Известия ТИНРО

2017 **Том 190**

УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК 574.587(265.54)

В.А. Надточий, Н.В. Колпаков*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

СОСТАВ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РЕСУРСЫ МАКРОБЕНТОСА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО В 2011 Г.

По материалам дночерпательной съемки 2011 г. (233 станции, 400 проб) приведены данные по составу, распределению и ресурсам макробентоса в зал. Петра Великого. Средняя общая биомасса макробентоса составила 241,8 ± 21,1 г/м^2, что практически совпадает с данными 2003 г. (265,4 ± 25,1 г/м^2). В 2003 г. основными группами, формировавшими более 80 % общей биомассы макробентоса в заливе, были двустворчатые моллюски (37,5 %), полихеты (15,8 %), голотурии (12,1 %), усоногие раки (8,0 %) и эхиуриды (7,3 %). В 2011 г. это были двустворчатые моллюски (34,0 %), полихеты (23,0 %), форониды (7,1 %) и усоногие раки (7,1 %). Доля представителей еще 11 групп (актинии, немертины, эхиуриды, амфиподы, брюхоногие моллюски, морские звезды, офиуры, морские ежи, голотурии, асцидии, а также водоросли) составляла 1,1–3,5 %. В Амурском заливе от 2003 к 2011 г. средняя общая биомасса, состав доминирующих групп и их соотношение остались неизменными, за исключением некоторого уменьшения доли двустворчатых моллюсков и увеличения доли полихет. В Уссурийском заливе средняя общая биомасса и состав доминирующих групп остались неизменными, однако значительно уменьшилась доля голотурий, в 2 раза уменьшилась доля эхиурид, а биомасса форонид увеличилась более чем в 3 раза. Все это произошло на фоне некоторого уменьшения доли двустворчатых моллюсков и увеличения доли полихет. В западном районе зал. Петра Великого изменился состав и соотношение доминирующих групп при одинаковой величине средней общей биомассы бентоса в районе. Место эхиурид, которые в 2011 г. практически не были обнаружены, заняли морские ежи и асцидии. Зафиксировано почти двукратное уменьшение биомассы двустворчатых моллюсков и полуторакратное — офиур. Отмечено увеличение доли амфипод и биомассы полихет. В центральном районе по сравнению с материалами 2003 г. величина биомассы голотурий уменьшилась в 8 раз. На этом фоне произошло уменьшение и средней общей биомассы бентоса в районе в 1,7 раза, а также поменялись состав и соотношение доминирующих групп. Фораминифер в 2011 г. заменили асцидии и представители форонид. Также отмечено некоторое увеличение биомассы двустворчатых моллюсков и полихет. В восточном районе величина средней общей биомассы осталась на прежнем уровне, двустворчатые моллюски и полихеты сохранили свои позиции, а губки утратили. Отмечено почти двукратное увеличение биомассы полихет. Общие ресурсы макробентоса залива в 2011 г. оценены в 1,5 млн т, что на 340 тыс. т меньше, чем в 2003 г. Отмечено, что основными группами, формирующими ядро донных сообществ зал. Петра Великого, были и остаются двустворчатые моллюски, полихеты и усоногие раки (для Амурского залива). Они доминировали во всех выделенных районах в материалах обоих сравниваемых лет. В некоторых районах к ним добавлялись представители других групп

* *Надточий Виктор Александрович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: nva145@yandex.ru; Колпаков Николай Викторович, кандидат биологических наук, заведующий отделом, e-mail: kolpakov_nv@mail.ru.*

Nadtochy Victor A., Ph.D., head of laboratory, e-mail: nva145@yandex.ru; Kolpakov Nikolai V., Ph.D., head of department, e-mail: kolpakov_nv@mail.ru.

макробентоса, поочередно сменяя друг друга, что связано в первую очередь с их неравномерным распределением. Что касается причин значительного (на порядки) уменьшения биомассы и площадей распространения голотурий и эхиурид, которые в наших сборах были представлены *Pentamera calcigera* (90 % биомассы голотурий) и *Echiurus echiurus* (100 %), ответ, по всей видимости, нужно искать в экологии этих видов.

Ключевые слова: макробентос, зал. Петра Великого, распределение, биомасса, ресурс, межгодовые изменения.

DOI: 10.26428/1606-9919-2017-190-101-118.

Nadtochy V.A., Kolpakov N.V. Taxonomic composition, distribution and resources of macrobenthos in Peter the Great Bay in 2011 // Izv. TINRO. — 2017. — Vol. 190. — P. 101–118

Taxonomic composition, distribution and resources of the macrobenthos within the depth range of 5–230 m are considered on the materials collected by bottom sampler in the survey conducted in Peter the Great Bay in 2011 (233 stations, 400 samples). The same grid of samplings was used as in the previous survey in 2003. The data were averaged within 5 domains: Amur Bay, Ussuri Bay, the Western (westward from 131°30′ E), Central (131°30′–132°30′ E) and Eastern (eastward from 132°30′ E) areas. In general, the average total biomass of the macrobenthos in Peter the Great Bay in 2011 was 241.8 ± 21.1 g/m^2, that is almost the same as in 2003 (265.4 ± 25.1 g/m^2). The main taxonomic groups of macrobenthos were: bivalves (34.0 %), polychaetes (23.0 %), phoronids (7.1 %), and barnacles (7.1 %); these 4 groups formed 71.1 % of its total biomass and with other 11 common groups with the portions 11,0–3.5 % each (sea anemones, nemerteans, echiurans, amphipods, gastropods, sea stars, brittle stars, sea urchins, holothurians, ascidians, and algae) — 96.6 % of its total biomass. Relative to 2003, the portion of polychaetes and phoronids became larger (15.8 % and 4.33 % in 2003, respectively), and the portions of holothurians and echiurians became smaller (12.1 % and 7.3 % in 2003, respectively). The value of Shorygin-Shoener similarity index ($I_{ÇS}$) of the macrobenthos of Peter the Great Bay was 79.7 % in both 2003 and 2011. Decreasing of bivalves and increasing of polychaetes were observed in all areas of Peter the Great Bay. In the Amur Bay, the mean total biomass and ratio of the dominant groups didn't change, with exception of some decreasing of bivalves and increasing of polychaetes. In the Ussuri Bay, the mean total biomass and composition of the dominant groups did not change, too, but the portions of holothurians and echiurans decreased significantly and the portions of phoronids increased more than 3-fold. In the Western area, the place of echiurans, which in 2011 were practically not found, was occupied by sea urchins and ascidians, the biomass of brittle stars was 1.5-fold decreased, too, but amphipods became more abundant. In the Central area, the biomass of holothurians decreased in 8 times that caused the 1.7-fold decreasing of the mean total biomass of macrobenthos. In the Eastern area, the most significant changes were the sponges decreasing and almost 2-fold increase of the polychaetes biomass. The total resources of macrobenthos in Peter the Great Bay are assessed in 2011 at 1.5 million tons (340 thousand tons less than in 2003). The gross biomass of bivalve mollusks and polychaetes was estimated at 473 and 404 thousands tons, respectively, or in sum about 60 % of the total biomass of macrobenthos. Between the 2003 and 2011, the following prominent changes of the taxa gross biomass occurred: polychaetes +100 · 10^3 t, bivalves –80 · 10^3 t, echiurans –100 · 10^3 t, and holothurians –400 · 10^3 t. Anyway, the dominant taxonomic groups of Peter the Great Bay macrobenthos were constantly bivalves and polychaetes (and barnacles in the Amur Bay) and all changes in taxonomic structure or even replacing each other concerned the subdominant and minor taxa. Reasons of some changes, as significant (dozens of times) decrease in the biomass of holothurians and echiurans (mainly *Pentamera calcigera* and *Echiurus echiurus*) are still vague and possibly are related to biology of these species.

Key words: macrobenthos, Peter the Great Bay, benthos distribution, benthos biomass, marine biological resources, interannual changes.

Введение

Исследования бентосных сообществ зал. Петра Великого, а также влияния на них хозяйственной деятельности человека (промысел, загрязнение) имеют длительную историю (см. обзоры: Мощенко, Белан, 2010; Гаврилова, 2012; Надточий, Галышева, 2012а). В результате проведенных работ установлено, что пик техногенного воздействия на природные комплексы прибрежной зоны зал. Петра Великого пришелся на 1960–1980-е гг. (Петренко, 2003). Примерно в это же время — с середины 1970-х до

начала 1980-х гг. — произошла перестройка бентосных сообществ в ряде районов залива (Климова, 1971, 1974, 1976, 1981; Tkalin et al., 1993; Белан, 2001; Belan, 2003; Moshchenko, Belan, 2008). На это же время пришлась и «антропогенная» перестройка флоценотического комплекса: сокращение видового богатства, снижение роли бурых и красных водорослей на фоне увеличения роли зеленых (Гусарова, 2008). Причиной отмеченных изменений считаются заиление донных отложений, а также влияние хронического загрязнения и эвтрофирования вод (Мощенко, Белан, 2010).

В первом десятилетии XXI в. выявлена тенденция к стабилизации экологической обстановки в зал. Петра Великого в связи со снижением антропогенного воздействия в результате спада промышленного производства 1990-х гг. (Moshchenko et al., 2008; Лукьянова и др., 2012; Лукьянова, Христофорова, 2013). Выполненная в 2003 г. полномасштабная дночерпательная съемка залива показала, что существенных перестроек в структуре донных сообществ с 1930-х гг. не произошло (Надточий и др., 2005; Надточий, Галышева, 2012б), а их продукционные показатели остаются высокими (Дулепова и др., 2008).

В целом биоресурсы зал. Петра Великого в настоящее время находятся в удовлетворительном состоянии, их динамика определяется преимущественно естественными факторами, а экосистемные услуги его прибрежных вод по-прежнему весьма высоки (Седова и др., 2005; Борисовец, Седова, 2010; Головащенко, Лукьянова, 2012; Кручинин и др., 2012; Вдовин, Соломатов, 2013; Большаков, 2014; Калчугин и др., 2015). С начала 1990-х гг., по мере развития прибрежного рыболовства, ориентированного преимущественно на азиатские рынки, в заливе сформировался промысел* ряда шельфовых видов крабов, трубачей, двустворчатых моллюсков (анадара, спизула, мерценария, корбикула и др.), кукумарии, креветок и шримсов, а также морских ежей (Мокрецова, Дробязин, 2000; Бирюлина и др., 2002; Репина, 2005; Олифиренко, 2007; Борисовец, Седова, 2010; Кобликов, 2011; Кобликов, Корнейчук, 2015). Кроме того, прибрежное мелководье залива, благодаря высокой продуктивности своих вод, рассматривается как перспективный район для развития марикультуры (Гаврилова, 2012).

Интенсифицировалось в последние годы и экономическое развитие Приморья (строительство и реконструкция портов, промышленных предприятий, мостов, дорог, очистных сооружений, прокладка газовых и нефтяных трубопроводов и т.д.). При этом возможно как отрицательное, так и положительное антропогенное влияние** на состав, структуру и продукционные характеристики бентосных сообществ зал. Петра Великого. Таким образом, активная хозяйственная деятельность на акватории залива делает весьма актуальным мониторинг качественных и количественных характеристик макробентоса.

В связи с изложенным выше в настоящей статье представлены результаты дночерпательной съемки 2011 г., которые наряду с прежними данными могут стать основой для анализа происходящих изменений в бентосном населении зал. Петра Великого.

Материалы и методы

В мае-июне 2011 г. на МРТК «Янтарь» в зал. Петра Великого выполнена дночерпательная съемка в интервале глубин 5–230 м (рис. 1). Для более достоверного сравнения работы проводились по сетке станций 2003 г., а информация осреднялась по 5 районам: Амурский и Уссурийский заливы, западный (западнее 131°30′ в.д.), центральный (131°30′–132°30′ в.д.) и восточный (восточнее 132°30′ в.д.) (Климова, 1971; Надточий и др., 2005). Всего выполнено 233 станции и получено 400 количественных проб макробентоса (дночерпатель «Океан-50», 0,25 м^2). Во время съемки осуществлялись

* Ресурсы ряда объектов при отсутствии официального вылова активно осваиваются ННН-промыслом (шельфовые виды крабов, приморский гребешок, дальневосточный трепанг).

** Например, в 2012 г. введен в эксплуатацию нефтеналивной порт в бухте Козьмино (конечный пункт трубопровода «Восточная Сибирь — Тихий океан»), в 2017 г. ожидается окончание строительства системы очистных сооружений г. Владивосток, начатое в преддверии саммита АТЭС 2012 г.

визуальная оценка состава и описание грунта. В целом процедура отбора, обработки и анализа проб соответствовала российским и зарубежным методикам (Нейман, 1983; Руководство..., 1983*; Recommended protocols..., 1987**).

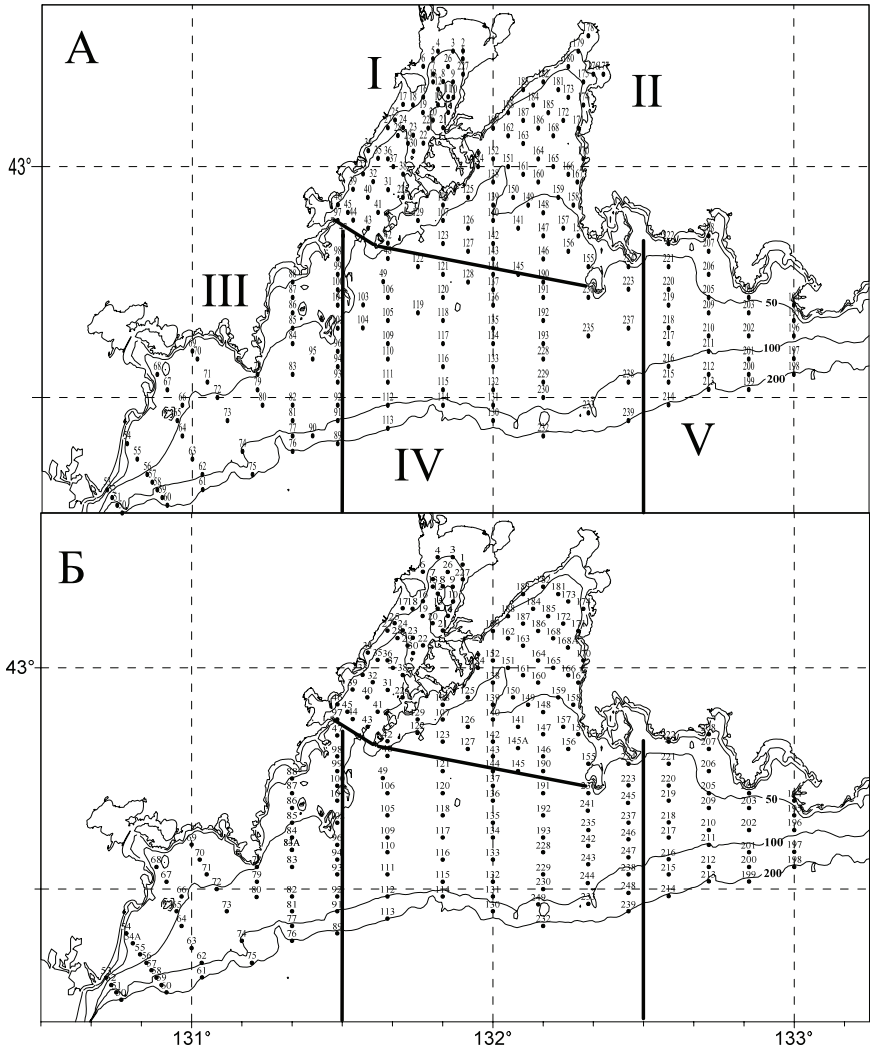

Рис. 1. Карта-схема дночерпательных съемок в зал. Петра Великого: **А** — 2003 г.; **Б** — 2011 г.; *I* — Амурский залив; *II* — Уссурийский залив; *III* — западный район; *IV* — центральный район; *V* — восточный район

Fig. 1. Scheme of bottom sampling in Peter the Great Bay: **А** — 2003; **Б** — 2011; *I* — Amur Bay; *II* — Ussuri Bay; *III* — Western area; *IV* — Central area; *V* — Eastern area

Карты распределения биомассы построены с помощью графической программы Surfer 8 методом интерполяции kriging, таблицы и вычисления сделаны в программе Excel. Расчет ресурсов макробентоса осуществлялся методом диаграмм Вороного (Препарата, Шеймос, 1989).

Результаты и их обсуждение

Обилие макробентоса и состав доминирующих групп. В пределах обследованной акватории зал. Петра Великого величина общей биомассы макробентоса

* Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 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.

изменялась от 18,5 до 2870,5 г/м². Средняя общая биомасса для всего района составила 241,8 ± 21,1 г/м² (табл. 1). Наибольшие площади дна были заняты поселениями животных с биомассой 100–500 г/м² (рис. 2). Общая биомасса бентоса в 2003 г. также имела широкие пределы колебаний — от 15,5 до 3154,4 г/м², а средняя общая биомасса была немного больше — 265,4 ± 25,1 г/м².

Таблица 1

Средняя биомасса (г/м²), доля (%) и предельные величины биомассы таксономических групп макробентоса в зал. Петра Великого

Table 1

Limits and mean values of biomass (g/m²) and percentage for taxa of macrobenthos in Peter the Great Bay

Таксон	2003 г.				2011 г.			
	г/м²	%	min	max	г/м²	%	min	max
Foraminifera	3,24 ± 1,20	1,22	0,004	194,000	1,98 ± 0,74	0,82	0,020	154,40
Spongia	2,93 ± 2,33	1,10	0,130	66,000	1,85 ± 1,09	0,77	1,300	184,00
Hydroidea	0,07 ± 0,04	0,02	0,002	542,000	+	+	0,040	0,34
Anthozoa	0,28 ± 0,17	0,10	1,100	36,180	0,03 ± 0,02	0,01	3,980	3,98
Alcyonaria	–	–	–	–	1,12 ± 0,82	0,46	4,200	183,20
Actiniaria	4,55 ± 2,43	0,90	0,034	510,000	7,97 ± 5,37	3,29	0,020	1236,00
Nemertea	1,87 ± 0,34	0,70	0,012	50,000	2,64 ± 0,41	1,09	0,040	39,52
Polychaeta	**42,01 ± 5,65**	**15,83**	**0,048**	**1282,600**	**55,61 ± 3,16**	**22,99**	**2,380**	**300,00**
Echiurida	**19,47 ± 7,49**	**7,34**	**0,200**	**1289,800**	**7,54 ± 3,30**	**3,12**	**0,320**	**648,60**
Sipunculida	0,58 ± 0,40	0,22	0,024	92,500	0,13 ± 0,04	0,05	0,020	4,74
Priapulida	1,60 ± 1,31	0,60	0,160	306,000	1,35 ± 1,12	0,56	0,080	260,00
Panthopoda	+	+	0,011	0,034	–	–	–	–
Cirripedia	**21,17 ± 10,02**	**7,98**	**0,600**	**1696,000**	**17,11 ± 8,69**	**7,07**	**0,240**	**1671,60**
Ostracoda	+	+	0,002	0,112	+	+	0,020	0,10
Cumacea	0,47 ± 0,23	0,18	0,002	57,456	0,27 ± 0,04	0,11	0,002	5,32
Isopoda	+	+	0,009	0,316	0,02 ± 0,01	0,01	0,005	1,48
Amphipoda	2,92 ± 0,53	1,10	0,002	94,080	5,39 ± 0,83	2,23	0,020	79,40
Decapoda	1,60 ± 0,34	0,60	0,002	48,900	1,03 ± 0,27	0,43	0,020	42,00
Loricata	+	+	0,080	0,480	0,02 ± 0,01	0,01	0,040	1,24
Solenogastres	0,03 ± 0,01	0,01	0,012	2,500	+	+	0,240	0,68
Gastropoda	2,04 ± 0,73	0,77	0,004	478,682	3,26 ± 0,81	1,35	0,006	124,68
Scaphopoda	+	+	0,012	0,184	–	–	–	–
Bivalvia	**99,62 ± 14,78**	**37,54**	**0,058**	**1121,200**	**82,21 ± 12,25**	**33,99**	**0,480**	**1313,40**
Bryozoa	0,02 ± 0,01	0,01	0,020	1,152	0,02 ± 0,01	0,01	0,240	1,60
Brachiopoda	+	+	0,010	0,136	–	–	–	–
Phoronidae	**11,35 ± 4,19**	**4,28**	**0,074**	**552,200**	**17,24 ± 4,72**	**7,13**	**0,005**	**545,00**
Asteroidea	3,74 ± 1,78	1,41	0,006	385,200	5,35 ± 1,45	2,21	0,280	180,32
Ophiuroidea	8,24 ± 1,36	3,10	0,002	229,600	8,57 ± 1,14	3,54	0,020	144,00
Echinoidea	3,34 ± 0,99	1,26	0,680	114,440	2,70 ± 1,66	1,11	0,080	365,72
Holothuroidea	**32,05 ± 7,65**	**12,08**	**0,054**	**884,000**	**4,57 ± 2,63**	**1,89**	**0,040**	**599,20**
Ascidia	3,33 ± 1,13	1,25	0,080	184,040	6,95 ± 2,75	2,87	0,100	476,00
Algae	0,73 ± 0,35	0,28	0,006	60,310	6,51 ± 2,84	2,69	0,002	493,28
Прочие	0,29 ± 0,07	0,11	0,010	12,700	0,43 ± 0,20	0,18	0,020	40,00
Всего	**265,39 ± 25,05**	**100**	**15,500**	**3154,350**	**241,84 ± 21,07**	**100**	**18,500**	**2870,49**

Примечание. «+» — значение менее 0,01.

По биомассе в составе макробентоса зал. Петра Великого в 2011 г. доминировали двустворчатые моллюски (34,0 %), полихеты (23,0 %), форониды (7,1 %) и усоногие раки (7,1 %) (табл. 1). Существенной (1,1–3,5 %) также была доля представителей

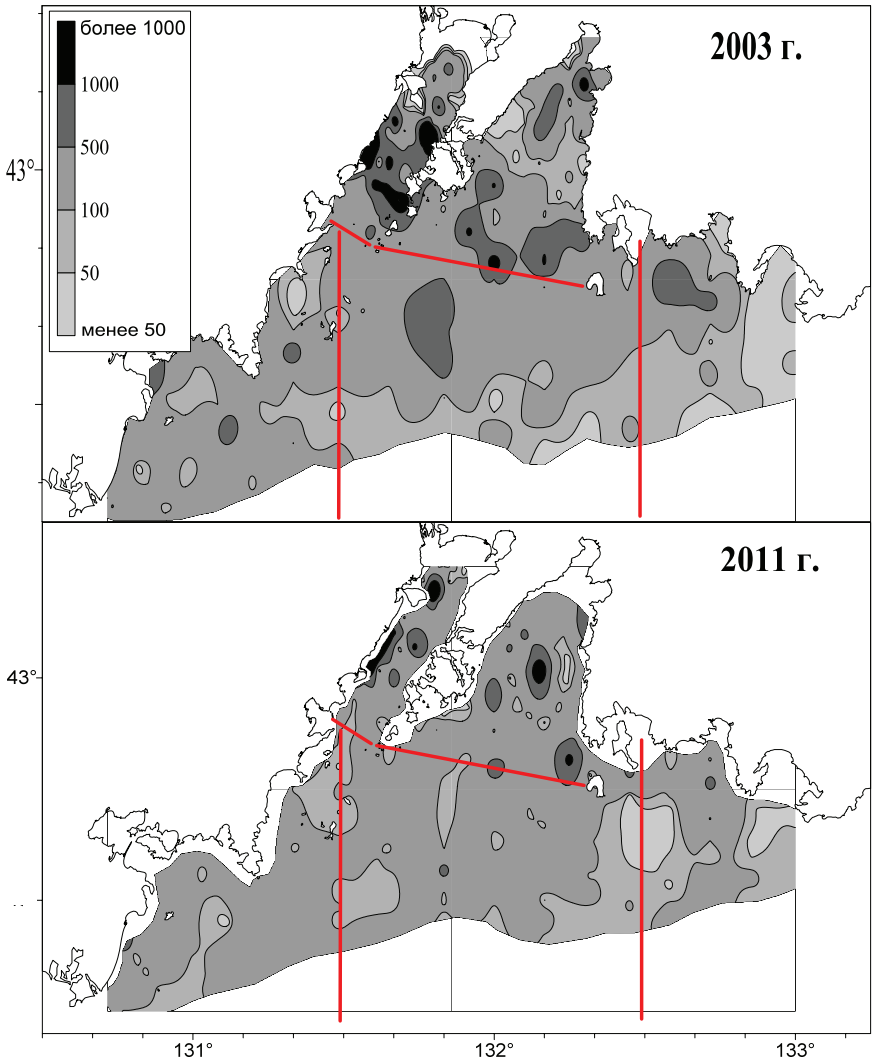

Рис. 2. Распределение общей биомассы макробентоса (г/м^2) в зал. Петра Великого в 2003 и 2011 гг. Здесь и далее: *линии* — границы районов (как на рис. 1)

Fig. 2. Distribution of total macrobenthos biomass (g/m^2) in Peter the Great Bay (2003 and 2011). Hereinafter: *lines* — borders of areas

еще 11 групп: это актинии, немертины, эхиуриды, амфиподы, брюхоногие моллюски, морские звезды, офиуры, морские ежи, голотурии, асцидии, а также макрофиты. Суммарная доля этих 15 таксономических групп составила 96,6 %. Следует подчеркнуть, что в 2003 г. состав доминирующих групп и их соотношение были несколько другими. Так, на долю двустворчатых моллюсков приходилось 37,5 % общей биомассы бентоса залива, полихет — 15,8, голотурий — 12,0, усоногих раков — 8,0, эхиурид — 7,3 %, а доля форонид вообще была незначительна (табл. 1). Величина индекса сходства Шорыгина-Шенера* I_{CS} макробентоса зал. Петра Великого в 2003 и 2011 гг. составила 79,68 %.

Сопоставление карт распределения макробентоса в 2003 и 2011 гг. показало, что по-прежнему самые высокие величины общей биомассы, превышающие 1000 г/м^2, наблюдались в Амурском и Уссурийском заливах (рис. 2). Общая биомасса бентоса

* $I_{CS} = \sum \min(p_{ij}, p_{ik})$, где p — доля i-того таксона (по массе) в двух сравниваемых выборках i и k. Для наглядности величина индекса выражается в процентах (см. подробнее: Колпаков, 2006). Сходство считается значимым при величине $I_{CS} \geq 40$ % (Ross, 1986).

здесь формировалась в основном двустворчатыми моллюсками, усоногими раками, полихетами, форонидами, водорослями и актиниями.

Повышенная биомасса в 2011 г. в Амурском заливе по-прежнему наблюдалась в бухте Перевозной (ст. 34), где на глубине 11 м на глинисто-илистом грунте с обломками балянусов доминировали усоногие раки *Balanus rostratus* (1671,0 г/м^2), двустворчатый моллюск прототака *Protothaca adamsi* (514,7 г/м^2), а также красная водоросль анфельция тобучинская *Ahnfeltia tobuchiensis* — 493,3 г/м^2. Значительная биомасса (1008,4 г/м^2) была отмечена и в районе устья р. Барабашевка (ст. 25) на глубине 9 м на ракушечном грунте с примесью обломков балянусов. Здесь доминировали усоногие раки *B. rostratus* (532,0 г/м^2) и многощетинковые черви (290,6 г/м^2). Довольно весомый вклад вносили также двустворчатые моллюски и водоросли (соответственно 88,2 и 64,4 г/м^2).

Некоторое увеличение общей биомассы по сравнению с 2003 г. было отмечено севернее п-ова Песчаного, где на глубине 12–14 м на черном глинистом илу она изменялась в пределах 1600–1900 г/м^2. Здесь образовывали скопления двустворчатые моллюски (*Arca boucardi*, *P. adamsi*, *Modiolus kurilensis*), формируя до 70 % биомассы, а также усоногие раки (до 20 %). Вместе с ними были отмечены полихеты, асцидии и водоросли.

Максимальное значение биомассы в Уссурийском заливе в 2011 г. обнаружено в его центральной части на глубине 28 м на мелкопесчаном грунте — 1660,1 г/м^2. Здесь превалировали актинии (1236,0 г/м^2) и водоросли (400,0 г/м^2). Биомасса остальных групп была незначительна. Практически такое же значение общей биомассы (1213,1 г/м^2) отмечено на выходе из залива северо-восточнее о. Аскольд на глубине 56 м на илистом грунте (ст. 156). Здесь значительно преобладали двустворчатые моллюски (1048,6 г/м^2, 86 % общей биомассы). Субдоминантной группой были полихеты — 113,65 г/м^2 (9 %). Минимальная величина биомассы (18,5 г/м^2) отмечена в центральном районе залива на илисто-песчаном грунте на глубине 68 м и формировалась в основном мелкими полихетами и двустворчатыми моллюсками.

Доминирующие группы (распределение, массовые виды). Кратко остановимся на основных количественных характеристиках доминирующих групп бентоса, их распределении, массовых видах в 2003 и 2011 гг.

Двустворчатые моллюски — ведущая группа беспозвоночных залива. Их биомасса в 2011 г. изменялась в пределах от 0,5 до 1313,0 г/м^2 при среднем значении 82,2 ± 12,3 г/м^2 (34,0 % средней общей биомассы бентоса). Встречаясь практически на всей обследованной акватории, повышенные концентрации с высокими значениями биомассы (более 1 кг/м^2) они образовывали на нескольких участках (рис. 3). В Амурском заливе это два участка: 1-й — севернее п-ова Песчаного на глубине 12–14 м на черном глинистом илу за счет арки *A. boucardi* и прототаки; 2-й — в центральной прибрежной части залива, где на илистом с примесью песка и гравия грунте на глубине 9 м доминировал курильский модиолус *M. kurilensis*. В Уссурийском заливе такой участок располагался в юго-восточной части залива на илистом грунте на глубине 56 м, где среди двустворчатых моллюсков преобладал гренландский серрипес *Serripes groenlandicus*. Скопления моллюсков с величинами биомассы более 1000 г/м^2 в 2003 г. были отмечены только в Амурском заливе. Их максимальная биомасса (1121,2 г/м^2) была зафиксирована на глубине 19 м на илистом песке, имевшем запах сероводорода, и формировалась мией *Mya priapus* (497,0 г/м^2), тихоокеанской мидией *Mytilus trossulus* (281,0 г/м^2), курильским модиолусом *M. kurilensis* (184,0 г/м^2) и прототакой *P. adamsi* (75,0 г/м^2). В 2011 г. увеличились площади дна с биомассой моллюсков 50–100 г/м^2, в связи с чем средняя биомасса этой группы в зал. Петра Великого возросла в 1,2 раза (табл. 1).

Многощетинковые черви были второй группой животных по величине средней биомассы — 55,6 ± 3,2 г/м^2 (23,0 %). Представители этой группы встречались повсеместно, а их биомасса в 2011 г. изменялась в пределах 2,4–300,0 г/м^2 (рис. 4).

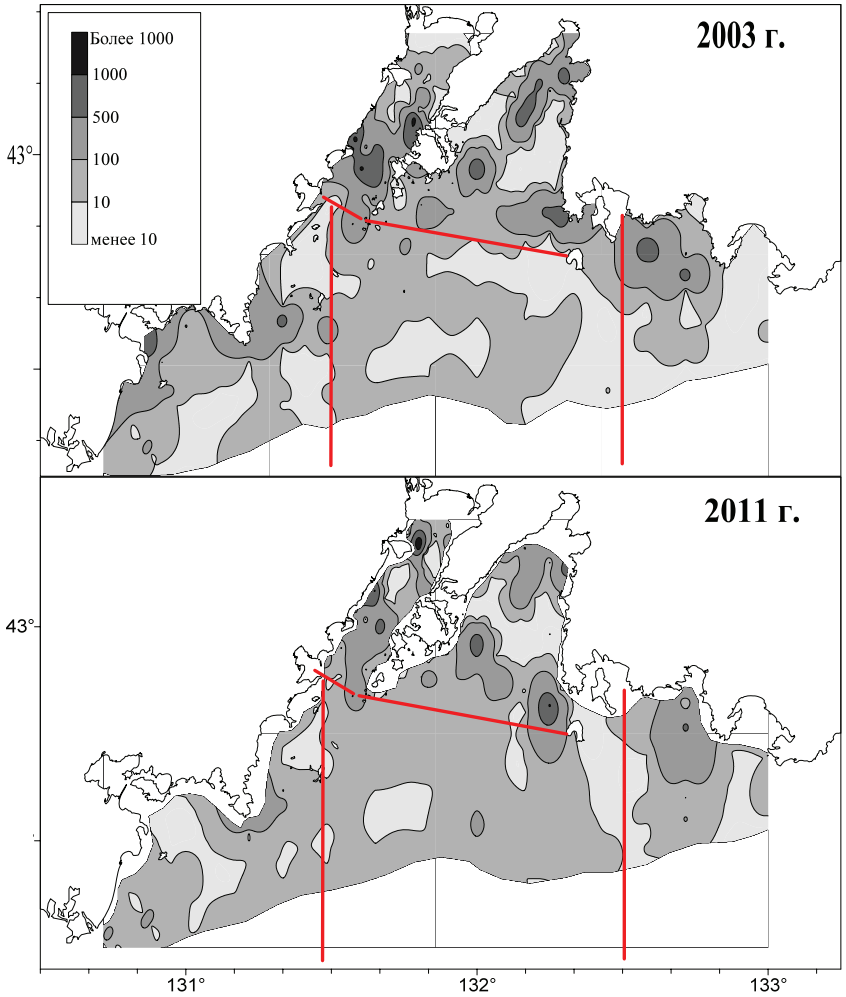

Рис. 3. Распределение биомассы двустворчатых моллюсков в зал. Петра Великого в 2003 и 2011 гг., г/м^2

Fig. 3. Distribution of bivalves biomass (g/m^2) in Peter the Great Bay (2003 and 2011)

Несмотря на то что максимальная биомасса полихет в 2003 г. была более чем в 3 раза выше — 1282,6 г/м^2 (табл. 1), в 2011 г. значительно увеличились площади дна с биомассой полихет от 50 до 100 г/м^2, в связи с чем средняя биомасса этой группы в зал. Петра Великого увеличилась в 1,3 раза. Максимальное ее значение отмечено в центральной части Амурского залива на илистом грунте на глубине 13 м (ст. 19). Основу биомассы формировал безвыборочный детритофаг *Maldane sarsi*, являющийся негативным индикатором загрязнения (Belan, Moshchenko, 2009).

Форониды — третья группа макробентоса залива по вкладу в среднюю общую биомассу (7,2 %), а их биомасса изменялась от 0,01 до 545,0 г/м^2 (17,2 ± 4,7 г/м^2) (табл. 1). Как и в 2003 г., скопления форонид были сконцентрированы преимущественно в Амурском и Уссурийском заливах (рис. 5). На большей части обследованной акватории форониды отсутствовали. Площади распространения форонид в Амурском заливе от 2003 к 2011 г. несколько уменьшились при неизменной величине средней биомассы — соответственно 34,2 и 32,3 г/м^2 (табл. 2). В Уссурийском заливе площади поселения форонид значительно увеличились при увеличении средней биомассы в 3 раза — с 13,6 до 42,8 г/м^2 (табл. 3). Наибольшие скопления в 2011 г. они образовывали в центральной части Уссурийского залива на глубине 46 м на глинисто-илистом грунте (*Phoronis psammophilla* — 545,0 г/м^2).

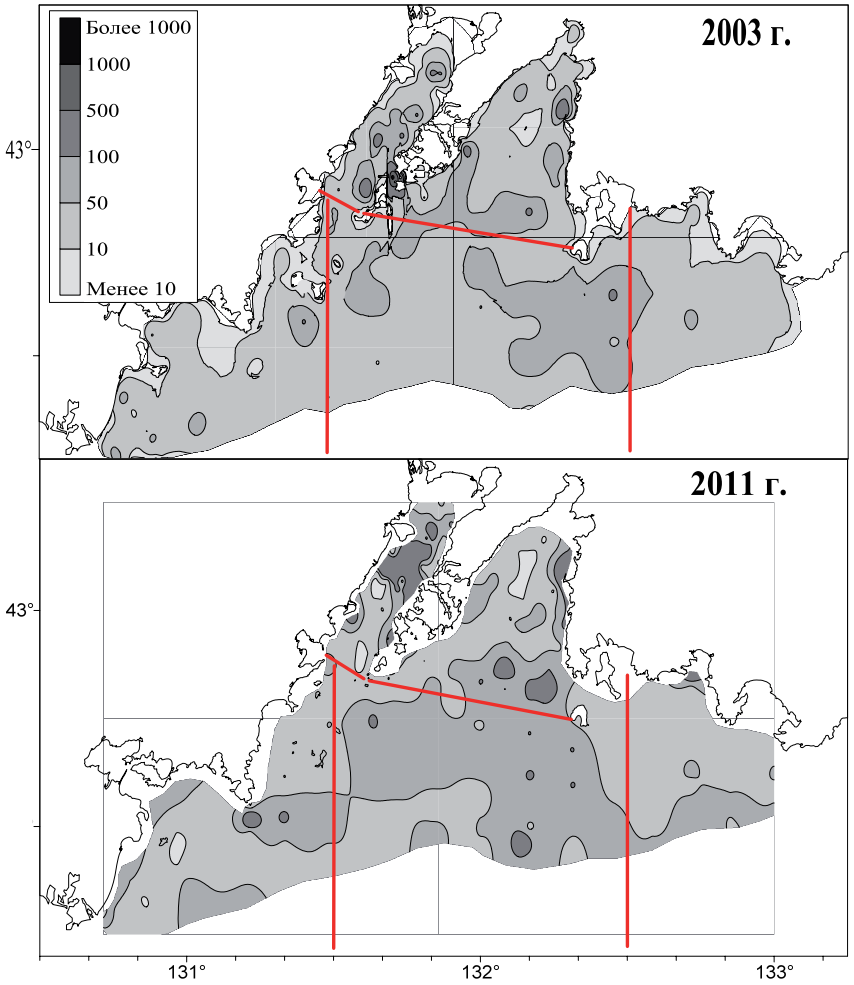

Рис. 4. Распределение биомассы полихет в зал. Петра Великого в 2003 и 2011 гг., г/м^2
Fig. 4. Distribution of polychaetes biomass (g/m^2) in Peter the Great Bay (2003 and 2011)

Таблица 2

Средняя биомасса (г/м^2), доля (%) и предельные величины биомассы таксономических групп макробентоса в Амурском заливе

Table 2

Limits and mean values of biomass (g/m^2) and percentage for taxa of macrobenthos in the Amur Bay

Таксон	2003 г.				2011 г.			
	г/м^2	%	min	max	г/м^2	%	min	max
Polychaeta	63,07 ± 25,86	14,27	1,644	1282,640	75,16 ± 12,12	17,33	2,38	300,0
Cirripedia	101,52 ± 46,66	22,96	2,400	1696,000	90,42 ± 44,78	20,84	58,40	1671,6
Bivalvia	192,09 ± 47,20	43,45	0,164	1121,232	176,34 ± 47,57	40,65	0,92	1313,4
Phoronidae	34,24 ± 15,48	7,74	9,400	510,000	32,28 ± 12,19	7,44	0,02	328,0
Прочие	51,18 ± 13,59	11,58	0,430	536,140	59,62 ± 14,97	13,74	1,16	626,9
Всего	**442,10 ± 88,35**	**100**	**15,530**	**3154,350**	**433,83 ± 84,12**	**100**	**32,76**	**2870,5**

Усоногие раки в 2011 г. занимали четвертую позицию в составе донного населения зал. Петра Великого (7,0 %), их биомасса изменялась от 0,2 до 1672,0 г/м^2, в среднем 17,1 ± 8,7 г/м^2 (см. табл. 1). Скопления были практически полностью сконцентрированы в центральной части Амурского залива, как и восемью годами ранее (рис. 6). Максимальная биомасса усоногих отмечена в районе бухты Перевозной, где на глинисто-илистом грунте на глубине 11 м доминировал *B. rostratus*. Кроме Амурского залива,

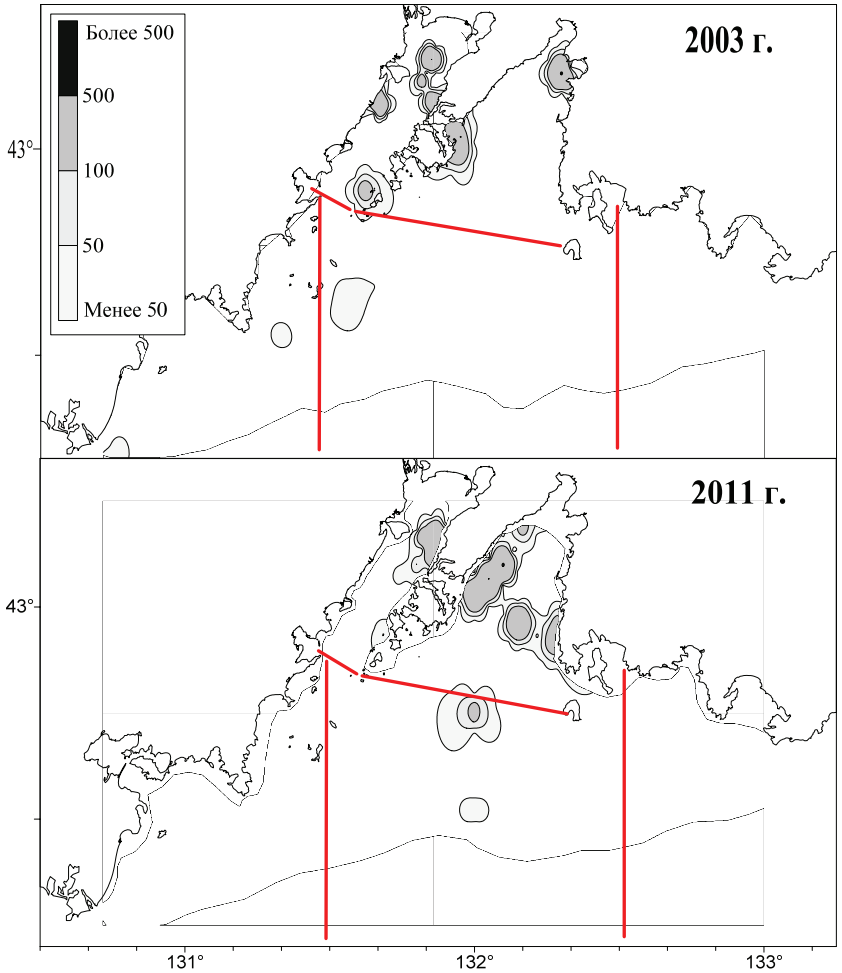

Рис. 5. Распределение биомассы форонид в зал. Петра Великого в 2003 и 2011 гг., г/м^2
Fig. 5. Distribution of phoronids biomass (g/m^2) in Peter the Great Bay (2003 and 2011)

Таблица 3

Средняя биомасса (г/м^2), доля (%) и предельные величины биомассы таксономических групп макробентоса в Уссурийском заливе

Table 3

Limits and mean values of biomass (g/m^2) and percentage for taxa of macrobenthos in the Ussuri Bay

Таксон	2003 г.				2011 г.			
	г/м^2	%	min	max	г/м^2	%	min	max
Actiniaria	0,11 ± 0,06	0,04	0,168	2,90	22,89 ± 21,68	7,44	0,10	1236,00
Polychaeta	42,74 ± 5,69	13,73	0,048	248,46	54,03 ± 5,53	17,55	3,08	232,20
Echiurida	64,56 ± 28,35	20,73	1,000	1289,80	28,28 ± 13,14	9,19	0,06	648,60
Bivalvia	127,09 ± 32,00	40,82	0,160	979,40	103,56 ± 27,07	33,64	0,46	1048,60
Phoronidae	13,63 ± 10,09	4,38	0,082	552,20	42,77 ± 16,13	13,89	0,01	545,00
Holothuroidea	23,13 ± 15,32	7,43	1,200	884,00	0,23 ± 0,14	0,07	0,20	6,70
Прочие	40,12 ± 15,65	12,87	1,810	195,72	56,08 ± 9,75	18,22	1,60	406,70
Всего	**311,38 ± 48,80**	**100**	**19,808**	**1457,74**	**307,84 ± 41,17**	**100**	**33,50**	**1660,12**

единственная находка мелких представителей этой группы зообентоса отмечена в кутовой части Уссурийского залива.

В 2003 г. в состав доминантов входили представители еще двух таксономических групп — голотурии и эхиуриды (табл. 1).

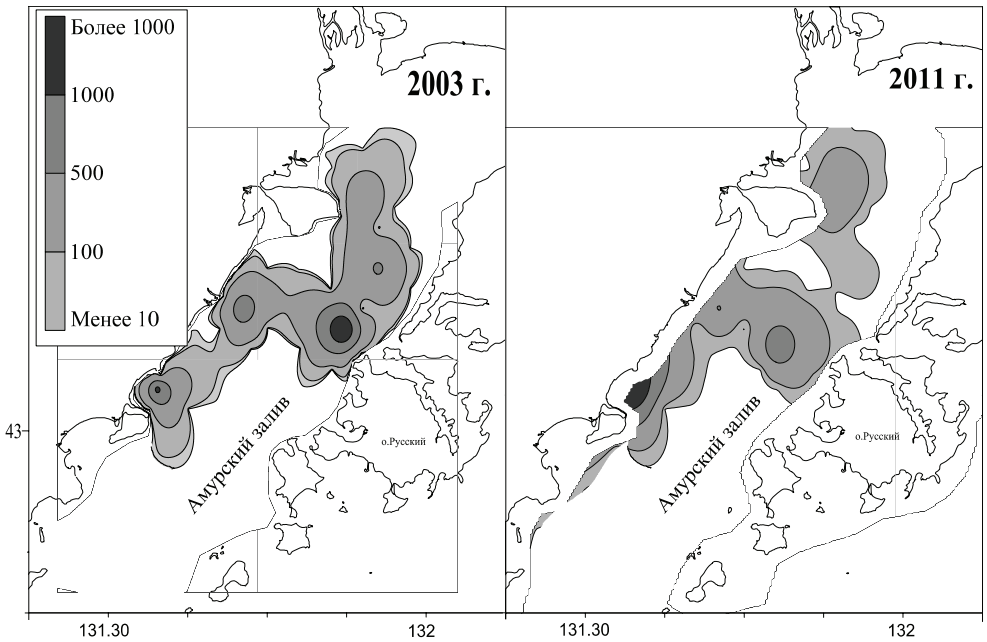

Рис. 6. Распределение биомассы усоногих раков в Амурском заливе в 2003 и 2011 гг., г/м^2
Fig. 6. Distribution of barnacles biomass (g/m^2) in the Amur Bay (2003 and 2011)

Голотурии по величине средней биомассы в 2003 г. были на третьем месте (32,05 ± 7,70 г/м^2, 12,1 %) после двустворчатых моллюсков и полихет. Распределение биомассы голотурий показано на рис. 7. Они занимали в основном более глубоководную часть зал. Петра Великого, распределяясь по акватории очень мозаично, встречаясь далеко не на всех станциях. Величина их биомассы изменялась в широких пределах — от 0,1 до 884,0 г/м^2 (табл. 1). Большая часть обследованной площади дна была занята поселениями этой группы с биомассой, не превышавшей 100 г/м^2. Наибольшие ее значения отмечены в центральной части залива. Максимальная биомасса голотурий обнаружена в Уссурийском заливе на глубине 73 м на глинисто-илистом грунте и формировала ее *Pentamera calcigera* (884,0 г/м^2, 166 экз./м^2). Весьма значительная биомасса (более 500 г/м^2) этого же вида наблюдалась и западнее этого скопления на илисто-песчаном грунте на глубине 62–68 м.

В 2011 г. голотурии не вошли в состав доминирующих групп, величина их биомассы изменялась в пределах от 0,04 до 599,20 г/м^2 при средней 4,60 ± 2,60 г/м^2, что составило всего 2 % общей биомассы (табл. 1). При этом сократились и площади их распространения (рис. 7), и удельная биомасса в местах скоплений.

Эхиуриды в 2003 г. были пятой группой по вкладу в среднюю общую биомассу — 19,5 ± 7,5 г/м^2 (7,3 %). Биомасса эхиурид варьировала в пределах от 0,2 до 1289,8 г/м^2, а ее распределение носило мозаичный характер (рис. 8). На значительной части обследованной акватории эхиуриды отсутствовали. Наиболее значительные концентрации они образовывали в Уссурийском заливе, там же на глинисто-илистом грунте на глубине 74 м зарегистрирована и их максимальная биомасса, сформированная *Echiurus echiurus* — 1289,8 г/м^2. В 2011 г. эхиуриды не вошли в состав доминирующих групп, их биомасса изменялась от 0,3 до 648,6 г/м^2 при среднем значении 7,5 ± 3,3 г/м^2, что составило всего 3,1 % общей биомассы (табл. 1). Сократились и площади распространения эхиурид, и удельная биомасса в местах скоплений (рис. 8).

Изменчивость обилия макробентоса по районам. *Амурский залив.* Величина общей биомассы макробентоса в 2011 г. изменялась от 32,8 до 2870,5 г/м^2. Средняя общая биомасса для всего района составила 433,8 ± 84,1 г/м^2 (табл. 2). Доминирующие группы — двустворчатые моллюски (40,7 %), усоногие раки (20,8 %), полихеты (17,3 %)

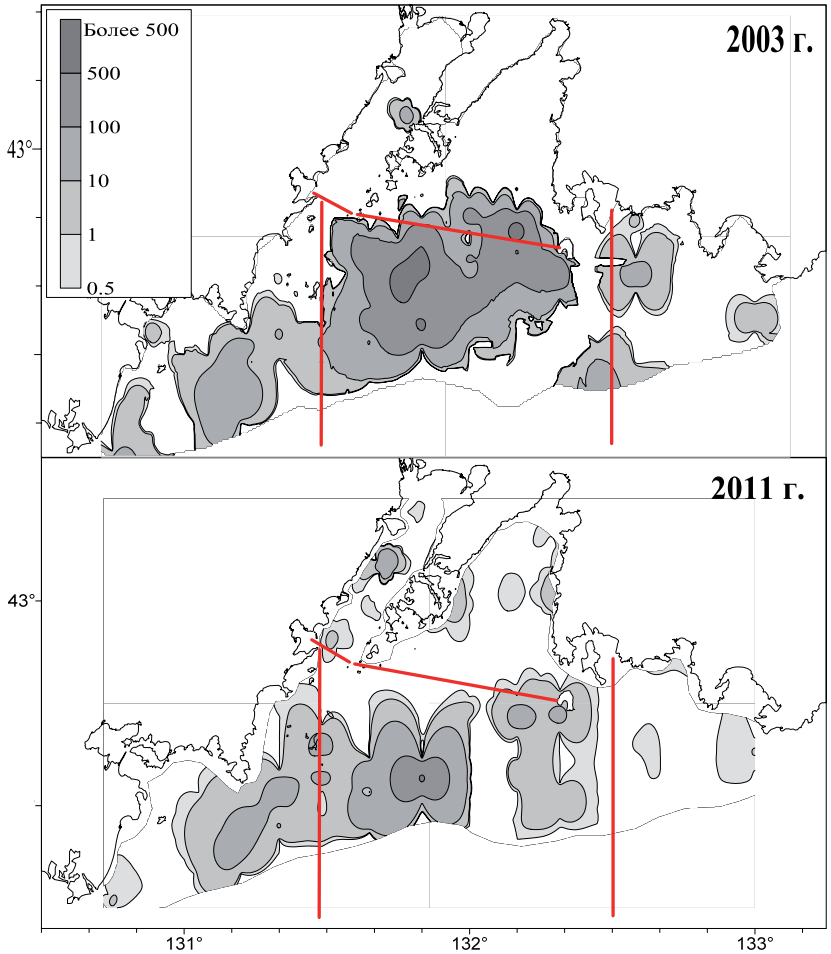

Рис. 7. Распределение биомассы голотурий в зал. Петра Великого в 2003 и 2011 гг., г/м^2
Fig. 7. Distribution of holothurians biomass (g/m^2) in Peter the Great Bay (2003 and 2011)

и форониды (7,4 %). Представители этих групп формировали более 85 % общей биомассы Амурского залива. Следует отметить, что по сравнению с 2003 г. средняя биомасса, состав и соотношение доминирующих групп не изменились (табл. 2).

Уссурийский залив. Величина общей биомассы макробентоса в 2011 г. изменялась от 33,5 до 1660,1 г/м^2. Средняя общая биомасса составила 307,8 ± 41,2 г/м^2. Доминирующие группы — двустворчатые моллюски (33,7 %), полихеты (17,6 %), форониды (13,9 %), эхиуриды (9,2 %) и актинии (7,5 %). Представители этих групп формировали более 80 % общей биомассы макробентоса в заливе (табл. 3). На фоне неизменной величины средней биомассы в 2003 и 2011 гг. произошли изменения в составе и соотношении доминирующих групп. В 2 раза уменьшилась биомасса эхиурид, произошло увеличение биомассы форонид и их доли в биомассе залива в 3 раза. Место голотурий, одной из доминирующих групп в 2003 г., заняли актинии, что связано скорее всего с мозаичностью их распределения (табл. 3). В целом по заливу прослеживается тенденция некоторого увеличения биомассы полихет и уменьшения биомассы двустворчатых моллюсков.

Западный район. Общая биомасса макробентоса в 2011 г. изменялась от 25,6 до 671,5 г/м^2. Средняя общая биомасса для всего района составила 173,5 ± 18,0 г/м^2, что практически равно таковой в 2003 г. (табл. 4). Доминирующие группы — полихеты (25,3 %), двустворчатые моллюски (21,2 %), амфиподы (9,9 %), а также асцидии (8,1 %), морские ежи (6,3 %) и офиуры (5,0 %). Представители этих групп формировали около 70 % общей биомассы. Доля остальных групп не превышала 4 %. В 2003 г. также доминировали двустворчатые моллюски (38,5 %), полихеты (19,5 %), амфиподы (9,4 %), а

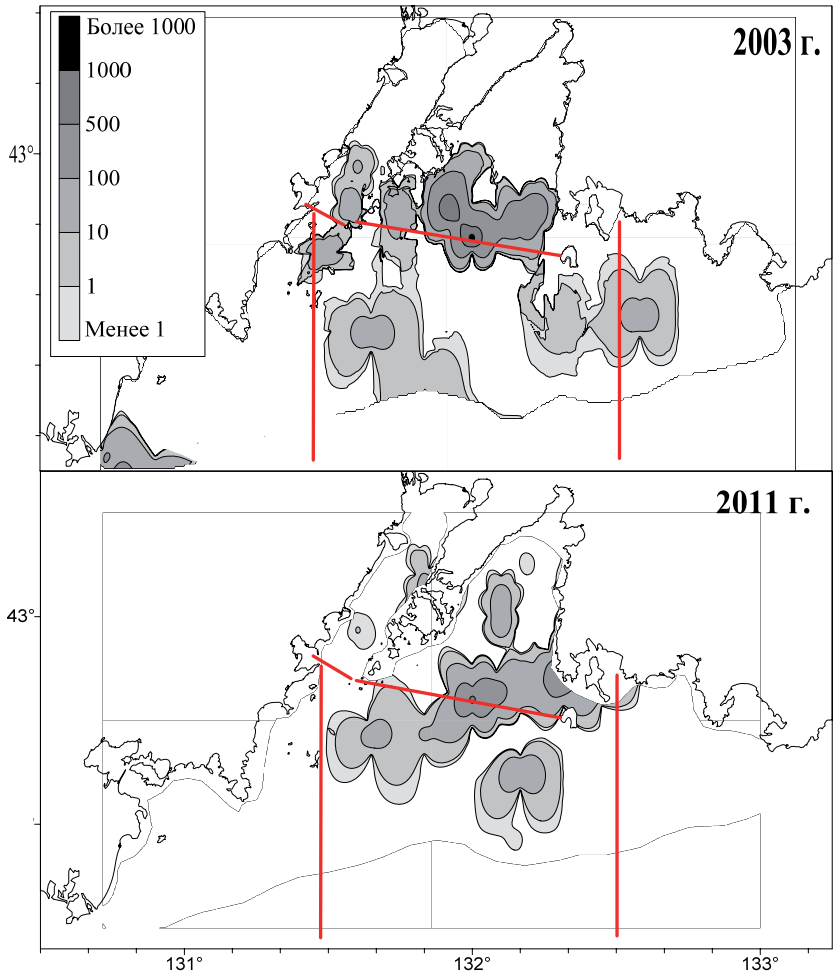

Рис. 8. Распределение биомассы эхиурид в зал. Петра Великого в 2003 и 2011 гг., г/м^2
Fig. 8. Distribution of echiurans biomass (g/m^2) in Peter the Great Bay (2003 and 2011)

кроме них офиуры и эхиуриды (табл. 4). В этом районе налицо значительное снижение биомассы двустворчатых моллюсков, эхиурид и офиур, а также увеличение биомассы полихет, морских ежей и асцидий.

Таблица 4

Средняя биомасса (г/м^2), доля (%) и предельные величины биомассы таксономических групп макробентоса в западном районе

Table 4

Limits and mean values of biomass (g/m^2) and percentage for taxa of macrobenthos in the Western area

Таксон	2003 г.				2011 г.			
	г/м^2	%	min	max	г/м^2	%	min	max
Polychaeta	29,95 ± 2,96	19,45	5,660	748,00	43,90 ± 4,54	25,30	4,40	202,96
Echiurida	8,84 ± 4,85	5,74	1,500	180,18	–	–	–	–
Amphipoda	14,50 ± 3,21	9,41	0,086	94,08	17,09 ± 2,99	9,85	0,04	79,40
Bivalvia	59,22 ± 19,13	38,45	0,360	695,44	36,71 ± 9,17	21,16	0,44	366,80
Ophiuroidea	12,01 ± 4,47	7,80	0,032	229,60	8,71 ± 2,28	5,02	0,02	101,92
Echinoidea	2,63 ± 1,75	1,71	1,500	83,00	10,98 ± 7,17	6,33	0,26	365,72
Ascidia	2,32 ± 1,59	1,50	0,482	82,32	14,11 ± 7,69	8,13	0,08	344,00
Прочие	24,53 ± 6,91	15,94	0,580	306,08	42,00 ± 9,27	24,21	0,04	358,48
Всего	**154,01 ± 21,35**	**100**	**23,264**	**797,65**	**173,50 ± 17,97**	**100**	**25,56**	**671,48**

Центральный район. Общая биомасса макробентоса в 2011 г. изменялась от 18,5 до 641,3 г/м^2. Средняя общая биомасса для всего района составила 137,0 ± 16,9 г/м^2, что в 1,7 раза меньше, чем в 2003 г. (табл. 5). Доминирующими группами в 2011 г. были полихеты (44,6 %), двустворчатые моллюски (19,3 %), голотурии (11,6 %), асцидии (8,9 %) и в меньшей мере форониды (4,2 %) за счет обнаружения их локального скопления на илисто-песчаном грунте на глубине 61 м (см. рис. 5). Вместе эти группы формировали 89 % биомассы макробентоса.

Таблица 5

Средняя биомасса (г/м^2), доля (%) и предельные величины биомассы таксономических групп макробентоса в центральном районе

Table 5

Limits and mean values of biomass (g/m^2) and percentage for taxa of macrobenthos in the Central area

Таксон	2003 г.				2011 г.			
	г/м^2	%	min	max	г/м^2	%	min	max
Foraminifera	14,520 ± 6,010	6,23	0,024	194,00	0,74 ± 0,21	0,54	0,04	7,60
Polychaeta	43,260 ± 4,026	18,57	11,400	163,06	61,08 ± 4,17	44,58	10,40	150,80
Bivalvia	19,750 ± 4,110	8,49	0,448	134,40	26,44 ± 3,87	19,30	1,62	120,40
Phoronidae	1,540 ± 0,820	0,66	0,074	34,66	5,80 ± 3,63	4,24	0,01	135,00
Holothuroidea	131,560 ± 30,790	56,48	0,400	696,80	15,94 ± 12,25	11,63	0,06	599,20
Ascidia	1,640 ± 1,040	0,70	5,100	44,40	12,24 ± 9,75	8,93	0,16	476,00
Прочие	20,680 ± 9,580	8,87	0,480	435,78	14,77 ± 2,90	10,78	0,38	95,05
Всего	**232,950 ± 31,000**	**100**	**23,160**	**740,84**	**137,02 ± 16,90**	**100**	**18,46**	**641,34**

В 2003 г. здесь абсолютно доминировали голотурии (56,4 %), далее шли полихеты (18,6 %), двустворчатые моллюски (8,5 %) и фораминиферы (6,2 %). Эти группы формировали почти 90 % биомассы бентоса в районе (табл. 5). Таким образом, в центральном районе налицо резкое уменьшение средней биомассы голотурий (в 8 раз) и фораминифер (в 20 раз). Кроме того, увеличилась биомасса полихет, двустворчатых моллюсков, форонид и асцидий (табл. 5).

Восточный район. Общая биомасса макробентоса в 2011 г. изменялась от 23,3 до 630,6 г/м^2. Средняя общая биомасса для всего района составила 130,0 ± 27,5 г/м^2, что практически равно таковой в 2003 г. Доминирующих групп здесь всего две: двустворчатые моллюски (почти 55 %) и полихеты (почти 31 %), формирующие около 86 % всей биомассы бентоса в районе (табл. 6). В 2003 г. также доминировали двустворчатые моллюски (53,5 %) и полихеты (18,5 %), на долю которых приходилось 72,0 % биомассы зообентоса района. Кроме этих групп, чуть более 13 % биомассы зообентоса района в 2003 г. составляли губки, локальное скопление которых (542 г/м^2) было отмечено к востоку от о. Аскольд на глубине 60 м на илисто-песчаном грунте. В восточном районе к 2011 г. произошло некоторое увеличение биомассы полихет (табл. 6).

Таблица 6

Средняя биомасса (г/м^2), доля (%) и предельные величины биомассы таксономических групп макробентоса в восточном районе

Table 6

Limits and mean values of biomass (g/m^2) and percentage for taxa of macrobenthos in the Eastern area

Таксон	2003 г.				2011 г.			
	г/м^2	%	min	max	г/м^2	%	min	max
Spongia	20,97 ± 18,75	13,74	66,00	542,00	0,34 ± 0,28	0,27	2,00	8,00
Polychaeta	28,21 ± 2,41	18,49	10,92	80,16	40,20 ± 5,87	30,93	11,20	163,00
Bivalvia	81,60 ± 39,52	53,49	0,06	891,20	71,43 ± 25,44	54,95	1,52	576,00
Прочие	21,78 ± 4,31	14,28	1,31	123,89	18,02 ± 3,21	13,85	1,16	60,76
Всего	**152,56 ± 50,04**	**100**	**21,51**	**961,47**	**129,99 ± 27,45**	**100**	**23,34**	**630,60**

Ресурсы макробентоса. В пределах обследованной акватории зал. Петра Великого (7785 км^2) общий ресурс макробентоса по материалам съемки 2011 г. оказался равен 1,5 млн т, что на 340 тыс. т меньше, чем в 2003 г., при практически одинаковой обследованной площади (табл. 7). Валовая биомасса двустворчатых моллюсков и полихет оценена соответственно в 473 и 404 тыс. т, что составило 60 % всего ресурса макробентоса залива. В целом по зал. Петра Великого валовая биомасса полихет по сравнению с данными 2003 г. увеличилась на 100 тыс. т, на 80 тыс. т уменьшился ресурс двустворчатых моллюсков, на 100 тыс. т уменьшился ресурс эхиурид и почти на 400 тыс. т — голотурий.

Заключение

Средняя общая биомасса макробентоса зал. Петра Великого по данным исследований 2011 г. составила 241,8 ± 21,1 г/м^2, что практически совпадает с данными 2003 г. (265,4 ± 25,1 г/м^2). Основными группами, формировавшими более 80 % общей биомассы макробентоса залива в 2003 г., являлись двустворчатые моллюски (37,5 %), полихеты (15,8 %), голотурии (12,1 %), усоногие раки (8,0 %) и эхиуриды (7,3 %). По данным съемки 2011 г. доминировали двустворчатые моллюски (34,0 %), полихеты (23,0 %), форониды (7,1 %) и усоногие раки (7,1 %). Доля представителей еще 11 групп (актинии, немертины, эхиуриды, амфиподы, брюхоногие моллюски, морские звезды, офиуры, морские ежи, голотурии, асцидии, а также макрофиты) составляла 1,1–3,5 %.

В Амурском заливе средняя общая биомасса, состав доминирующих групп и их соотношение остались без изменений, за исключением некоторого уменьшения доли двустворчатых моллюсков и некоторого увеличения доли полихет. В Уссурийском заливе также и средняя общая биомасса, и состав доминирующих групп остались без изменений, однако значительно уменьшилась доля голотурий, в 2 раза уменьшилась доля эхиурид, а биомасса форонид увеличилась более чем в 3 раза. Все это произошло на фоне некоторого уменьшения доли двустворчатых моллюсков и увеличения доли полихет.

В западном районе изменились состав и соотношение доминирующих групп при одинаковой величине средней общей биомассы района. Место эхиурид, которые в 2011 г. практически не были обнаружены, заняли морские ежи и асцидии, доля которых в 2003 г. составила 1,7 и 1,5 %, а в 2011 г. — соответственно 6,2 и 8,1 %. Зафиксировано почти двукратное уменьшение биомассы двустворчатых моллюсков и полуторакратное — офиур. Отмечено увеличение доли амфипод и биомассы полихет. В центральном районе по сравнению с материалами 2003 г. величина биомассы голотурий уменьшилась в 8 раз. На этом фоне произошло уменьшение и средней общей биомассы бентоса в районе в 1,7 раза, а также поменялись состав и соотношение доминирующих групп. Фораминифер в 2011 г. заменили асцидии и представители форонид. Также отмечено некоторое увеличение биомассы двустворчатых моллюсков и полихет. В восточном районе величина средней общей биомассы осталась на прежнем уровне, двустворчатые моллюски и полихеты сохранили свои позиции, а губки утратили. Отмечено почти двукратное увеличение биомассы полихет. Общие ресурсы макробентоса залива в 2011 г. оценены в 1,5 млн т, что на 340 тыс. т меньше, чем в 2003 г. (табл. 7).

В заключение отметим, что основными группами, формирующими ядро донных сообществ зал. Петра Великого, были и остаются двустворчатые моллюски, полихеты и усоногие раки (для Амурского залива). Они доминировали во всех выделенных районах в материалах обоих сравниваемых лет. В некоторых районах к ним добавлялись представители других групп макробентоса, поочередно сменяя друг друга, что связано в первую очередь с их неравномерным распределением. Что касается причин значительного (на порядки) уменьшения биомассы и площадей распространения голотурий и эхиурид, которые в наших сборах были представлены *P. calcigera* (90 % биомассы голотурий) и *E. echiurus* (100 %), ответ, по всей видимости, нужно искать в экологии этих видов.

Таблица 7

Суммарные ресурсы (тыс. т) и соотношение (%) крупных таксонов макробентоса зал. Петра Великого

Table 7

Total resources (10^3 t) and percentage of the most abundant taxa of macrobenthos in Peter the Great Bay

Таксон	2003 г.		2011 г.	
	Ресурс, тыс. т	Доля, %	Ресурс, тыс. т	Доля, %
Foraminifera	48,25	2,68	16,66	1,14
Spongia	33,04	1,83	26,48	1,81
Anthozoa	2,74	0,15	0,33	0,02
Alcyonaria	–	–	13,18	0,90
Actiniaria	**8,46**	**0,47**	**49,68**	**3,39**
Nemertea	12,65	0,70	15,86	1,08
Polychaeta	**304,85**	**16,90**	**404,11**	**27,58**
Echiurida	**149,86**	**8,31**	**50,19**	**3,43**
Sipunculida	1,72	0,10	0,48	0,03
Priapulida	5,98	0,33	5,13	0,35
Cirripedia	35,53	1,97	30,42	2,08
Cumacea	3,37	0,19	1,69	0,12
Isopoda	0,06	+	0,12	0,02
Amphipoda	**29,20**	**1,62**	**44,78**	**3,06**
Decapoda	11,30	0,63	8,30	0,57
Gastropoda	19,86	1,10	25,55	1,74
Bivalvia	**553,42**	**30,68**	**473,07**	**32,29**
Bryozoa	0,24	0,01	0,18	0,01
Phoronidae	35,75	1,98	**72,78**	**4,97**
Asteroidea	17,62	0,98	30,93	2,11
Ophiuroidea	46,99	2,60	37,96	2,59
Echinoidea	14,08	0,78	32,94	2,25
Holothuroidea	**440,76**	**24,44**	**70,48**	**4,81**
Ascidia	22,02	1,22	31,13	2,12
Algae	3,73	0,21	20,95	1,43
Прочие	2,12	0,12	1,50	0,10
Всего	**1803,60**	**100**	**1465,03**	**100**
Площадь, км^2	**7805**		**7785**	

Список литературы

Белан Т.А. Особенности обилия и видового состава бентоса в условиях загрязнения (залив Петра Великого, Японское море) : дис. … канд. биол. наук. — Владивосток : ДВГУ, 2001. — 150 с.

Бирюлина М.Г., Мокрецова Н.Д., Жембровский С.Ю. Особенности сезонного распределения кукумарии японской *Cucumaria japonica* Semper в Уссурийском заливе (Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 284–287.

Большаков С.Г. Некоторые черты биологии и географическая изменчивость дальневосточных красноперок и пиленгаса южного Приморья : дис. … канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — 145 с.

Борисовец Е.Э., Седова Л.Г. Ресурсы промысловых беспозвоночных в прибрежных водах Приморья // ТИНРО—85. Итоги десятилетней деятельности. 2000–2010 гг. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — С. 129–140.

Вдовин А.Н., Соломатов С.Ф. Состояние и динамика запасов рыб в морских водах Приморья (Японское море) в 1983–2011 гг. // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2013. — Вып. 29. — С. 92–103.

Гаврилова Г.С. Приемная емкость аквакультурной зоны залива Петра Великого (Японское море) : автореф. дис. … д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012. — 38 с.

Головащенко Е.В., Лукьянова О.Н. Экосистемные услуги залива Петра Великого: классификация и экономическая ценность // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. — Владивосток: ДВФУ, 2012. — С. 191–199.

Гусарова И.С. Макрофитобентос северной части Амурского залива // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 155. — С. 88–98.

Дулепова Е.П., Надточий В.А., Будникова Л.Л. Динамика продукционных показателей макрозообентоса на шельфе дальневосточных морей в 2000-х гг. // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 154. — С. 90–102.

Калчугин П.В., Соломатов С.Ф., Кобликов В.Н. Современное состояние рыболовства в подзоне Приморье и его перспективы // Рыб. хоз-во. — 2015. — № 2. — С. 49–54.

Климова В.Л. Изменение распределения трофических зон бентоса зал. Петра Великого с 30-х по 70-е годы // Океанол. — 1976. — Т. 16, вып. 2. — С. 343–345.

Климова В.Л. Количественное распределение бентоса залива Петра Великого (Японское море) летом 1970 г. // Тр. ВНИРО. — 1971. — Т. 87. — С. 97–103.

Климова В.Л. О межгодовой изменчивости донной фауны шельфа центральной части залива Петра Великого (Японское море) // Океанол. — 1974. — Т. 14, вып. 1. — С. 173–175.

Климова В.Л. Состав и распределение бентоса залива Петра Великого (Японское море) и его многолетние изменения : автореф. дис. … канд. биол. наук. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — 21 с.

Кобликов В.Н. Крабы Приморья: ретро и перспективы промысла // Рыб. хоз-во. — 2011. — № 5. — С. 47–51.

Кобликов В.Н., Корнейчук И.А. Состояние запасов и перспективы промысла глубоководных креветок в водах Приморья // Вопр. рыб-ва. — 2015. — Т. 16, № 1. — С. 96–106.

Колпаков Н.В. Трофическая структура циркумлиторального сообщества рыб северного Приморья. Дифференциация экологических ниш // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 144. — С. 3–27.

Кручинин О.Н., Шевченко А.И., Чебов А.Ю. Современное состояние рыболовства в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 168. — С. 268–275.

Лукьянова О.Н., Христофорова Н.К. Экологические проблемы и биоресурсы российского прибрежья Японского моря // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2013. — № 1(127). — С. 106–110.

Лукьянова О.Н., Черкашин С.А., Симоконь М.В. Обзор современного экологического состояния залива Петра Великого (2000–2010 гг.) // Вестн. ДВО РАН. — 2012. — № 2. — С. 55–63.

Мокрецова Н.Д., Дробязин Е.Н. Распределение и некоторые черты биологии шримса-медвежонка залива Петра Великого Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 326–333.

Мощенко А.В., Белан Т.А. Полихеты северной части Амурского залива (залив Петра Великого Японского моря): состав, структура и распределение таксоценов // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 163. — С. 264–285.

Надточий В.А., Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. Макробентос залива Петра Великого (Японское море): состав, распределение, ресурсы // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 140. — С. 170–195.

Надточий В.А., Галышева Ю.А. Ретроспективный анализ количественного распределения макробентоса в северной части Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2012а. — Т. 168. — С. 184–202.

Надточий В.А., Галышева Ю.А. Современное состояние макробентоса залива Петра Великого Японского моря // Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря. — Владивосток : ДВФУ, 2012б. — С. 129–174.

Нейман А.А. Рекомендации по исследованию бентоса шельфов. — М. : ВНИРО, 1983. — 24 с.

Олифиренко А.Б. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara broughtonii* в заливе Петра Великого (Японское море) : автореф. дис. … канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — 24 с.

Петренко В.С. Основные черты техногенеза на побережье Приморья // Гидрометеорология и экология Дальнего Востока.— Владивосток : Дальнаука, 2003. — Тем. вып. ДВНИГМИ № 4. — С. 175–183.

Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение : моногр. — М. : Мир, 1989. — 478 с. (Пер. с англ.)

Репина Е.М. Промысловые брюхоногие моллюски сем. Buccinidae залива Петра Великого: структура поселений и особенности биологии : дис. … канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 167 с.

Седова Л.Г., Борисенко Г.С., Ковековдова Л.Т. и др. Состояние экосистемы залива Стрелок (Японское море) в условиях антропогенного воздействия // Современные наукоемкие технологии. — 2005. — № 7. — С. 38–39.

Belan T.A. Benthos abundance pattern and species composition in conditions of pollution in Amursky Bay (the Peter the Great Bay, the Sea of Japan) // Mar. Pollut. Bull. — 2003. — Vol. 46, Iss. 9. — P. 1111–1119.

Belan T.A., Moshchenko A.V. Pollution indicator species in the communities of soft bottom macrozoobenthos in Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Ecological studies and the state of the ecosystem of Amursky Bay and the estuarine zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). — Vladivostok : Dalnauka, 2009. — Vol. 2. — P. 147–172.

Moshchenko A.V., Belan T.A. Ecological state and long-term changes of macrozoobenthos in the northern part of Amursky Bay (Sea of Japan) // Ecological studies and the state of the ecosystem of Amursky Bay and the estuarine zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). — Vladivostok : Dalnauka, 2008. — Vol. 1. — P. 61–91.

Moshchenko A.V., Chernova A.S., Lishavskaya T.S. Some features of long-term changes in the marine environment in the inner part of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) // Pacific Oceanography. — 2008. — Vol. 4, № 1–2. — P. 98–108.

Ross S.T. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies // Copeia. — 1986. — Vol. 1986, № 2. — P. 352–388.

Tkalin A.V., Belan T.A., Shapovalov E.N. The state of the marine environment near Vladivostok, Russia // Mar. Pollut. Bull. — 1993. — Vol. 26, Iss. 8. — P. 418–422.

Поступила в редакцию 30.05.17 г.

Принята в печать 12.07.17 г.