

ISBN 978-5-328-00233-2

**ВЕСТНИК  
Камчатского  
государственного  
технического  
университета**



**Научный  
журнал**

---

Основан в 2002 г.

**ВЫПУСК**

**14**

**2010**

**Петропавловск-Камчатский**

# РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Исаков А.Я.**  
(главный редактор) доктор технических наук, ректор Камчатского государственного технического университета
- Клочкова Н.Г.**  
(научный редактор) доктор биологических наук, проректор по научной работе Камчатского государственного технического университета
- Королёва Т.Н.**  
(ответственный секретарь) кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела науки и инноваций Камчатского государственного технического университета
- Березовская В.А.** доктор географических наук, профессор кафедры экологии и природопользования Камчатского государственного технического университета
- Карпенко В.И.** доктор биологических наук, заведующий кафедрой водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета
- Коростылев С.Г.** доктор биологических наук, директор КамчатНИРО
- Огий О.Г.** кандидат социологических наук, первый проректор Камчатского государственного технического университета
- Осипов В.А.** доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления Камчатского государственного технического университета
- Портнягин Н.Н.** доктор технических наук, профессор кафедры электро- и радиооборудования судов Камчатского государственного технического университета
- Проценко И.Г.** доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем Камчатского государственного технического университета
- Шевцов Б.М.** доктор технических наук, директор ИКИР ДВО РАН
- Чаплыгина И.Д.** доктор философских наук, ректор КГОУ ДВО «Камчатский институт ПКПК»

УДК 59(571.66)

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МОРСКИХ ЕЖЕЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ АНАДЫРСКОГО ЗАЛИВА

В.Г. Степанов, Е.Г. Панина (КФ ТИГ ДВО РАН)  
А.Г. Бажин (КамчатНИРО)

В статье обсуждаются вопросы, связанные с обнаружением промысловых скоплений, оценкой биомассы и характера распределения морских ежей прибрежной зоны Анадырского залива (западная часть Берингова моря). В результате предыдущих исследований в Анадырском заливе за пределами территориальных вод нами было обнаружено 5 видов морских ежей: *Strongylocentrotus pallidus*, *S. droebachiensis*, *S. polyacanthus*, *Echinarachnius parma* и *Brisaster townsendi*, но данных по распределению морских ежей в пределах 12-мильной зоны вышеуказанного залива в последние годы не было. В июле – августе 2010 г. в Анадырском заливе на судне НИС РК МРТ «Бухоро» (ТИНРО-центр) впервые проводилась траловая съемка в пределах 12-мильной зоны и было обнаружено 3 вида морских ежей: палевый морской еж – *S. pallidus*, зеленый морской еж – *S. droebachiensis* и плоский морской еж – *E. parma*.

Данные, полученные в ходе наших исследований, позволили расширить сведения о количественном распределении морских ежей в отдельных районах Анадырского залива по разным глубинам, выявить распределение мест скопления морских ежей и диапазоны глубин, к которым они приурочены.

This article covers the questions related to the detection of harvesting stocks, a biomass assessment and distribution of sea urchins in the coastal area of the Anadyr bay (West part of Bering sea). Previously 5 species of sea urchin in the Anadyr bay beyond 12-miles zone were discovered. They are *Strongylocentrotus pallidus*, *S. droebachiensis*, *S. polyacanthus*, *Echinarachnius parma* and *Brisaster townsendi*. But recent years investigations didn't show any data related to the distribution of sea urchin within the 12-mile area of the bay.

For the first time in July – August 2010 in the Anadyr bay on the research vessel "Buhoro" (TINRO-center) trawl survey was performed within the 12-mile area. 3 species of sea urchin were found: *S. pallidus*, *S. droebachiensis* and *E. parma*.

The collected data allows to extend knowledge of the sea urchin quantitative distribution in the several parts of the Anadyr bay. It also shows the distribution of sea urchin concentrations on different depths and the correlation between the concentrations and the depths ranges.

### Введение

В результате предыдущих исследований разных авторов в Анадырском заливе были встречены *Strongylocentrotus pallidus*, *S. droebachiensis*, *S. polyacanthus*, *Echinarachnius parma* и *Brisaster townsendi*, но данных по распределению морских ежей в пределах 12-мильной зоны вышеуказанного залива до проведения наших исследований не было.

Морские ежи – одна из наиболее широко распространенных и массовых групп беспозвоночных прибрежной зоны северной части Мирового океана, играющих важную роль в морских экосистемах. Они являются объектом питания многих рыб, омаров, крабов, морских звезд, птиц [1] и каланов [2]. Давно стал классическим пример взаимоотношений морских ежей с каланами по схеме «хищник – жертва». Доказано, что степень напряженности между ними является ключевым моментом, определяющим структуру прибрежных сообществ [2–8]. Хищничество калана, прежде всего, выражается в процессах деградации поселений морских ежей – снижении биомассы, плотности и размеров ежей на мелководье [2, 6, 7, 9, 10]. В свою очередь, мощное влияние пастбы морских ежей на сообщества макрофитов является сутью механизма, регулирующего структуру и обилие водорослевого покрова и, в итоге, прибрежного сообщества в целом [11].

Морские ежи все больше привлекают внимание рыбохозяйственных организаций. Морские ежи рода *Strongylocentrotus* используются для изготовления деликатесных пищевых продуктов, высоко ценящихся на мировом рынке, и сырья для получения ценных биологически активных веществ. Плоские и сердцевидные морские ежи в пищу не используются, но применяются для изготовления лекарств. Так, например, эхинохром, получаемый преимущественно из плоских морских

ежей, используется в качестве лекарственных препаратов в кардиологии и офтальмологии [12]. Кроме того, морские ежи представляют особую ценность для ряда научных направлений, таких как биология развития, гистология и биохимия, являясь классическим модельным объектом.

Знание особенностей в разных районах дальневосточных морей России, их экологии и распределения необходимы при решении таких проблем, как оптимизация промысла, рациональное использование имеющихся здесь природных ресурсов ценных промысловых видов. Рассмотрению этих вопросов посвящена настоящая работа.

### Материал и методы

С 30 июля по 23 августа 2010 г. в Анадырском заливе на судне НИС РК МРТ «Бухоро» (ТИНРО-центр) проводилась траловая съемка в пределах 12-мильной зоны в координатах 62°20' – 66°09' с. ш., 178°05' в. д. – 175°00' з. д. на глубинах 9,5–75 м. За время работы выполнено 79 тралений (рис. 1). Поверхностная температура в районе исследований варьировала от 3,0°C до 11,85°C и в среднем составляла 8,05°C, придонная – от –1,4 до 9,8°C (в среднем 2,49°C). Время тралений составляло от 5 до 32 мин, скорость – от 2,6 до 3,0 узлов в час (в среднем 2,8).

Сбор и первичная обработка научной информации осуществлялась по стандартной методике. Карты распределения строили в программе Surfer 9. Для анализа и обработки данных использовали программу Microsoft Excel 2003 с пакетом статистического анализа.

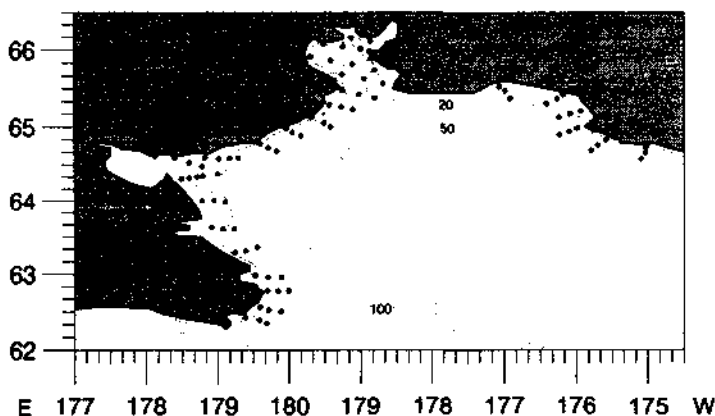


Рис. 1. Схема станций, выполненных на НИС РК МРТ «Бухоро» в период с 30 июля по 23 августа 2010 г.

### Результаты и обсуждение

За время исследований в Анадырском заливе встречалось два вида правильных морских ежей, относящихся к роду *Strongylocentrotus*: палевый морской еж – *S. pallidus* и зеленый морской еж – *S. droebachiensis*; а также плоский щитообразный морской еж – *Echinarachnius parma*.

Палевый морской еж и плоский морской еж встречались в западной части Анадырского залива; зеленый морской еж – в юго-западной и северо-восточной его частях, а также заливе Креста (рис. 2).

Наиболее высокая биомасса в Анадырском заливе была у *S. pallidus*, наименьшая – у *E. parma*. Так, из табл. 1 видно, что в общем улове ежей, собранных в Анадырском заливе, доля первого вида составляла более половины, тогда как на долю второго приходилось менее одного процента. Сравнительный анализ средней плотности распре-

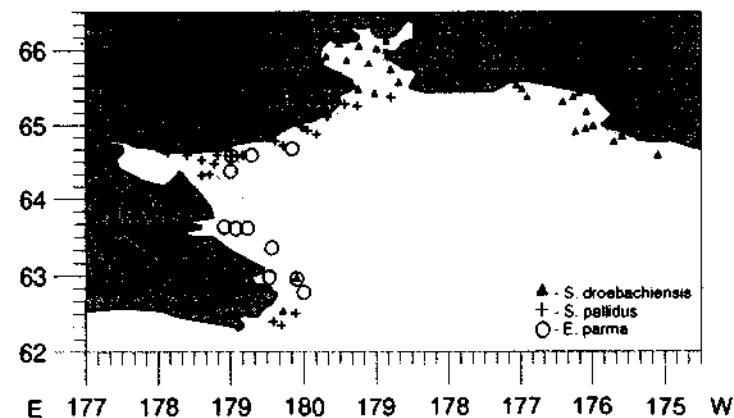


Рис. 2. Распределение морских ежей в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива

деления морских ежей показал, что наиболее высока она также у *S. pallidus*. Исходя из этого можно говорить, что именно этот вид относится к числу наиболее распространенных в районе и представляет наибольший интерес для промысла.

Таблица 1

## Характеристики уловов морских ежей в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива

Вид	% в улове	Средний улов на час траления, кг	Средняя плотность, кг/км <sup>2</sup>	Средний улов на трал, кг
<i>S. droebachiensis</i>	42,419	20,954	251,33	8,264
<i>S. pallidus</i>	57,357	32,949	395,137	13,834
<i>E. parma</i>	0,224	0,218	2,527	0,103

Изучение вертикального распределения морских ежей показало, что *E. parma* и *S. pallidus* встречались в диапазоне глубин 10–80 м, *S. droebachiensis* – от 9,5 до 70 м, при этом их биомасса в различных диапазонах глубин была разной. Если их общую биомассу принять за 100%, то процентное соотношение средней биомассы каждого вида на каждых последующих 10 м глубины изменялась неравномерно (табл. 2).

Таблица 2

Процентное соотношение средней биомассы (кг/км<sup>2</sup>) морских ежей по глубинам в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива

Глубины, м	<i>S. droebachiensis</i>	<i>S. pallidus</i>	<i>E. parma</i>
до 10	0,036	0	0
10–20	3,493	11,621	0,036
20–30	3,594	17,901	0,038
30–40	24,003	2,220	0,012
40–50	0,091	15,789	0,068
50–60	3,269	0,428	0,010
60–70	7,933	0	0
70–80	0	9,398	0,060

Анализ данных, приведенных в табл. 2, показывает, что *S. droebachiensis* встречается на глубинах от 9,5 до 70 м, при этом его основные скопления приходятся на глубины 30–40 м. Вертикальное распределение биомасс у *S. pallidus* иное. Его скопления приходятся на разные диапазоны глубин: 10–30 м, 40–50 и 70–80 м. Падение его средних биомасс на промежуточных глубинах можно объяснить, скорее всего, изменением типа грунтов и рельефа дна. Распределение третьего вида ежей *E. parma* можно охарактеризовать как дисперсное.

Максимальные уловы *S. droebachiensis* наблюдались на глубинах 30–40, 60–70 м; *S. pallidus* – на глубинах 10–30, 40–50, 70–80 м; *E. parma* – на глубинах 40–50, 70–80 м (табл. 3).

Таблица 3

## Средние уловы морских ежей на час траления по глубинам в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива

Глубины, м	Средние уловы на час траления, кг		
	<i>S. droebachiensis</i>	<i>S. pallidus</i>	<i>E. parma</i>
до 10	0,36	0	0
10–20	2,23	7,36	0,03
20–30	4,19	16,02	0,03
30–40	19,41	1,7	0,01
40–50	0,13	22,85	0,1
50–60	3,32	0,51	0,01
60–70	14,49	0	0
70–80	0	31,46	0,2

Сравнение особенностей распределения биомасс у *S. droebachiensis* и *S. pallidus* позволяет выявить определенную закономерность, которая выражается в том, что повышение их средних биомасс в определенных диапазонах глубин происходит как бы в противофазе, то есть увеличение массы одного вида сопровождается ее падением у другого. Это хорошо видно из той же табл. 2. Объяснить это явление можно, видимо, тем, что указанные виды являются пищевыми конкурентами.

Изучение пространственного распределения морских ежей в пределах Анадырского залива показало, что наиболее плотные скопления *S. droebachiensis* в Анадырском заливе находились

в районе с координатами 62°22'–62°40' с. ш., 179°38'–179°49' в. д., 65°32'–66°10' с. ш., 178°27'–179°05' з. д. и 64°44'–65°15' с. ш., 175°41'–176°11' з. д. Максимальные уловы *S. pallidus* были в районе, ограниченном координатами 65°08'–65°37' с. ш., 178°20'–179°02' з. д. *E. parva* образовывал скопление в западной части Анадырского залива в районе, ограниченном координатами 62°23'–63°57' с. ш., 178°36' в. д. – 179°53' з. д. Различия в уловах морских ежей в разных районах побережья Анадырского залива отчетливо видны на рис. 3, 4.

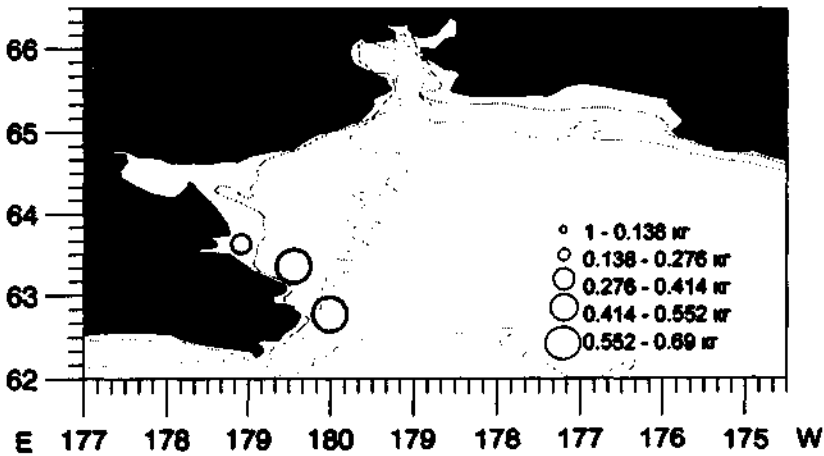
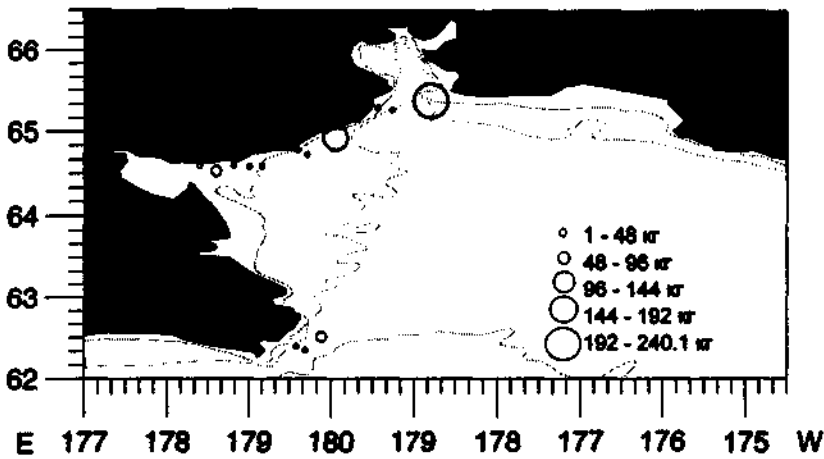
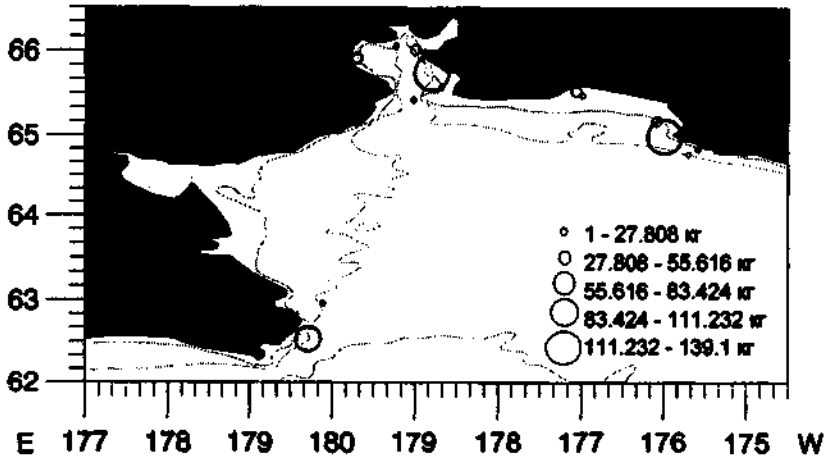


Рис. 3. Уловы морских ежей на час траления в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива

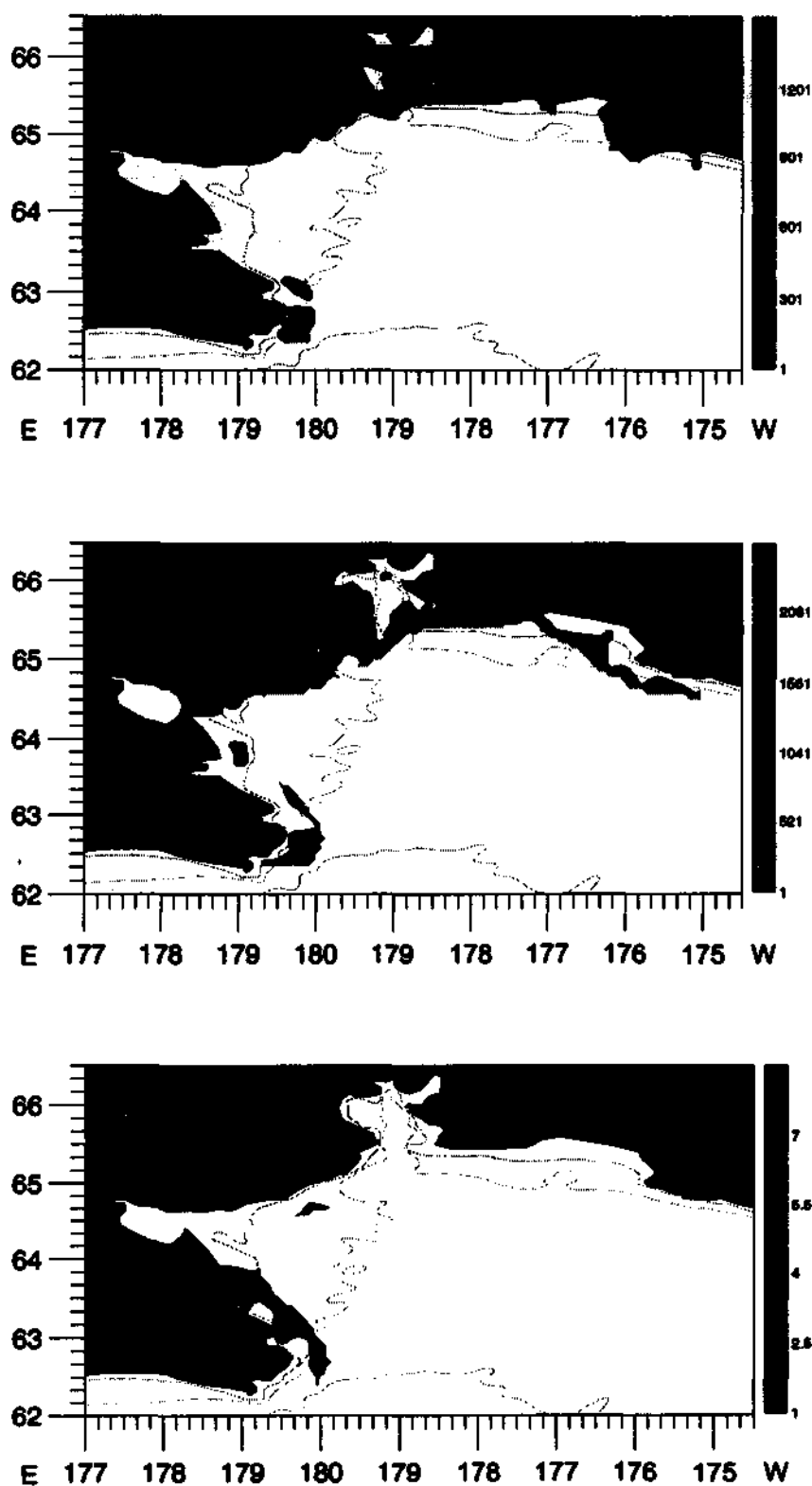


Рис. 4. Распределение морских ежей в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива.  
Шкала – плотность распределения ( $\text{кг}/\text{км}^2$ )

Наибольшие скопления *S. droebachiensis* наблюдались на биотопах II, III и IV типов биотопов, *S. pallidus* предпочитал биотопы I типа, *E. parma* образовывал скопления в юго-западной части Анадырского залива, где перепады глубин менее резкие (рис. 5).

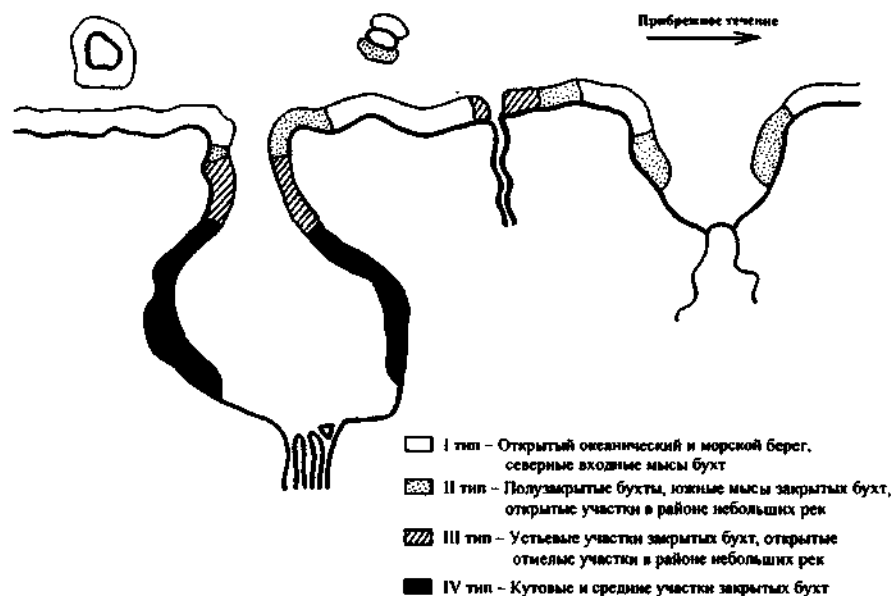


Рис. 5. Классификация биотопов скалистого побережья восточной Камчатки [11]

До проведения наших работ были известны лишь единичные находки морских ежей в прибрежной зоне Анадырского залива. Полученные в ходе наших исследований данные позволяют расширить сведения о количественном распределении по его отдельным районам и по разным глубинам, выявить распределение мест скопления морских ежей и диапазоны глубин, к которым они приурочены.

### Литература

1. Himmelmann J.H., Steel D.H. Foods and predators of the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in Newfoundland waters // Mar. Biol. - 1971. - 9: 315-322.
2. Estes J.A., Smith N.S., Palmisano J.F. Sea otter predator and community organization in the western Aleutian islands, Alaska // Ecology. - 1978. - 59: 822-833.
3. McLean J.H. Sublittoral ecology of kelp beds of the open coast areas near Carmel, California // Biol. Bull. - 1962. - 122: 95-114.
4. North W.J. In: Kelp Hab. Imp. Proj. - Calif. Inst. Technol. - 1965. - 33-41.
5. Ebert T.A. Growth rates of the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* related to food availability and spine abrasion // Ecology. - 1968. - 49: 1075-1091.
6. Lowry L.F., Pears J.S. Abalones and sea urchins in an area inhabited by sea otters // Mar. Biol. - 1973. - 23: 213-219.
7. Estes J.A., Palmisano J.F. Sea otter: their role in structuring nearshore communities // Science. - 1974. - 185: 1058-1060.
8. Simenstad C.A., Estes J.A., Kenyon K.W. Aleuts, sea otters, and alternate stable-state communities // Science. - 1978. - 200: 403-411.
9. Ошурков В.В., Бажин А.Г., Лукин В.И., Севостьянов В.Ф. Хищничество калана и структура сообществ бентоса Командорских островов // Биол. моря. - 1989. - № 6. - С. 50-60.
10. Ошурков В.В., Бажин А.Г., Лукин В.И. Изменение структуры бентоса Командорских островов под влиянием хищничества калана // Природные ресурсы Командорских островов. - М.: МГУ, 1991. - С. 171-184.
11. Бажин А.Г. Видовой состав, условия существования и распределение морских ежей рода *Strongylocentrotus* морей России: Дис. ... канд. биол. наук. - Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1995. - 126 с.
12. Левин В.С., Коробков В.А. Морские ежи России. Биология, промысел, использование. - СПб.: ДОРН, 2003. - 256 с.