–
Hirudinea	1,3–3,4	0,01 ± 0,01	0,10 ± 0,04
Annelida	1,3–1,6	0,004 ± 0,003	0,03 ± 0,02
Всего	–	192,2 ± 12,1	28331,8 ± 3055,9

Примечание. Для биомассы и плотности поселения приведены средние значения ± стандартная ошибка.

Анализ частоты встречаемости всех видов показал, что основная часть видов (217) встречается редко ($P \leq 9\%$). Только 40 видов (16 % общего числа) имели частоту встречаемости более 10 %. Это кумовый рак *Diastylis bidentata*, изопода *Synidotea cinerea*, мизиды *Archaeomysis grebnitzkii*, плоский морской еж *Echinarachnius parma*, четыре вида двустворчатых моллюсков: *Siliqua alta*, *Megangulus luteus*, *Mactromeris polynuma*, *Serripes groenlandicus*, а также 22 вида бокоплавыв и 10 видов полихет.

Величина общей биомассы бентоса на исследуемой акватории в 2006–2010 гг. изменялась в пределах от 143,5 г/м² (2006 г.) до 225,3 г/м² (2010 г.), в среднем составляя 192,2 ± 12,1 г/м² (рис. 2). Плотность поселения варьировала от 82673,8 экз./м² (2008 г.) до 10673,7 экз./м² (2010 г.) при среднем значении 28331,8 ± 3055,9 экз./м². Число видов изменялось от 106 до 137 при среднем значении 124 вида, общее число обнаруженных видов на акватории Лунского месторождения в 2006–2010 гг. составило 257 (рис. 2).

* Отчет ДВНИГМИ. 2006.

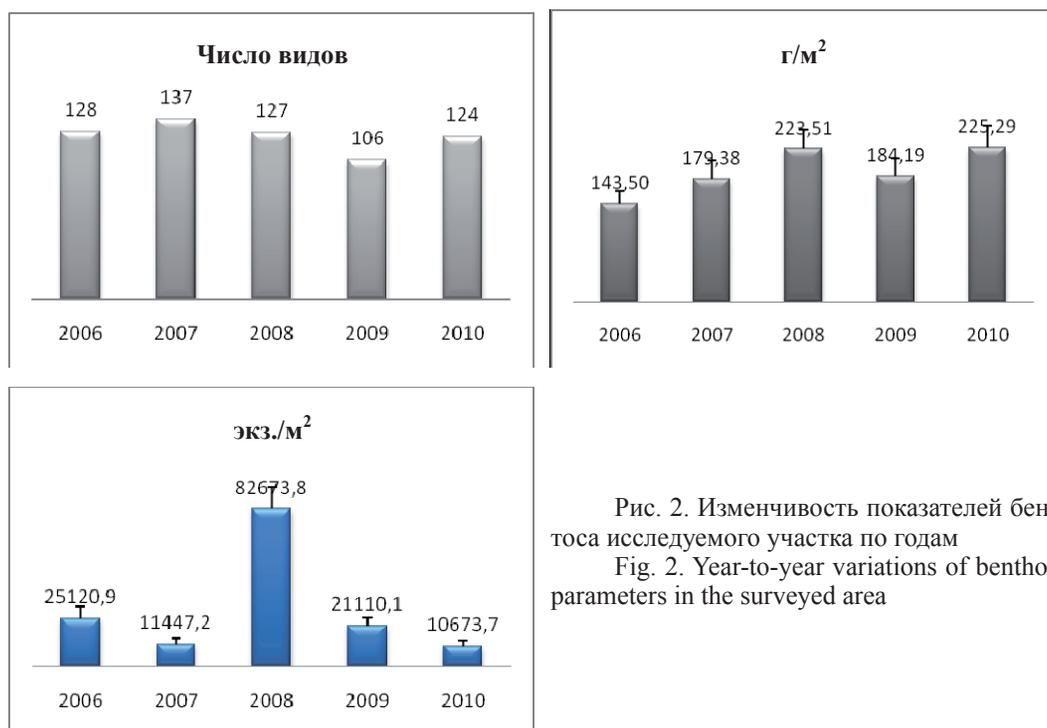


Рис. 2. Изменчивость показателей бентоса исследуемого участка по годам

Fig. 2. Year-to-year variations of benthos parameters in the surveyed area

Как показали наблюдения, в течение всего периода работ главными фаунистическими группами бентоса в исследуемом районе были: Actiniaria, Amphipoda, Cumacea, Bivalvia, Echinoidea, Gastropoda и Polychaeta, имеющие высокие значения биомассы, плотности поселения и частоты встречаемости.

Соотношение биомасс групп бентоса для акватории трубопровода за период 2006–2010 гг. представлено на рис. 3. Видно, что основную долю бентоса составляли двустворчатые моллюски и кумовые раки. Также практически не изменялась и оставалась небольшой доля актиний (2–3 %), полихет (3–5 %), плоских морских ежей (2–5 %), брюхоногих моллюсков (1–2 %) и амфипод (4–6 %).

Таким образом, в рассматриваемый период наблюдений соотношение фаунистических групп заметно не изменилось: основной вклад в формирование биомассы бентоса вносят двустворчатые моллюски и кумовые раки.

На рис. 4 представлен результат кластер-анализа, который позволил выделить для каждого года за рассматриваемый период несколько донных сообществ. Всего за период 2006–2010 гг. выделено 28 донных группировок. Состав и распределение донных сообществ в 2006 г. подробно рассмотрены ранее (см. подробнее Белан и др., 2012). Для каждого вида всех группировок были рассчитаны средние величины биомассы, плотности поселения, и построена результирующая дендрограмма за 2006–2010 гг.

Результаты показывают, что в исследуемый период 2006–2010 гг. на рассматриваемой акватории выделяются шесть стабильных донных группировок, которые полагаются главным образом в зависимости от глубины места.

Так, первый кластер объединяет станции разрезов 6, 7 и 8. Здесь на глубине 20–30 м на мелкозернистых песках и гравийных грунтах расположено сообщество кумовых раков (табл. 2). Суммарная биомасса сообщества составила в среднем $85,9 \pm 13,0$ г/м², ее основу (50,2 %) формирует кумовый рак *Diastylis bidentata*. Общая плотность поселения сообщества составляет $9729,1 \pm 4185,1$ экз./м², численно лидирует *D. bidentata*, составляя 89,6 % всей плотности поселения (табл. 3). Всего в сообществе зарегистрировано 58 видов, из которых пять характеризуются наиболее высокой встречаемостью ($P \geq 50$ %): бокоплав *Anonyx lilljeborgi*, *Ischyrocerus anguipes*, *Ischyrocerus* sp., *Orchomenella pinguis*, кумовый рак *D. bidentata* (табл. 3).

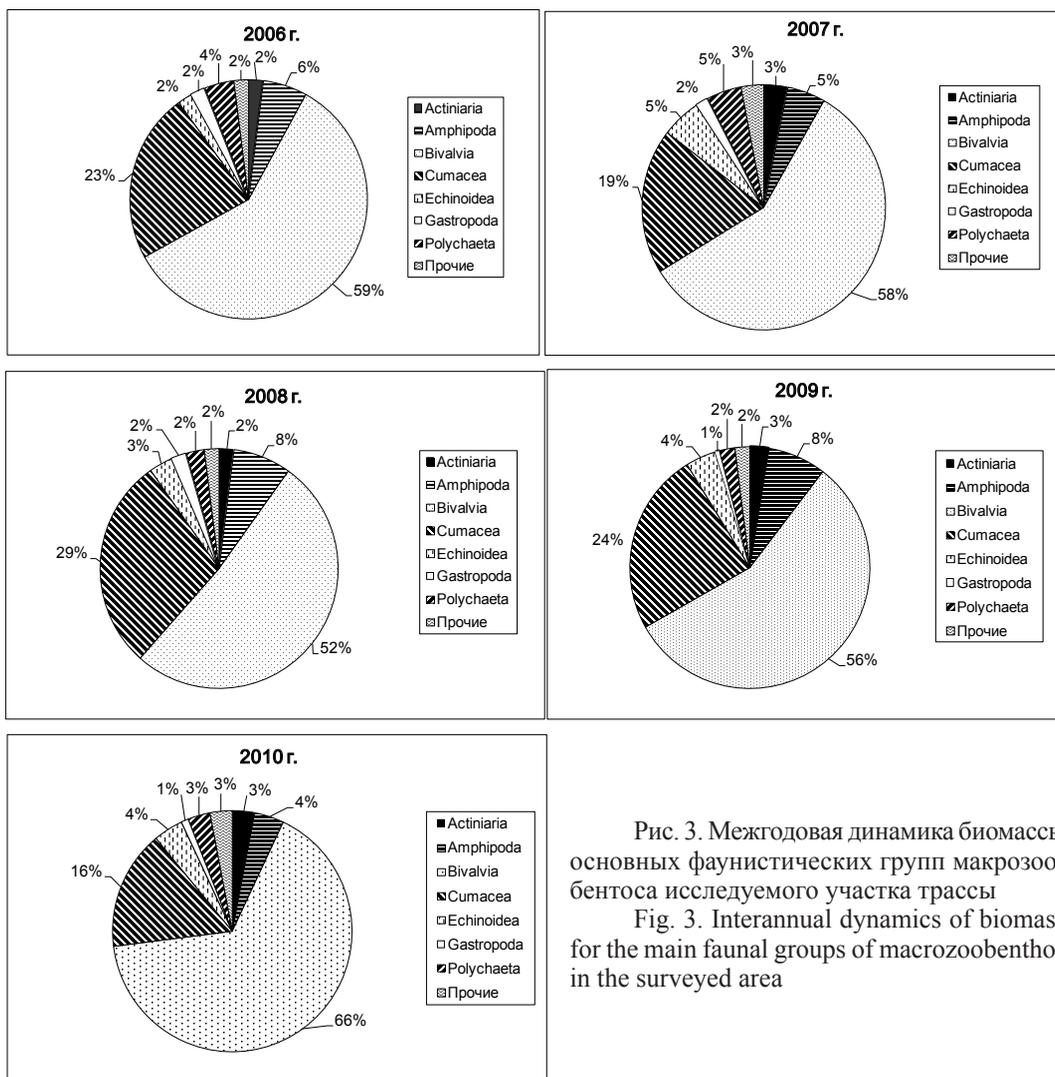


Рис. 3. Межгодная динамика биомассы основных фаунистических групп макрозообентоса исследуемого участка трассы

Fig. 3. Interannual dynamics of biomass for the main faunal groups of macrozoobenthos in the surveyed area

Таблица 2
Состав и структура группировок макрозообентоса в районе Лунского участка трассы летом 2006–2010 гг.

Table 2
Species composition and structure of macrozoobenthos communities at the pipeline route at Lunskeye field in summer 2006–2010

Группа	Биомасса		Численность, экз./м ²
	г/м ²	%	
I. Группировка кумовых раков, глубина 20–30 м			
Actiniaria	1,0	1,2	10,0
Amphipoda	10,9	12,7	744,1
Ascidia	2,4	2,8	12,7
Bivalvia	15,9	18,5	13,2
Cumacea	43,2	50,2	8720,5
Decapoda	1,1	1,3	0,5
Echinoidea	0,1	0,1	0,5
Gastropoda	0,4	0,5	0,9
Isopoda	5,3	6,2	0,9
Mysidacea	0,03	0,03	1,4
Nemertea	0,02	0,02	0,5
Polychaeta	5,6	6,5	224,1
Всего	85,9	100	9729,1

Продолжение табл. 2
Table 2 continued

Группа	Биомасса		Численность, экз./м ²
	г/м ²	%	
II. Группировка двустворчатых моллюсков, глубина 10–20 м			
Amphipoda	12,6	5,3	355,4
Annelida	0,003	< 1,0	0,05
Ascidia	0,04	< 1,0	0,1
Bivalvia	207,4	87,6	43,9
Bryozoa	0,6	< 1,0	–
Cirripedia	0,1	< 1,0	2,7
Cumacea	0,5	< 1,0	265,5
Decapoda	2,2	< 1,0	0,4
Echinoidea	1,9	< 1,0	0,4
Gastropoda	1,8	< 1,0	0,8
Hirudinea	0,02	< 1,0	0,2
Isopoda	1,8	< 1,0	4,6
Mysidacea	0,3	< 1,0	6,4
Nemertea	0,8	< 1,0	0,3
Polychaeta	6,8	2,9	59,6
Всего	236,8	100	740,3
III. Группировка двустворчатых моллюсков и кумовых, глубина 15–30 м			
Actiniaria	2,3	< 1,0	3,9
Amphipoda	14,9	5,7	1711,9
Annelida	0,01	< 1,0	0,1
Ascidia	0,3	< 1,0	2,1
Bivalvia	115,4	44,2	13,4
Cumacea	95,1	36,4	73630,9
Decapoda	0,03	< 1,0	0,1
Echinoidea	14,9	5,7	15,9
Gastropoda	5,7	2,2	2,7
Hydroidea	0,07	1,0	–
Isopoda	3,9	1,5	1,6
Mysidacea	0,1	< 1,0	3,9
Nemertea	0,5	< 1,0	1,0
Phoronida	0,005	< 1,0	–
Polychaeta	7,9	3,0	70,8
Tunicata	0,002	< 1,0	0,1
Всего	261,0	100	75458,8
IV. Группировка двустворчатых моллюсков и актиний, глубина 45 м			
Actiniaria	93,4	31,2	112,3
Amphipoda	1,7	0,6	172,7
Bivalvia	143,4	47,9	18,7
Cirripedia	0,7	< 1,0	11,7
Cumacea	33,1	11,0	5496,7
Decapoda	9,2	3,1	1,0
Echinoidea	0,003	< 1,0	0,3
Gastropoda	3,9	1,3	3,0
Nemertea	0,2	< 1,0	1,7
Ophiura	0,01	< 1,0	0,3
Polychaeta	13,9	4,6	51,7
Всего	299,6	100	5870,0
V. Группировка амфипод и мизид, глубина 0–3 м			
Amphipoda	12,3	63,0	2859,8
Ascidia	0,04	< 1,0	0,2
Bivalvia	0,14	< 1,0	0,2
Cumacea	0,1	< 1,0	22,9
Echinoidea	0,001	< 1,0	0,4

Группа	Биомасса		Численность, экз./м ²
	г/м ²	%	
Hirudinea	0,02	< 1,0	0,2
Isopoda	0,11	< 1,0	0,6
Mysidacea	5,62	28,7	125,7
Nemertea	0,002	< 1,0	0,2
Pantopoda	0,001	< 1,0	0,2
Polychaeta	1,21	6,2	10,9
Всего	19,6	100	3021,1
VI. Группировка амфипод, глубина 0–1 м			
Amphipoda	6,26	94,0	160,7
Cumacea	0,25	3,8	51,0
Mysidacea	0,14	2,2	2,8
Всего	6,70	100	214,5

Таблица 3

Перечень наиболее значимых видов ($P \geq 50\%$) и показатели их обилия в сообществах в 2006–2010 гг.

Table 3

List of the most significant species of benthic communities and changes of their abundance in 2006–2010

Вид	Группа	P, %	B, г/м ²	A, экз./м ²
I. Группировка кумовых раков, глубина 20–30 м				
<i>Anonyx lilljeborgi</i>	Amphipoda	90,91	3,0 ± 2,1	46,4 ± 28,6
<i>Ischyrocerus anguipes</i>	Amphipoda	54,55	0,6 ± 0,3	65,0 ± 32,7
<i>Ischyrocerus</i> sp.	Amphipoda	63,64	3,1 ± 1,6	341,4 ± 176,6
<i>Orchomenella pinguis</i>	Amphipoda	72,73	0,5 ± 0,2	107,7 ± 38,1
<i>Diastylis bidentata</i>	Cumacea	100	43,1 ± 11,7	8720,5 ± 4316,2
II. Группировка двустворчатых моллюсков, глубина 10–20 м				
<i>Anonyx nugax pacificus</i>	Amphipoda	63,7	8,0 ± 1,2	8,7 ± 1,1
<i>Eohaustorius eous eous</i>	Amphipoda	98,9	0,8 ± 0,1	188,8 ± 16,6
<i>Grandifoxus longirostris</i>	Amphipoda	93,4	0,20 ± 0,02	35,4 ± 2,4
<i>Westwoodilla</i> sp.	Amphipoda	72,5	0,10 ± 0,01	16,2 ± 2,3
<i>Megangulus luteus</i>	Bivalvia	64,8	94,7 ± 13,1	13,5 ± 1,8
<i>Siliqua alta</i>	Bivalvia	73,6	58,1 ± 7,9	22,3 ± 4,4
<i>Diastylis bidentata</i>	Cumacea	65,9	0,4 ± 0,1	259,8 ± 85,8
<i>Chaetozone setosa</i>	Polychaeta	59,3	0,10 ± 0,02	16,0 ± 2,3
<i>Glycinder armigera</i>	Polychaeta	64,8	0,20 ± 0,02	7,5 ± 0,8
III. Группировка двустворчатых моллюсков и кумовых, глубина 15–30 м				
<i>Anonyx lilljeborgi</i>	Amphipoda	77,3	7,2 ± 1,7	166,5 ± 34,6
<i>Eohaustorius eous eous</i>	Amphipoda	80,9	0,20 ± 0,03	87,6 ± 12,8
<i>Grandifoxus longirostris</i>	Amphipoda	78,2	0,10 ± 0,01	23,0 ± 2,1
<i>Ischyrocerus commensalis</i>	Amphipoda	56,4	1,2 ± 0,3	879,0 ± 334,0
<i>Pleusymtes uncigera</i>	Amphipoda	57,3	0,2 ± 0,1	114,4 ± 29,5
<i>Diastylis bidentata</i>	Cumacea	100	95,0 ± 7,9	73618,4 ± 6993,7
<i>Glycera capitata</i>	Polychaeta	60,9	0,3 ± 0,1	18,9 ± 4,2
IV. Группировка двустворчатых моллюсков и актиний, глубина 45 м				
<i>Epiactis arctica</i>	Actiniaria	86,7	60,3 ± 6,2	27,7 ± 8,3
<i>Halcampoides purpurea</i>	Actiniaria	93,3	26,6 ± 1,9	49,0 ± 13,8
<i>Anonyx lilljeborgi</i>	Amphipoda	53,3	0,10 ± 0,02	9,0 ± 3,5
<i>Psammonyx kurilicus</i>	Amphipoda	53,3	0,30 ± 0,04	17,7 ± 10,6
<i>Diastylis bidentata</i>	Cumacea	100	33,1 ± 4,8	5495,7 ± 3142,4
<i>Glycera capitata</i>	Polychaeta	53,3	0,10 ± 0,01	7,3 ± 2,5
<i>Nephtys caeca</i>	Polychaeta	53,3	5,7 ± 0,6	4,3 ± 1,3
<i>Scoloplos armiger</i>	Polychaeta	53,3	0,20 ± 0,02	6,0 ± 2,2

Вид	Группа	P, %	B, г/м ²	A, экз./м ²
V. Группировка амфипод и мизид, глубина 0–3 м				
<i>Anisogammarus pugettensis</i>	Amphipoda	51,9	6,5 ± 4,8	1969,2 ± 1100,0
<i>Eogammarus schmidti</i>	Amphipoda	65,4	2,9 ± 0,9	139,3 ± 63,1
<i>Eohaustorius eous eous</i>	Amphipoda	51,9	0,9 ± 0,2	74,5 ± 16,1
<i>Archaeomysis grebnitzkii</i>	Mysidacea	80,8	5,6 ± 0,9	125,5 ± 21,0
VI. Группировка амфипод, глубина 0–1 м				
<i>Eogammarus schmidti</i>	Amphipoda	62,1	6,3 ± 1,5	159,3 ± 40,8
<i>Diastylis bidentata</i>	Cumacea	62,1	0,3 ± 0,1	51,0 ± 16,2

Примечание. P — коэффициент встречаемости; B — общая биомасса; A — общая плотность поселения. Приведены средние значения ± стандартная ошибка.

На глубине 10–20 м (разрезы 4, 5, 6) на мелкозернистых песках расположена группировка двустворчатых моллюсков, доля которых составляет 87,6 % всей биомассы. Суммарная биомасса сообщества составляет 236,8 ± 24,0 г/м², плотность поселения — 740,3 ± 88,6 экз./м² (табл. 2). В сообществе численно лидируют амфиподы и кумовые (48,0 и 35,9 % всей плотности поселения), доля моллюсков в общей плотности составляет всего 5,9 % (табл. 2). В сообществе идентифицировано 136 видов, из которых 9 видов имеют частоту встречаемости ≥ 50 % (табл. 3).

По биомассе преобладают два вида моллюсков — *Siliqua alta* (24,5 % суммарной биомассы сообщества) и *Megangulus luteus* (40,0 %). Доминирующим по численности выступает *D. bidentata* — 35,5 % и бокоплав *Eohaustorius eous eous*, доля которого 25,0 % (табл. 3).

Самое крупное сообщество расположено в интервале глубин 15–30 м (разрезы 5, 6, 7, 8) на участке дна с преобладанием мелкозернистых песков и гравийных грунтов. Группировка представлена двустворчатыми моллюсками (44,2 % биомассы) и кумовыми раками (36,4 %). Общая биомасса сообщества — 261,0 ± 18,8 г/м², плотность поселения достигает 75458,8 ± 6934,1 экз./м² (см. табл. 2). В сообществе идентифицированы 176 видов, из них 7 видов встречаются наиболее часто (табл. 3).

Сообщество двустворчатых моллюсков и актиний расположено на глубине 45 м на участке с мелко- и крупнозернистыми песками с примесью гравия. Группировка представлена в основном двустворчатыми моллюсками (47,9 % общей биомассы) и актиниями (31,2 %). *D. bidentata* доминирует по численности (93,6 %). Общая биомасса сообщества составляет 299,6 ± 20,8 г/м², общая плотность поселений достигает 5870,0 ± 3125,4 экз./м² (см. табл. 2). В сообществе зарегистрировано 110 видов, из них 2 вида актиний *Epiactis arctica*, *Halcampoides purpurea* и кумовый рак *D. bidentata* встречаются наиболее часто (табл. 3).

На крупно-, мелкозернистых песках и гравийных грунтах с примесью песчаных алевритов и миктитов в интервале глубины 0–3 м расположена группировка амфипод. Биомасса группировки невелика — 19,6 ± 5,0 г/м², плотность поселений составляет 3021,1 ± 1127,0 экз./м². Доля бокоплавов очень значительна — 62,9 и 94,7 % всей биомассы и плотности поселения (см. табл. 2). В сообществе найдено 38 видов, наиболее часто встречаются мизиды *Archaeomysis grebnitzkii* и три вида бокоплавов *Eogammarus schmidti*, *Anisogammarus pugettensis* и *Eohaustorius eous eous* (табл. 3).

Небольшая группировка с минимальной биомассой 6,7 ± 1,5 г/м² выделяется на глубине 0–1 м на участке с преобладанием мелкозернистых песков. Это сообщество с доминирующим видом бокоплавов *Eogammarus schmidti* (93,9 и 74,3 % биомассы и плотности поселения группировки), в данном сообществе зарегистрировано 5 видов, из которых два характеризуются наиболее высокой встречаемостью (P ≥ 50 %): бокоплав *Eogammarus schmidti* и кумовый рак *D. bidentata* (табл. 3).

По существующим данным на шельфе восточного и северо-восточного Сахалина количественные показатели бентоса варьируют в широких пределах и определяются в основном неравномерностью распределения трех основных массовых групп донного населения — иглокожих, двустворчатых моллюсков и многощетинковых червей. Наи-

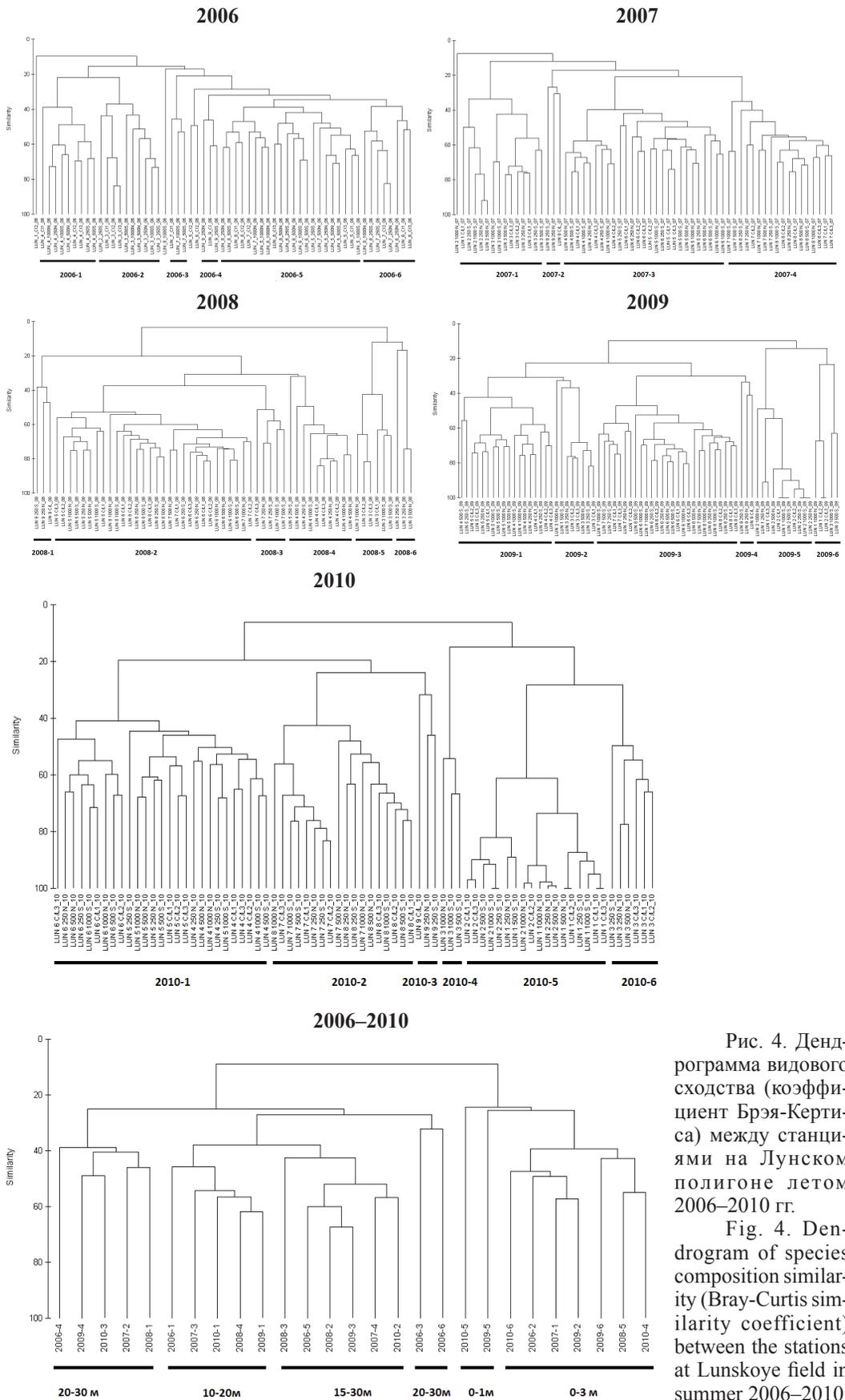


Рис. 4. Дендрограмма видового сходства (коэффициент Брэя-Кертигса) между станциями на Лунском полигоне летом 2006–2010 гг.
 Fig. 4. Dendrogram of species composition similarity (Bray-Curtis similarity coefficient) between the stations at Lunskeye field in summer 2006–2010

большую биомассу имеют морские ежи, двустворчатые моллюски и полихеты (Кобликов, 1985, 1988; Tkalin, Belan, 1993; Лабай, Печенева, 2003; Надточий и др., 2004).

Примерно на широте 51°30' с.ш. проходит граница, где происходит смена одних биоценозов другими (Аверинцев и др., 1982). На мелководье это связано с опресняющим влиянием большого количества лагун и заливов севернее этой широты, а на глубине — с подпором вод с постоянной отрицательной температурой. С севера к этой границе на изобатах 15–120 м примыкает широкобореальная ассоциация плоского морского ежа *Echinarrhnius parma*, занимающая у восточного Сахалина площадь около 13 тыс. км², т.е. около 40 % площади шельфа. Группировка приурочена к мелким песчаным грунтам и заиленным пескам, где сильны придонные течения (Кобликов, 1985). На отдельных станциях общая биомасса может составлять более 1 000 г/м², а доля ежа достигает 50–90 % суммарной биомассы (Tkalin, Belan, 1993; Лабай, Печенева, 2003; Надточий и др., 2004). По мере снижения скорости течения к югу вдоль шельфа и увеличения заиленности грунтов плоского морского ежа заменяют полихеты, амфиподы, а также двустворчатые моллюски, которые особенно обильны на мелкозернистых отложениях юго-восточного шельфа при почти полном отсутствии здесь плоского морского ежа (Кобликов, 1985).

Заключение

Таким образом, материалы 2006–2010 гг. хорошо согласуются с ранее полученными данными. В рассматриваемом районе Лунского месторождения в 2006–2010 гг. преобладали группировки с доминирующими видами ракообразных, двустворчатых моллюсков, актиний. На мелководье, на глубине до 3 м это группировка мизиды *A. grebnitzkii* и бокоплава *Eogammarus hirsutimanus*, которую глубже 10 м сменяло сообщество двустворчатых моллюсков *S. alta*, *M. luteus*, кумового рака *D. bidentata*. В наиболее глубокой части района исследований (45 м) располагалась группировка кумовых раков, моллюсков и актиний. Это сообщество ряд авторов (Аверинцев и др., 1982; Кобликов, 1985) рассматривали как группировку *Serripes groenlandicus* + *D. bidentata*, однако в наших сборах моллюск *Serripes groenlandicus* встречался эпизодически и не входил в состав доминирующих и субдоминирующих видов сообществ ввиду его небольшой доли в общей биомассе.

Обобщая вышеизложенное, можно выделить несколько основных закономерностей, характерных для донных сообществ исследованной акватории Лунского месторождения. Донные сообщества сублиторали характеризуются следующими чертами:

— невысокой общей биомассой ($192,2 \pm 12,1$ г/м²) и значительной плотностью поселения ($28331,8 \pm 3055,9$ экз./м²);

— преобладанием ракообразных, многощетинковых червей и двустворчатых моллюсков в формировании биомассы и плотности поселений сообществ. Основа плотности поселений формируется благодаря скоплениям одного вида кумовых раков *D. bidentata*, основа биомассы создается двустворчатыми моллюсками, в основном двумя видами — *S. alta* и *M. luteus*, соотношение фаунистических групп за исследуемый период заметно не изменялось;

— в исследуемый период 2006–2010 гг. на рассматриваемой акватории выделяются шесть стабильных донных группировок;

— распределение сообществ на исследуемом участке Сахалина является поясным, зависит от типа донных отложений и глубины.

Сообщества литорали Лунского залива достаточно обеднены, а бентос литорали представлен преимущественно бокоплавами.

Авторы благодарят компанию «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» за организацию исследований и за предоставленные для анализа первичные материалы, сотрудников, участвовавших в сборе и обработке проб, а также специалистов ДВНИГМИ и ИБМ ДВО РАН за помощь в определении видового состава бентоса. Особую благодарность авторы выражают научному сотруднику ООЭМ ДВНИГМИ

Б.М. Борисову за определение ракообразных и неоценимую помощь при анализе многолетних данных методом классификации.

Список литературы

Аверинцев В.Г., Сиренко Б.И., Шереметевский А.М. и др. Закономерности распределения жизни на шельфе Восточного Сахалина, о. Ионы и северо-западной части Охотского моря // Фауна и гидробиология шельфовых зон Тихого океана. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1982. — С. 9–14.

Белан Л.С., Белан Т.А., Борисов Б.М. и др. Сообщества макрозообентоса в районе трассы морского трубопровода Луньского месторождения (шельф северо-восточного Сахалина) // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 171. — С. 175–185.

Бражников В.К. Материалы по фауне русских восточных морей, собранные на шхуне «Сторож» в 1899–1902 гг. // Зап. Имп. Акад. наук. Сер. 8. — 1907. — Т. 20, № 6. — С. 1–185.

Волова Г.Н., Козьменко В.Б. Бентос лагуны Чайво (о. Сахалин) // Фауна и экология морских организмов. — Владивосток : ДВГУ, 1984. — С. 125–136. Деп. в ВИНТИ № 3651-84.

Дулупова Е.П., Борец Л.А. Состав, трофическая структура и продуктивность донных сообществ на шельфе Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 1990. — Т. 111. — С. 39–49.

Кафанов А.И. Бентос лагун северо-восточного Сахалина // Итоги исследований по вопросам рационального использования и охраны биологических ресурсов Сахалина и Курильских островов : тез. докл. 2-й науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск, 1984. — С. 147–150.

Кобликов В.Н. Качественная и количественная характеристика макробентоса шельфа и верхней части склона охотского побережья острова Сахалин : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1985. — 30 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.

Коновалова Т.В., Белан Т.А., Христофорова Н.К. Количественные изменения бентоса на начальном этапе освоения Пильгун-Астохского нефтегазового месторождения (северо-восточный шельф Сахалина) // Электронный журнал «Исследовано в России». — 2003. — С. 10.

Лабай В.С., Печенева Н.В. Макрозообентос и распределение его трофических группировок на шельфе северо-восточного Сахалина // Тр. ДВНИГМИ. — 2003. — С. 163–174.

Маркина Н.П., Чернявский В.И. Количественное распределение планктона и бентоса в Охотском море // Изв. ТИНРО. — 1984. — Т. 106. — С. 109–119.

Мокиевский О.Б. К фауне литорали Охотского моря // Тр. ИОАН СССР. — 1953. — Т. 7. — С. 167–197.

Мощенко А.В., Коновалова Т.В., Белан Т.А., Христофорова Н.К. Изменение биотических условий и вариации распределения бентоса вблизи платформы Моликпак (шельф северо-восточного Сахалина) // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 142. — С. 223–245.

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

Нейман А.А. Количественное распределение и трофическая структура бентоса шельфов Мирового океана : монография. — М. : ВНИРО, 1988. — 102 с.

Пропп М.В. Экология прибрежных донных сообществ Мурманского побережья Баренцева моря : монография. — Л. : Наука, 1971. — 132 с.

Ушаков П.В. Фауна беспозвоночных Амурского лимана и соседних опресненных участков Сахалинского залива // Памяти акад. С.А. Зернова. — М. ; Л. : АН СССР, 1948. — С. 176–191.

Tkalin A.V., Belan T.A. Background ecological conditions of the NE Sakhalin Island shelf // Ocean Research. — 1993. — Vol. 15. — P. 169–176.

Поступила в редакцию 24.10.14 г.