

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 пастьбы 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.

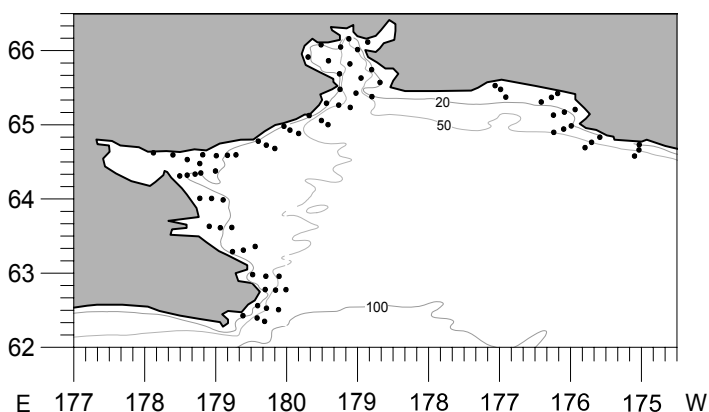


Рис. 1. Схема станций, выполненных на НИС РК МРТ «Бухоро» в период с 30 июля по 23 августа 2010 г.

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*.

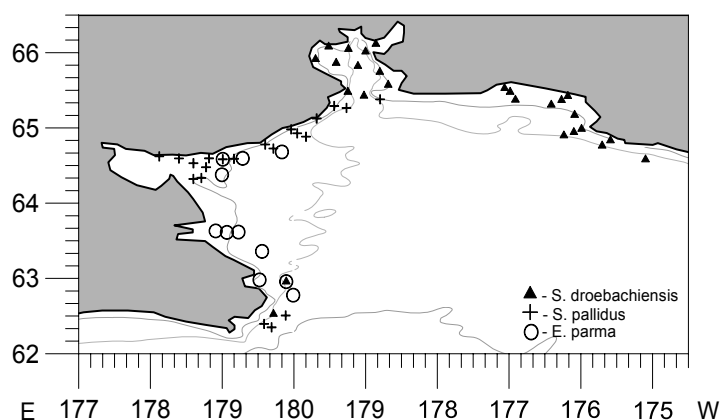


Рис. 2. Распределение морских ежей в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива

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-

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 ²	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/км²) 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. parma* 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.

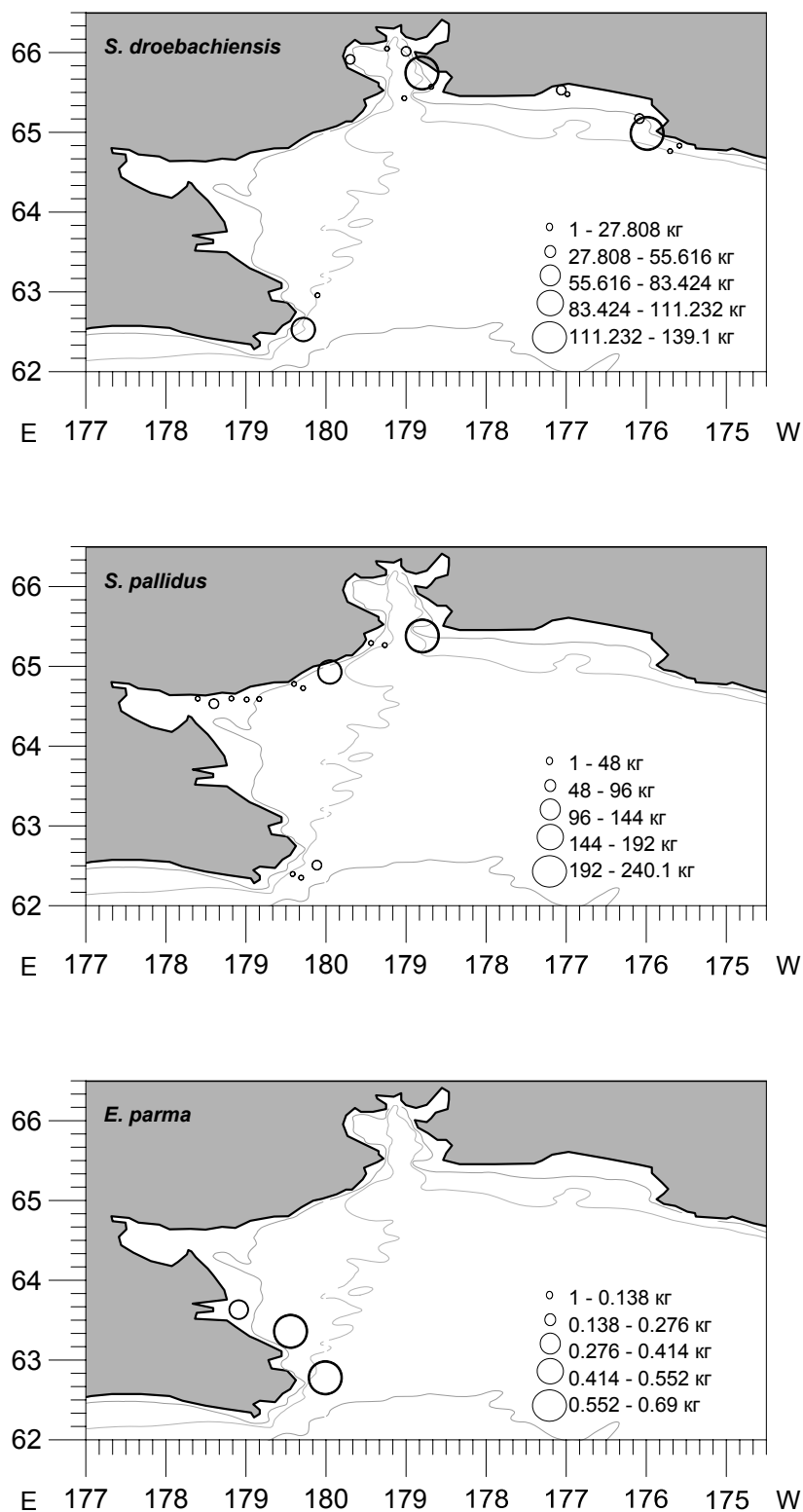


Рис. 3. Уловы морских ежей на час траления в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива

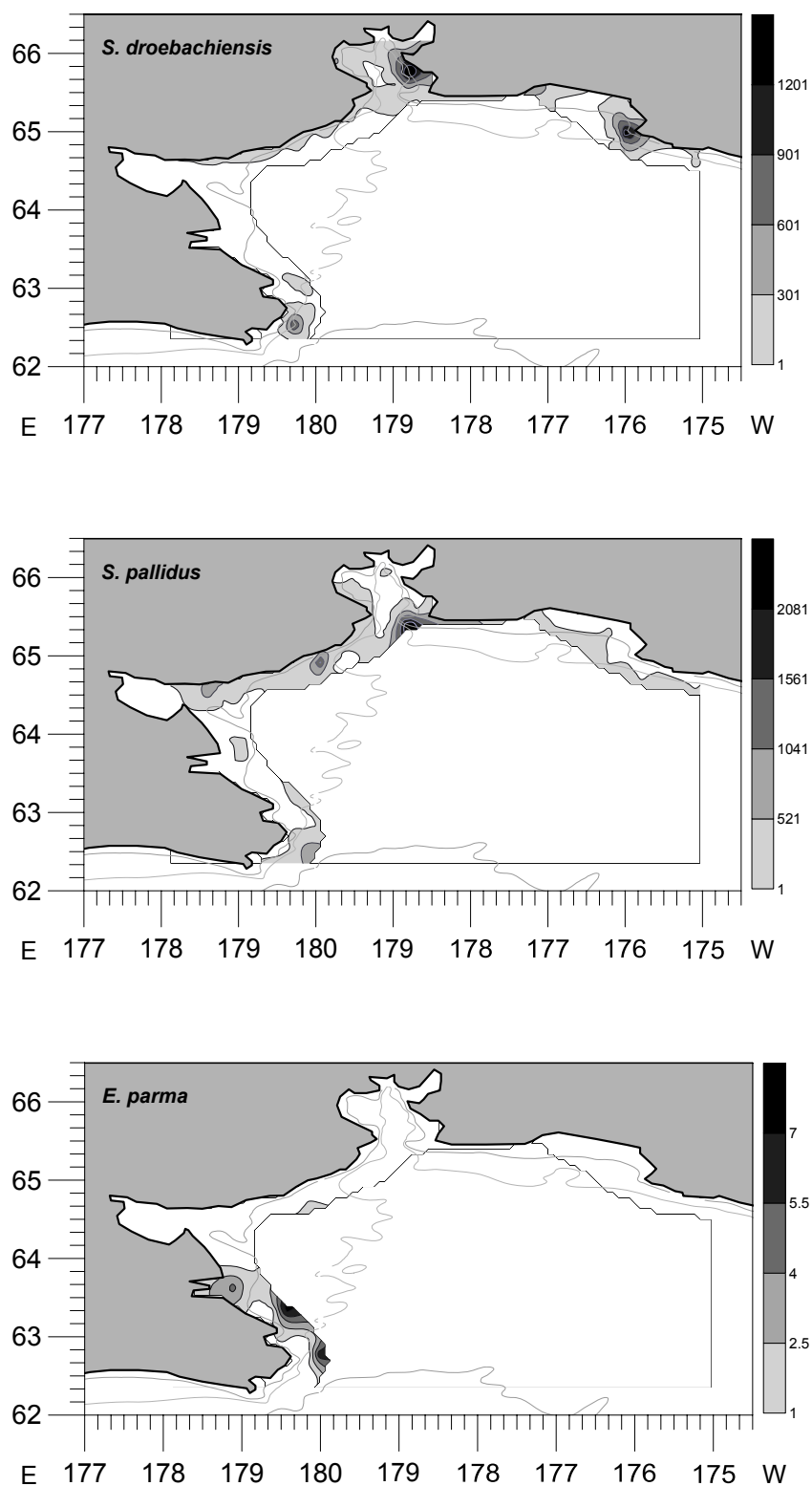


Рис. 4. Распределение морских ежей в пределах 12-мильной зоны Анадырского залива.
Шкала – плотность распределения (кг/км²)

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).

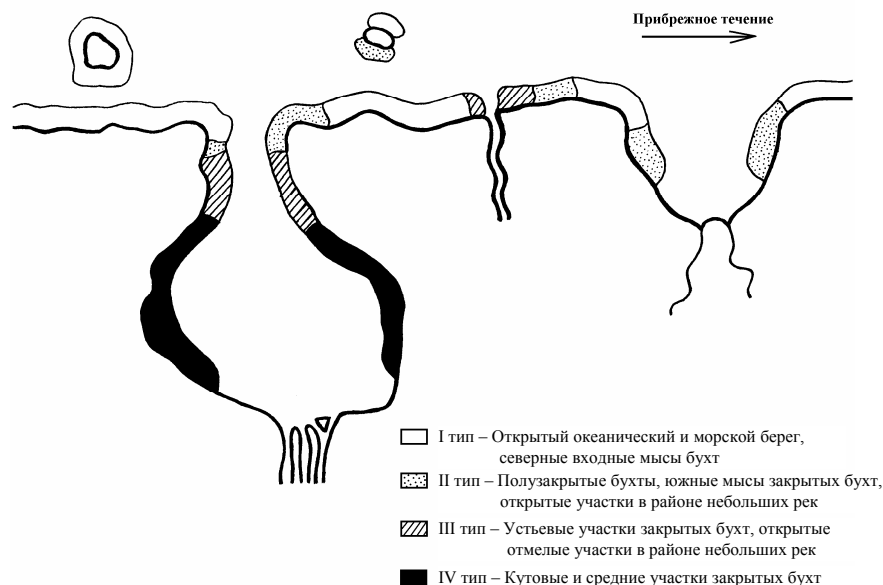


Рис. 5. Классификация биотопов скалистого побережья восточной Камчатки [11]

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 скоплений 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.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал публикует оригинальные статьи, удовлетворяющие критериям высокого научного качества и представляющие достаточно широкий интерес, по направлениям: естественнонаучное, технико-технологическое, гуманитарное, экономическое, биолого-экологическое, проблемы современного естествознания.

Объем статьи составляет не более 8–10 страниц текста, в том числе 4 рисунка (включая *а*, *б*). Статья должна представлять собой сжатое, четкое изложение полученных автором результатов без повторения одних и тех же данных в тексте, таблицах и рисунках. Статья должна обладать несомненной новизной, освещать вопросы проблемного значения, иметь прикладной характер и теоретическое обоснование.

Предоставление статей

Рукописи статей направляются в редакционную коллегию журнала для публикации по рекомендациям научно-методических семинаров кафедр или научных конференций. Решение официального органа или обсуждение на конференции приравниваются к положительной рецензии. Статьи обязательно подписываются всеми авторами на обороте последнего листа. Здесь же приводятся фамилия, имя, отчество и телефоны (раб./дом.) одного из авторов для переписки. Все материалы предоставляются распечатанными на ксероксной бумаге формата А4 и на дискете 3,5 (набренными в текстовом редакторе Microsoft Word, шрифт 11 Times New Roman, абзац сопровождается отступом в 0,7 см; печатать через 1,0 интервал). Поля зеркальные: верхнее – 23 мм, нижнее – 22 мм, снаружи – 20 мм, внутри – 28 мм.

Текст таблиц, подписи к рисункам, графикам и иллюстрациям набираются курсивом, 9 кеглем, через 1,0 интервал. Рисунки небольшого формата могут быть сверстаны в виде «форточек» (т. е. обтекаемые текстом). В данном случае расстояние между текстом и контуром рисунка, иллюстрации должно быть равно 0,9 см. Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor.

Печатный текст и электронный вариант должны быть идентичны. Статьи, оформленные с нарушением правил, редакцией не принимаются и возвращаются авторам без рассмотрения по существу.

Оформление статей

Начало статьи:

- индекс УДК, выровненный влево;
- через межстрочный интервал – название статьи прописными полужирными (заглавными) буквами, без переносов, выровненное по центру;
- через один межстрочный интервал – имена, отчества (инициалы), фамилии авторов и соавторов последовательно с выравниванием по правому краю (полужирным курсивом, с указанием в скобках места работы);
- через один межстрочный интервал – текст краткой аннотации (≈ 150 слов) на русском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10, курсив);
- через межстрочный интервал – текст аннотации на английском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10, курсив);
- через два межстрочных интервала – текст статьи (шрифт 11).

Рекомендуется обозначать подзаголовками все разделы статьи, например: **Введение, Методы, Результаты, Дискуссия, Выводы.**

Разметка статьи

Все формулы нумеруются, и на них должны быть ссылки в тексте в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой после ссылки. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа.

При делении таблицы на части допускается заменять ее головку или боковик соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы курсивом, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера таблицы.

Рисунки, вмонтированные в текст, должны быть векторными и правиться средствами Microsoft Word. Номер рисунка и подпись к нему печатаются ниже и выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования.

Литература. Цитируемая литература приводится под заголовком **Литература** в конце текста статьи. Все ссылки нумеруются. В ссылке указываются все соавторы и их инициалы. Для иностранных авторов ссылки даются на языке оригинала.

Номера ссылок в тексте должны идти строго по порядку и быть заключены в квадратные скобки. Цитирование двух или более работ под одним номером или одной и той же работы под разными номерами не допускается.

Примеры оформления библиографии

Книга одного автора

Акимов А.В. Мировое население: взгляд в будущее. – М.: Наука, 1992. – 145 с.

Книга двух авторов

Арцибасов И.Н., Егоров С.А. Вооруженный конфликт: право, политика, дипломатия. – М.: Международные отношения, 1989. – 171 с.

Книга трех авторов

Ажгибкова Г.Н., Федорова И.Н., Петренко К.И. Социальные основы политической системы. – М.: Наука, 1991. – 223 с.

Книга, имеющая более трех авторов

Социальное развитие: история, теория, исследование / Дж. Грузек, Х. Литтон, В. Нортон и др. – М.: Мысль, 1992. – 261 с.

Официальные документы

О назначении Родионова П.А. министром Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации // Рос. вести. – 1995. – 5 авг.

О недрах: Закон Российской Федерации от 24 октября 1996 г. № 1138 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1996. – № 38.

Материалы конференций, совещаний, семинаров

Совершенствование системы местного самоуправления: Материалы рос. науч.-практ. конф., Москва, 10–11 дек. 1995 г. – М.: Мысль, 1995. – 312 с.

Учебное пособие, хрестоматия, словарь, справочник

История экономических учений: Учеб. пособие для вузов / Отв. ред. Г.Я. Кузнецов. – 2-е изд., дораб. – М.: Мысль, 1995. – 330 с.

Депонированные научные работы

Портнягин Н.Н., Пюкке Г.А. Имитационная модель судового генераторного агрегата с САРН и АРЧ. – М., 2000. – С. 1–2. – Деп. в ФАП ВНИИЦ 31.10.2000. ФН 50200000187.

Сборник различных материалов

Проблемы местного самоуправления: Документы и материалы. – 2-е изд., доп. – М.: Наука, 1997. – 231 с.

Статья из сборников, продолжающихся изданий, журналов, газет и т. д.

из сборников одного автора

Жуков Д.А. Художник Верещагин // Д.А. Жуков. Богатырское сердце. – М.: Наука, 1993. – С. 4–93.

из сборников различных материалов

Куницкий К.В. Агропромышленный комплекс: проблемы и опыт // Повышать эффективность агропромышленного комплекса: Сб. статей. – М.: Экономика, 1995. – С. 28–39.

из сборника официальных материалов

Об усилении ответственности за нерациональное использование материальных ресурсов: Постановление Правительства России от 5 мая 1995 г. // Справочник экономиста. – М.: Экономика, 1995. – Вып. 3. – С. 153–161.

из хрестоматии, словаря

Петров А.В. Рабочий класс и забастовки // Хрестоматия по конфликтам. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1995. – С. 339–411.

из газеты

Халипов В.В. Социальная культура общества: тенденции становления // Известия. – 1994. – 17 янв.

из журнала

Выготский В.С. Психология личности // Политические исследования. – 1994. – № 3. – С. 50–67.

Авторские свидетельства, патенты, диссертации, авторефераты

Березовская В.А. Гидрохимические режимы Авачинской губы: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ростов н/Д, 1988. – 25 с.

Если статья принята к публикации в каком-то из журналов, то указывается название журнала и делается пометка «в печати».

Образец оформления статьи

УДК...

Межстрочный интервал

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (ПОЛУЖИРНЫМИ ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ)

Межстрочный интервал

Имя, отчество (инициалы), фамилия

Межстрочный интервал

Текст краткой аннотации (150 слов) (*шрифт 10, курсив*)

Межстрочный интервал

Текст английской аннотации (*шрифт 10, курсив*)

Два межстрочных интервала

Отступ 0,7 см. Текст статьи (шрифт 11)

Два межстрочных интервала

Литература (шрифт 11)

Межстрочный интервал

1. ...

2. ...

Издание зарегистрировано в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи
и массовых коммуникаций по Камчатскому краю
ПИ № ТУ 14-00048 от 21 ноября 2008 г.

Главный редактор А.Я. Исаков
Научный редактор Н.Г. Ключкова

Редактор О.В. Ольхина
Технический редактор Е.Е. Бабух
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух

Адрес редакции:

683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35
Тел. (4152) 300–953. Факс (4152) 424–538
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru

Подписано в печать 16.12.2010 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 13,1. Уч.-изд. л. 13,57. Усл. печ. л. 14,41
Тираж 500 экз. Заказ № 133

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства
ФГОУ ВПО «Камчатский государственный технический университет»