

УДК 595.384.2

А.К.Клитин, А.А.Крутченко
(СахНИРО, г. Южно-Сахалинск)

**СЕЗОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНОГО
ВОЛОСАТОГО КРАБА (*ERIMACRUS ISENBECKII*)
У ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ САХАЛИНА**

По результатам шести траловых съёмки (1989–2000 гг.) рассмотрены сезонные особенности распределения четырехугольного волосатого краба (*Erimacrus isenbeckii*) во взаимосвязи с его жизненным циклом и условиями среды. Наиболее плотная часть популяции расположена в гидродинамически активном районе в южной части западносахалинского шельфа (южнее 47°00' с.ш.), который отличается чередованием песчаных, ракушечных грунтов с выходами коренных пород и высокой биомассой эпифауны. Весной и, по-видимому, зимой крабы занимают наиболее глубоководную зону ареала популяции со средневзвешенными глубинами 89 м для самцов и 117 м для самок. По мере прогрева воды крабы мигрируют к берегу. При этом самки в ходе весенне-летней миграции достигают меньших глубин (в среднем 42 м), чем самцы (57 м). Осенне-зимнее выхолаживание прибрежных вод в северной части исследуемого района (севернее 47°40' с.ш.) происходит более интенсивно, чем на юге, что способствует более активным миграциям крабов на глубины до 200 м. Вертикальные миграции четырехугольного волосатого краба в южной части западносахалинского шельфа не столь отчетливы, как на севере. В северном подрайоне плотность распределения *E. isenbeckii* заметно ниже, а его средние и минимальные размеры достоверно больше, чем в южном подрайоне. Учитывая, что подобная разница в размерах сохраняется, по крайней мере, в течение последних 25 лет, скорее всего она является следствием миграции крупных самцов в северном направлении. Данные планктонных съёмок показывают, что выклев личинок четырехугольного волосатого краба у западного Сахалина происходит в апреле—мае исключительно на юге западносахалинского шельфа (южнее 47°00' с.ш.).

Klitin A.K., Krutchenko A.A. Seasonal distribution of horsehair crab (*Erimacrus isenbeckii*) offshore of western Sakhalin Island // *Izv. TINRO*. — 2004. — Vol. 138. — P. 242–257.

Seasonal peculiarities of horsehair crab (*Erimacrus isenbeckii*) distribution determined by its living cycle and environmental conditions have been studied on the base of the data collected during six trawl surveys along the western coast of Sakhalin Island conducted in 1989–2000. To define more precisely the location of reproductive grounds, distribution of the horsehair crab larvae was investigated in six plankton surveys conducted in April—June of 1998–2000. Commercial fishery data were taken for this study, as well.

The denser part of the population is located in the area of high hydrodynamic activity in the southwestern part of the Sakhalin shelf (southward from 47°00' N) that is distinguished by alternating sand and shell substrata with rock inclusions and high biomass of epifauna. In spring and, apparently, in winter the horsehair crabs occur in the deepest part of their population areal at mean depths of 89 m for males and 117 m for females, particularly in the areas with water temperature 2.0

and 1.9 °C, respectively. As water temperature increases in summer, the horsehair crabs migrate shoreward. During the spring-summer migration, females are found in shallower waters (in average 42 m depth) than males (57 m). Bathymetric migrations of the crabs have seasonal character and are caused by the species adaptation to variation of bottom temperature. Temperature lowering in autumn-winter is more intensive in the northern part of the surveyed area (northward from 47°40' N) than in its southern part that promotes more active crabs migration to the depths of 200 m in the north. The downward migration of the horsehair crab in the southwestern Sakhalin shelf is not so distinct as in the northwestern shelf. Besides, the density of *E. isenbeckii* distribution is considerably lower in the northwestern shelf and its mean and minimum sizes are trustworthily larger than in the south. Taking into account that such difference in size remains stable during at least recent 25 years, it could be reasoned by northward migration of large-size crabs, but not by catch of commercial fraction of the population.

Plankton data show the occurrence of the horsehair crab larvae southward from 47°00' N only, where they occur from April to May. This term coincides with the time of spawning registered by biological state of females in the pot catches. *E. isenbeckii* females don't participate in reproduction in the northern part of the surveyed area, or larvae abundance is very low there. So, the reproductive area of the western Sakhalin population of horsehair crab is located off southwestern Sakhalin Island.

Четырехугольный волосатый краб (*Erimacrus isenbeckii Brandt*) — обычный обитатель шельфовой зоны Японского, Охотского и Берингова морей. Его промысел у берегов п-ова Корея и Японии известен с начала 1930-х гг. (Kawakami, 1934; Abe, 1992), в Беринговом море — с 1979 г. (Armetta, Stevens, 1987), у берегов Сахалина и южных Курильских островов — с 60-х гг. прошлого столетия. Этот объект промысла считается деликатесным в Японии, но в России спросом не пользуется. У западного побережья Сахалина промысел четырехугольного волосатого краба первоначально вели японские рыбаки, российские суда приступили к его промыслу в 1986 г. Максимальный вылов *E. isenbeckii* за последние 20 лет (613 т) в этом районе был отмечен в 1991 г.

В Беринговом море четырехугольный волосатый краб встречается от северного побережья п-ова Аляска до о-вов Прибылова и Святого Матфея и вдоль Алеутских островов от о. Унимак до западной стороны о. Атту (Armetta, Stevens, 1987). В западной части Тихого океана данный вид распространен вдоль восточного побережья Корейского полуострова, Приморья, вдоль обоих побережий Японии, у берегов Сахалина, южных (Южно-Курильский пролив, побережье о. Итуруп) и северных Курильских островов (о. Шумшу). З.И.Кобякова (1979) отмечала его в побережье о. Маканруши (Курильские острова). У западного побережья Камчатки он не проникает севернее мыса Хайрюзова, а у восточного — севернее Кроноцкого залива (Слизкин и др., 2001). У побережья Сахалина *E. isenbeckii* встречается у западного побережья от мыса Крильон на юге до 49°30' с.ш. на севере, в зал. Анива, с восточной стороны Тонино-Анивского полуострова и в зал. Терпения (Кочнев, 1981; Иванов, 1993). Распространение четырехугольного волосатого краба в северной части Охотского и Беринговом море не позволяет считать его, вопреки мнению А.Г.Слизкина с соавторами (2001), низкобореальным видом. Согласно принятой номенклатуре зональных ареалов (Кафанов, Кудряшов, 2000), *E. isenbeckii* следует отнести к числу широко распространенных бореальных видов.

Краткая информация по распределению и в меньшей степени биологии четырехугольного волосатого краба у западного Сахалина содержится в работах Ю.Р.Кочнева (1981) и В.Ф.Иванова (1993). Более подробные сведения о распределении и миграциях этого вида приводят в своей работе М.В.Переладов с соавторами (1999). Авторы статьи проводили исследования в 1995–1997 гг. в южной части западносахалинского шельфа с помощью крабовых ловушек. При этом они отмечают более высокую селективность этих орудий лова по отноше-

нию к самкам четырехугольного волосатого краба, зона эффективного лова для которых, по их мнению, значительно меньше, чем для самцов. А.Г.Слизкин с соавторами (2001) считают, что увеличению уловов мелких самок в ловушках “способствуют” половозрелые самцы, которые “заносят” их в ловушки в период “ухаживания”. Поведению четырехугольного волосатого краба в естественных условиях и вблизи орудий лова посвящена работа М.В.Переладова (1999). В работе Ю.Р.Кочнева и К.Г.Галимзянова (1986) приводятся предельная и средняя плодовитость этого вида и размеры икроносных самок в водах Сахалина.

К настоящему времени в СахНИРО в результате многочисленных траловых и планктонных съёмок накоплен обширный материал по распределению взрослых особей и личинок четырехугольного волосатого краба. Цель данной публикации — изучение сезонных особенностей распределения *E. isenbeckii* во взаимосвязи с его жизненным циклом и условиями среды. Данные по распределению личинок и биологическому состоянию самок позволили определить расположение репродуктивной зоны западносахалинской популяции. Поскольку у четырехугольного волосатого краба все этапы процесса размножения (оплодотворение самок, выталкивание эмбрионов и выпуск личинок) значительно разделены во времени, то под репродуктивной зоной понимали в первую очередь район выпуска личинок самками. Данные по размерному составу позволили рассмотреть распределение разных размерных групп крабов в районе исследований.

Основой для этой работы послужили результаты шести траловых съёмок, проведенных в 1989–2000 гг. на судах ТУРНИФ и СахНИРО. Траловые съёмки выполняли в период с марта по ноябрь на глубинах от 13 до 580 м. Общее число выполненных тралений составило 436, в ходе них биологическому анализу были подвергнуты 1040 самцов и 200 самок четырехугольного волосатого краба. Схема станций, выполненных в различные сезоны, представлена на рис. 1. В качестве орудия лова использовали, как правило, 27,1, 32,5 или 35,0-метровый тралы с мягким грунтропом.

Продолжительность траления составляла 30 мин, скорость хода 2,4–3,2 уз. Горизонтальное раскрытие трала принимали за 60 % от длины верхней подборы. Для оценки коэффициента уловистости трала использовали данные, полученные при погружениях подводного аппарата (ПА) “ТИНРО-2”. Коэффициент уловистости определяли с помощью полигонного метода (Zaferman, 1981), для чего находили отношение средней плотности краба на грунте по данным траления при коэффициенте уловистости, равном единице, к его средней плотности по данным, полученным в ходе погружения на ПА. В результате для расчетов был использован коэффициент уловистости трала, равный 0,63.

Общий объём выполненных исследований и собранного материала приведен в табл. 1. Для выяснения оптимальных условий обитания и влияния факторов среды на пространственное распределение четырехугольного волосатого краба у западного побережья Сахалина использовали метод количественно-экологических ареалов (Zenkevitch and Brotsky, 1939). Суть метода состоит в построении схемы распределения плотности (уловов) объекта в зависимости от параметров среды. Для построения рисунков пространственного распределения и реализации метода количественно-экологических ареалов применяли компьютерную программу Surfer for Windows. В рамках этой программы для интерполяции данных использован метод “kriging” (Wackernagel, 1995).

По аналогии с работой американских гидробиологов Арметты и Стивенса (Armetta, Stevens, 1987) для каждого из трех сезонов мы определили средневзвешенные значения глубины обитания четырехугольного волосатого краба, которые рассчитывали с учетом плотности его распределения на каждой траловой станции.

Для более точного определения расположения репродуктивной зоны в ареале популяции рассматривали распределение личинок четырехугольного волоса-

того краба в ходе шести планктонных съёмок, выполненных у западного побережья Сахалина 30.05–5.06.1998 г., 16–30.05.1999 г. и 7.04–2.05.2000 г. (рис. 2) на глубинах от 11 до 320 м. Общее число планктонных станций составило 108 в 1998 г., 243 — в 1999 г. и 193 — в 2000 г. В 1999 г. пробы зоопланктона на каждой станции отбирали с двукратной повторностью.

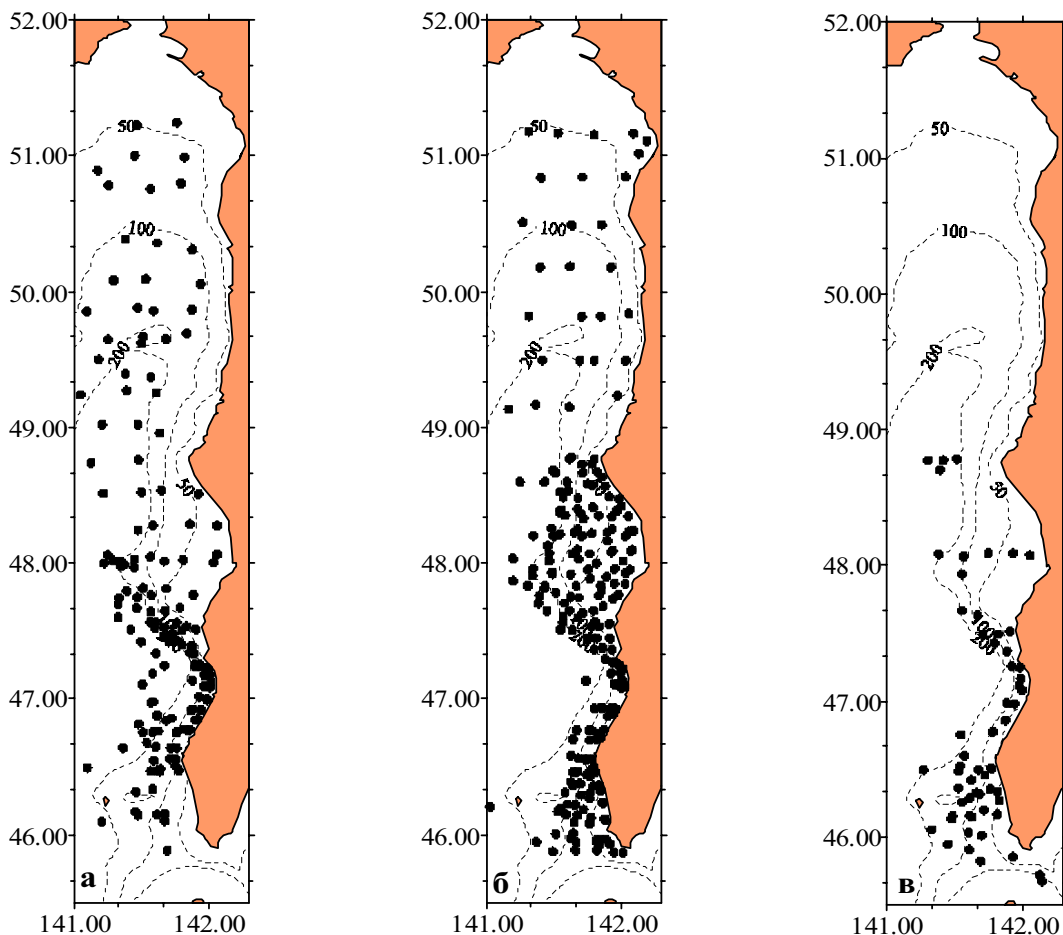


Рис. 1. Схема траловых станций, выполненных у западного Сахалина (обобщенные данные за 1989–2000 гг.): **а** — весной, **б** — летом, **в** — осенью

Fig. 1. Location of trawl stations offshore of western Sakhalin Island (generalized data collected in 1989–2000): **a** — spring, **б** — summer, **в** — autumn

Сбор зоопланктона выполняли постанционно икорной сетью ИКС-80 (диаметр 0,8 м, площадь 0,5 м², газ № 14) в соответствии с “Инструкцией по сбору и первичной обработке планктона в море” (1980). На каждой станции лов зоопланктона осуществляли вертикально в слое 100–0 м, на меньших глубинах тотально — дно—поверхность. Из каждой пробы отбирали личинок десятиногих ракообразных, просчитывали и определяли виды и стадии развития. Определение личинок крабов

Таблица 1
Объём материала по четырехугольному волосатому крабу, собранного у западного Сахалина в 1989–2002 гг.

Table 1
The volume of the materials on horsehair crab collected offshore of western Sakhalin Island in 1989–2002

Общее количество траловых съёмок	6
Число траловых станций	436
Число планктонных съёмок	6
Число планктонных станций	544
Биоанализы из уловов трала, экз.	1240
Биоанализы из уловов ловушек, экз.	13707

проводили по Р.Р.Макарову (1966), Курате (Kurata, 1963), Сасаки и Михаре (Sasaki, Mihara, 1993). Возрастные стадии зоэа четырехугольного волосатого краба не определяли. За весь период было собрано 97 зоэа этого вида. Полученные результаты обчислены на 1 м² поверхности моря и нанесены на карты с использованием компьютерной программы Surfer-32 for Windows.

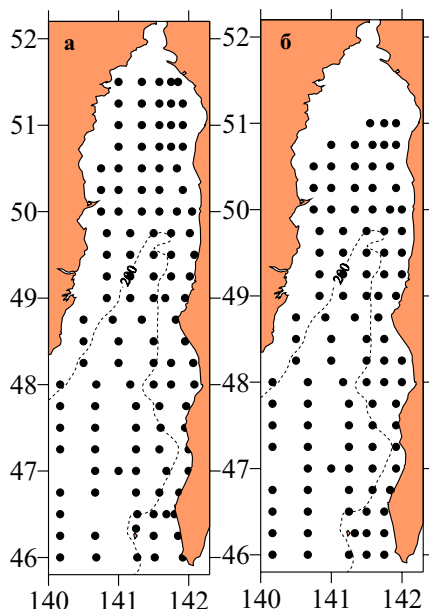


Рис. 2. Схема планктонных станций у западного Сахалина: **а** — в 1999 г., **б** — в 2000 г.

Fig. 2. Location of plankton stations offshore of western Sakhalin Island: **a** — in 1999, **b** — in 2000

Для дополнительного подтверждения информации о сроках и районах выпуска личинок, полученной в ходе планктонных съёмов, были использованы биостатистические данные из промысловых уловов крабовых ловушек за 2001–2002 гг. Промысел проводили в южной части Татарского пролива в местах наибольшей концентрации четырехугольного волосатого краба. В ходе выполнения этих работ был дополнительно проведен биоанализ 3375 экз. самок. В качестве орудий лова использовали крабовые ловушки, выполненные по японскому образцу и имеющие форму усеченного конуса с размером ячеи 4 x 4 или 3 x 3 см. В одном порядке находилось от 50 до 150 ловушек, расстояние между ловушками равнялось 20 м. В качестве приманки применяли дефростированный минтай, реже — сельдь, горбушу, кальмар, средняя масса приманки составляла 0,3–0,5 кг на одну ловушку.

Сбор и обработку материалов проводили по стандартной методике (Аксютин, 1968; Лакин, 1976; Руководство ..., 1979; Зайцев, 1991; Левин, 1994). Стандартный биологический анализ крабов включал измерение ширины и длины карапакса, определение пола, взвешивание, определение личиночной категории у самцов, стадий зрелости и наличие пробок копуляции — у самок.

Сезонные особенности распределения краба

По данным траловых съёмов, у западного побережья Сахалина четырехугольный волосатый краб распространен от южной границы района исследований (45°43' с.ш.) до 49°30' с.ш. Верхние и нижние границы температурного и глубинного диапазона, при которых этот вид встречался в уловах донных тралов, в рассматриваемом районе представлены в табл. 2 и на рис. 3.

В весенний период крабы держались в интервале глубин 22–250 м при положительных значениях температуры придонного слоя воды (табл. 2). Наиболее плотные скопления были расположены вблизи мыса Кузнецова (45°43'–46°20' с.ш.), на Ильинском мелководье (47°40'–48°20' с.ш.) и в районе координат 47°31' с.ш. и 141°36' в.д. на глубине 180 м (рис. 4). Максимальная плот-

Таблица 2

Условия обитания и максимальная плотность четырехугольного волосатого краба на шельфе западного Сахалина по данным траловых съёмок 1989–2000 гг.

Table 2

Habitat conditions and maximum density of horsehair crab on the West Sakhalin shelf according to trawl survey data of 1989–2000

Показатель	Весна	Лето	Осень	Весь период
Число станций	149	228	59	436
Самцы				
Глубина распространения, м	22–250	17–153	28–210	17–250
Глубина макс. плотности, м	82	33	55	55
Средневзвешенная глубина, м	88,6	56,8	68,3	
T, °C	-1,5–4,6	1,06–10,75	1,1–8,4	-1,5–10,75
T, °C в районе макс. плотности	2,0	3,6	5,6	5,6
Макс. плотность, экз./милю ²	2405	9358	14222	14222
Средняя плотность, экз./милю ²	451,7	926,5	666,2	
Самки				
Глубина распространения, м	22–250	17–146	44–210	17–250
Глубина макс. плотности, м	180	23	55	23
Средневзвешенная глубина, м	116,5	42,4	79,0	
T, °C	0,6–3,1	1,06–11,72	1,1–8,4	0,6–11,72
T, °C в районе макс. плотности	1,9	4,1	5,6	4,1
Макс. плотность, экз./милю ²	1635	3375	2910	3375
Средняя плотность, экз./милю ²	117,1	176,1	229,2	

Рис. 3. Распределение плотности скоплений четырехугольного волосатого краба у западного Сахалина в зависимости от температуры и глубины (осредненные данные по траловым съёмкам 1989–2000 гг.): а, б — весна; в, г — лето; д, е — осень; а, в, д — самцы; б, г, е — самки; n — число наблюдений

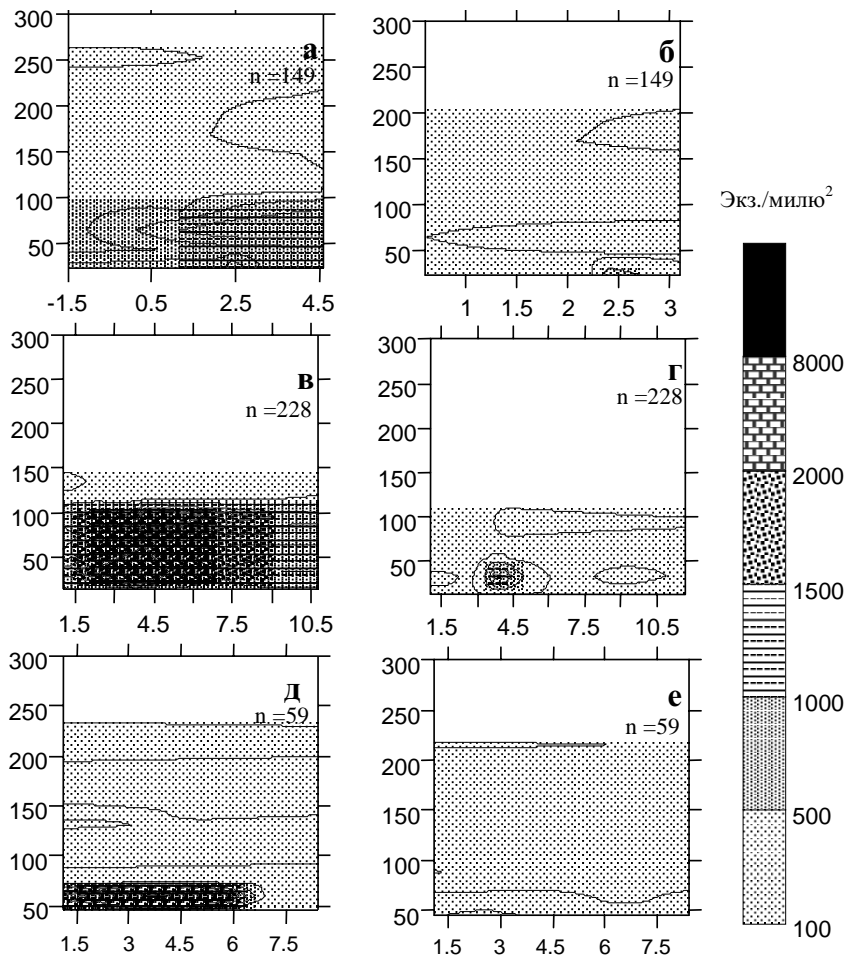


Fig. 3. The distribution of horsehair crab density offshore of western Sakhalin Island depending on temperature and depth (average data on trawl surveys of 1989–2000): а, б — spring; в, г — summer; д, е — autumn; а, в, д — males; б, г, е — females; n — number of observations

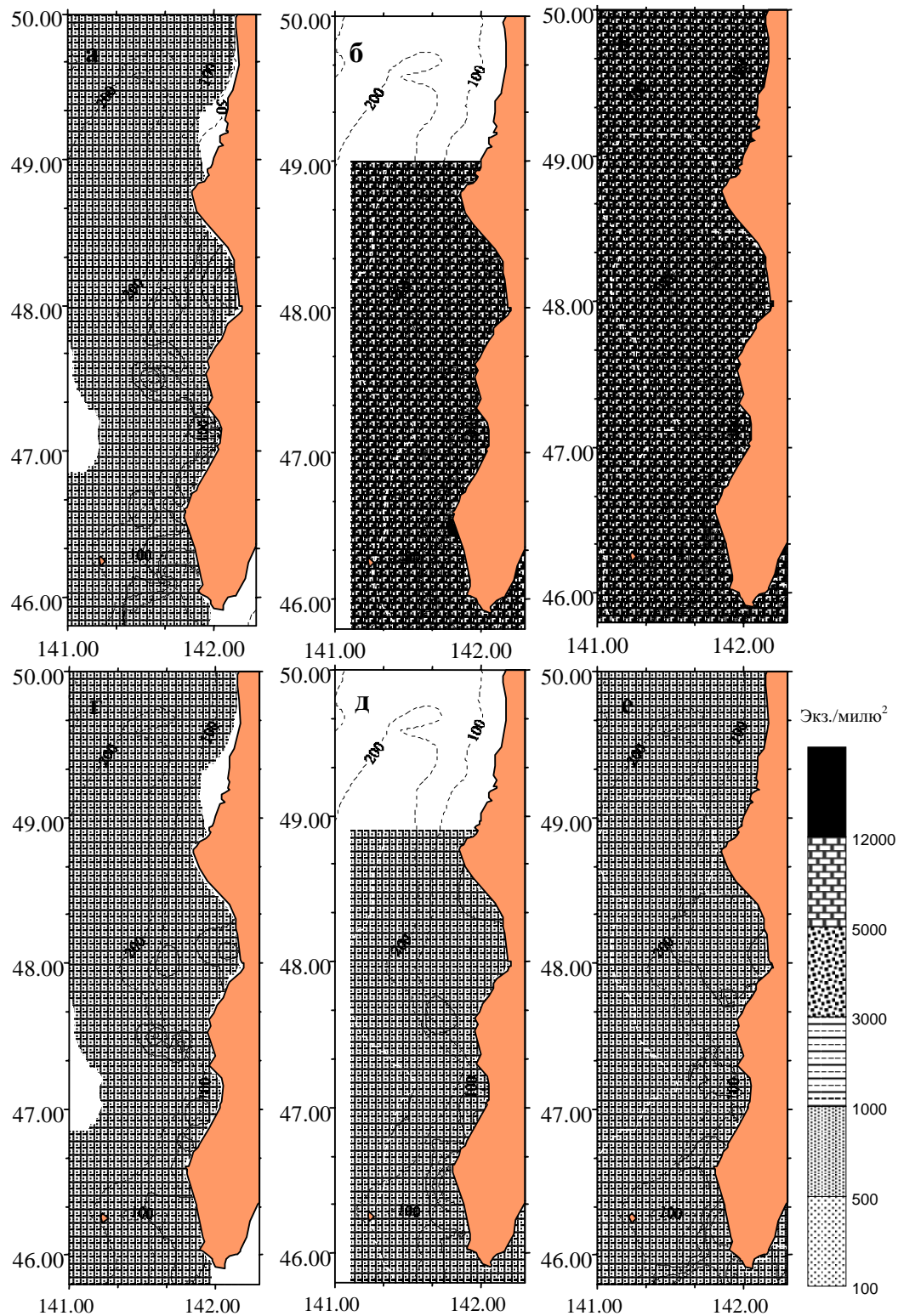


Рис. 4. Распределение скоплений четырехугольного волосатого краба у западного побережья Сахалина: **а, г** — в марте—мае 1989 г.; **б, д** — в июне—июле 1991 г.; **в, е** — в сентябре—ноябре 1989 г.; **а, б, в** — самцы; **г, д, е** — самки

Fig. 4. The distribution of horseshair crab offshores of western Sakhalin: **а, г** — from March to May, 1989; **б, д** — June and July, 1991; **в, е** — from September to November, 1989; **а, б, в** — males; **г, д, е** — females

ность распределения самцов была отмечена юго-западнее мыса Кузнецова на глубине 82 м. У самок максимальную плотность распределения наблюдали в районе с координатами 47°31' с.ш. и 141°36' в.д. на глубине 180 м. Следует отметить, что траловыми съёмками в весенний период не была охвачена прибрежная часть шельфа с глубинами менее 50 м на участке от траверза мыса Лопатина до траверза мыса Крильон.

В июне—июле основные скопления были расположены на участке шельфа от мыса Крильон до мыса Слепиковского на глубинах 17–159 м. В районе Ильинского мелководья плотность и площадь распределения четырехугольного волосатого краба были заметно ниже по сравнению с весенним периодом. Максимальную плотность самцов наблюдали несколько южнее траверза мыса Лопатина на глубине 33 м. Максимальная плотность самок отмечена в этом же районе на глубине 23 м.

Осенью крабы были встречены в интервале глубин 28–210 м, температура придонного слоя воды в местах их поимки варьировала от 1,1 до 8,4 °С. Скопления четырехугольного волосатого краба были обнаружены в районе от 45°43' до 48°05' с.ш. Максимальная плотность самцов отмечена севернее мыса Кузнецова на глубине 55 м. У самок максимальную плотность распределения наблюдали в районе с координатами 45°49' с.ш. и 141°41' в.д.

Сравнение средневзвешенных значений глубины обитания четырехугольного волосатого краба за разные сезоны года показало, что наиболее заметное уменьшение этого показателя (на 32 м для самцов и на 75 м для самок) происходит при переходе от весны к лету. Осенью крабы вновь мигрируют на участки дна с большими глубинами. При этом средневзвешенная глубина обитания самок изменяется более значительно, чем у самцов.

Распределение личинок

В третьей декаде апреля 1998 г. зоэа четырехугольного волосатого краба были встречены у юго-западного Сахалина на 5 станциях южнее 47°15' с.ш., максимальная концентрация личинок (50 экз./м²) отмечена в районе 46°00' с.ш. над глубиной 51 м (рис. 5, а, табл. 3).

Таблица 3

Условия развития зоэа четырехугольного волосатого краба в Татарском проливе в 1998–2000 гг.

Table 3

Development conditions of zoea of horsehair crab in the Tatar Strait in 1998–2000

Год съёмки	Сроки	ЧВ*, %	Температура поверхн., °С		Глубина, м**	
			Пределы	Макс. улова	Пределы	Макс. улова
1998	20–26.04	4,6	1,7–3,3	2,2	37–128	
1999	27.03–1.04	3,7	0,33–2,8	2,8	105–115	115
1999	22.04–30.04	2,6	2,0–4,0	2,0	18–148	22
1999	12–18.05	4,1	2,9–4,7	2,9	21–52	27
2000	7–16.04	6,8	1,6–4,6	2,4	59–1114	59
2000	26.04–2.05	7,8	1,1–6,2	5,1	22–716	22

* Частота встречаемости.

** Глубины, над которыми встречены личинки.

В марте—апреле 1999 г. плотность скоплений зоэа была значительно ниже и не превышала 4 экз./м² на крайнем юге (46°00' с.ш.) района исследований. В середине мая 1999 г. личинки были встречены на юге района (46°10'–46°30' с.ш.), где их плотность достигала 8 экз./м², и на Ильинском мелководье (48°00' с.ш.), где она не превышала 4 экз./м² (рис. 6).

В первой половине апреля 2000 г. зоэа четырехугольного волосатого краба были встречены на 7 планктонных станциях у юго-западного побережья Сахали-

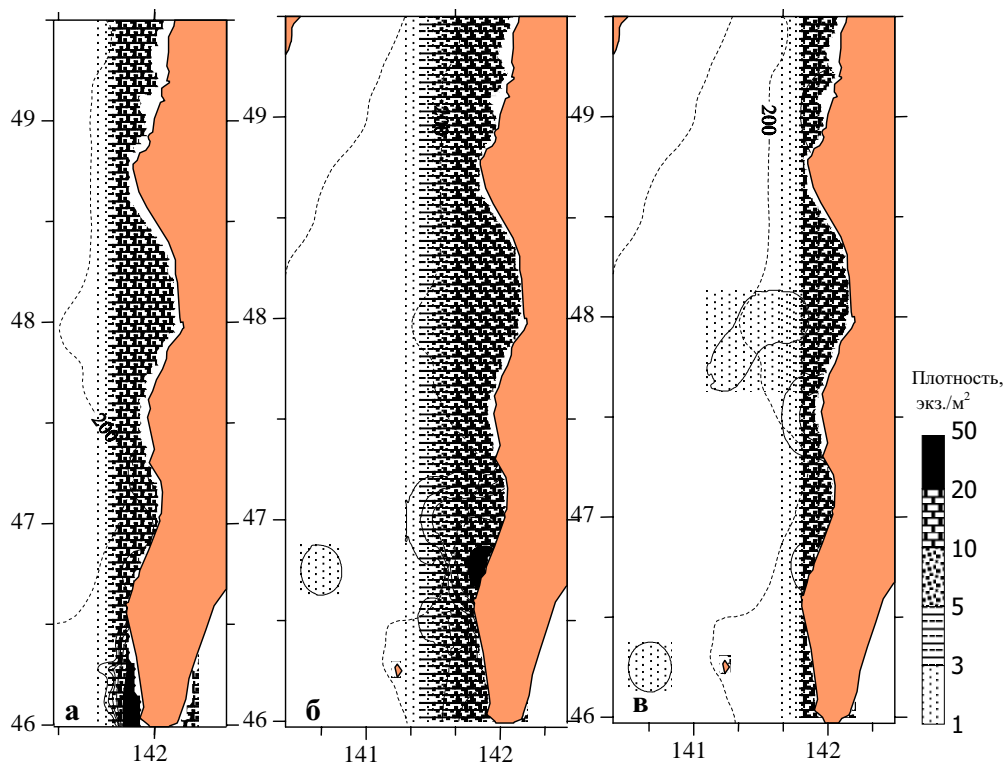


Рис. 5. Распределение зоеа четырехугольного волосатого краба у западного Сахалина в 1998 и 2000 г.: **а** — 20–26 апреля 1998 г., **б** — 7–16 апреля 2000 г., **в** — 26 апреля — 2 мая 2000 г.

Fig. 5. The distribution of horseshair crab zoea offshore of western Sakhalin in 1998 and 2000: **a** — 20–26 April, 1998; **б** — 7–16 April, 2000; **в** — 26 April — 2 May, 2000

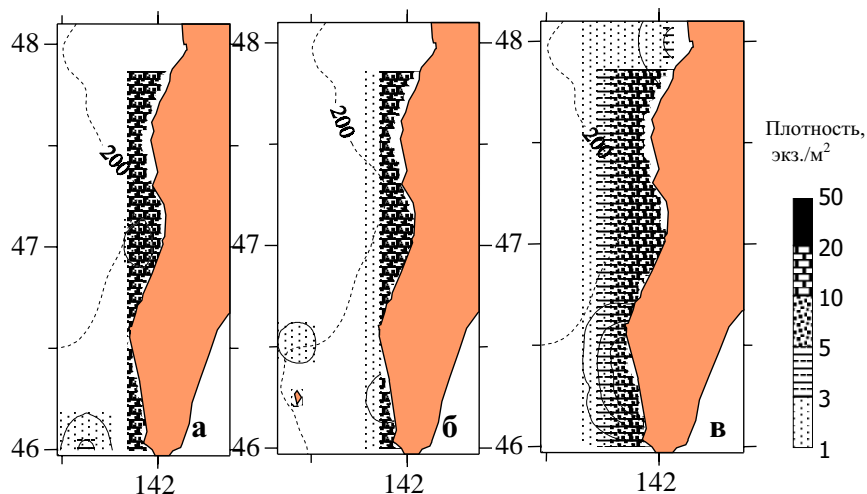


Рис. 6. Распределение зоеа четырехугольного волосатого краба у западного Сахалина в 1999 г.: **а** — 27 марта — 1 апреля, **б** — 22–30 апреля, **в** — 12–18 мая

Fig. 6. The distribution of horseshair crab zoea offshore of western Sakhalin in 1999: **a** — 27, March — 1 April; **б** — 22–30 April; **в** — 12–18 May

на южнее 47°05' с.ш. (см. рис. 5, б). Подавляющее большинство личинок обнаружено над глубинами менее 250 м, а максимальная плотность (30 экз./м²) отмечена в районе 46°45' с.ш. над глубиной 59 м. В третьей декаде апреля — начале мая 2000 г. личинки были распространены более широко — от 46°15' до 49°00' с.ш., но их плотность значительно снизилась (рис. 5, в). Распреде-

ние зоэа имело вид нескольких разорванных скоплений. Их максимальную концентрацию (6 экз./м²) наблюдали в районе 47°30' с.ш. над глубиной 22 м, т.е. на 65 км севернее, чем за 15 дней до этого.

Размерный состав и биологическое состояние

У западного побережья Сахалина за весь период наблюдений ширина карапакса самцов четырехугольного волосатого краба варьировала от 11 до 124 мм, самок — от 33 до 104 мм. В северной части района исследований (севернее мыса Слепиковского — 47°40' с.ш.) как самцы, так и самки были заметно крупнее (рис. 7). Приведенные в табл. 4 средние значения ширины карапакса достоверно различались как у самцов ($t_d = 15,44$; $t_{st} = 3,29$, $p = 0,001$), так и у самок ($t_d = 7,35$; $t_{st} = 3,29$, $p = 0,001$) из северного и южного районов. Доля самок в уловах трала на севере (13,8 %) была несколько ниже, чем на юге (16,9 %).

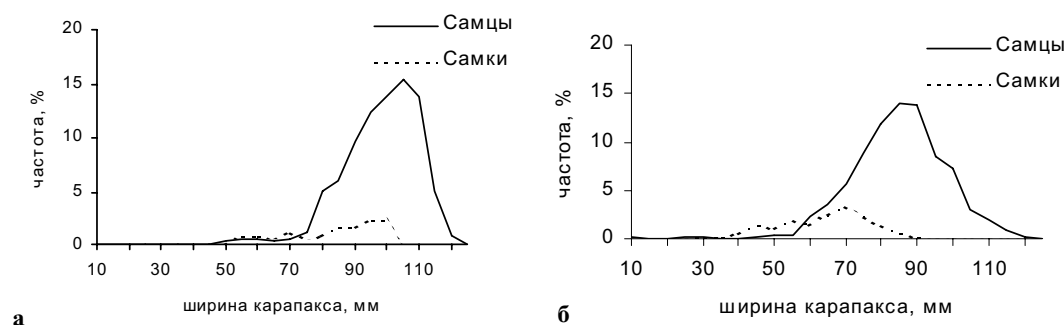


Рис. 7. Размерный состав четырехугольного волосатого краба у западного побережья о. Сахалин (обобщенные данные из уловов трала за 1991, 1995, 1997 и 2000 гг.): **а** — севернее 47°40' с.ш.; **б** — южнее 47°40' с.ш.

Fig. 7. Size frequencies of horseshair crab offshores of western Sakhalin Island (generalized data trawl catches of 1991, 1995, 1997 and 2000): **a** — north of of 47°40' N; **b** — south of 47°40' N

Таблица 4

Средние и максимальные размеры четырехугольного волосатого краба у западного побережья Сахалина в 1991–2000 гг.

Table 4

Mean and maximum size of horseshair crab along the western coast of Sakhalin Island to trawl survey data of 1991–2000

Район	Самцы					Самки				
	CW _{мин} , мм	CW _{макс} , мм	CW _{ср} , мм	N, экз.	δ	CW _{мин} , мм	CW _{макс} , мм	CW _{ср} , мм	N, экз.	δ
Южнее 47°40' с.ш.	11	122	86,79	783	12,1	33	91	65,90	159	12,3
Севернее 47°40' с.ш.	54	124	99,92	257	12,0	55	104	84,54	41	15,0
По всему району	11	124	90,03	1040	14,0	33	104	69,73	200	14,9

По результатам биоанализов самок четырехугольного волосатого краба построена диаграмма их биологического состояния на протяжении девяти месяцев (рис. 8). Максимальная доля самок на стадии “личинки выпущены” отмечена в уловах ловушек также в июне. Самки с оранжевой икрой на плеоподах перестали встречаться в уловах ловушек в мае и вновь появились только в сентябре. Вновь их уловы резко возросли в апреле. В этом же месяце половина икротосных самок имела оплодотворенную икру на стадии “глазка”.

Обсуждение полученных результатов

Четырехугольный волосатый краб распространен вдоль всего западного побережья Сахалина — от 49°30' с.ш. до мыса Крильон, однако наиболее плотная

часть его популяции в течение всего года расположена южнее 47°00' с.ш. Характеризуя этот участок западносахалинского шельфа, следует отметить, что скорость направленного на юг прибрежного Западно-Сахалинского течения летом может достигать здесь 8 миль/ч. Согласно классификации морских шельфовых вод по их активности (Кузнецов, 1980), данный участок шельфа отнесен к зоне с активной гидродинамикой (Фадеев, 1988), т.е. перенос осадков преобладает здесь над аккумуляцией донных отложений. Выходы коренных пород чередуются в этом районе со значительными площадями песчаных и ракушечных грунтов. В составе бентоса преобладают неподвижные сестонофаги: мшанки, асцидии, губки *Stelletta* sp., *Suberites domuncula*, гидрокораллы. На глубине 80 м прикрепленная эпифауна составляет до 78 % общей биомассы бентоса (Фадеев, 1988). Приведенная выше характеристика района наиболее плотных концентраций *E. isenbeckii* у западного Сахалина согласуется с мнением А.Г.Слизкина с соавторами (2001) о том, что у северных Курильских островов четырехугольный волосатый краб также обитает “в очень динамичной водной среде”, и данными М.В.Переладова с соавторами (1999) о предпочтении этим видом песчаных грунтов.

Результаты траловых съемок показали, что четырехугольный волосатый краб активно мигрирует в пределах рассматриваемого района. При этом, рассчитав средневзвешенные значения глубины, достаточно четко можно выделить вертикальную составляющую этих миграций. Результаты исследований (см. табл. 2) показывают, что весной и, по-видимому, зимой крабы занимают наиболее глубоководную зону ареала популяции со средневзвешенными глубинами 89 м для самцов и 117 м для самок, создавая максимальные скопления на участках с температурой соответственно 2,0 и 1,9 °С. По мере прогрева воды крабы мигрируют к берегу. При этом самки в ходе весенне-летней миграции достигают меньших глубин (в среднем 42 м), чем самцы (57 м). Температура придонного слоя воды в летний период на участках максимальных концентраций самцов и самок составляет соответственно 3,6 и 4,0 °С. Осенью, вероятно в связи с прогревом воды в прибрежье, начинается отход крабов на более мористые участки. Так, самцы этого вида в осенний период встречаются на акватории со средневзвешенной глубиной 68,3 м, а самки — 79,0 м. Максимальная плотность и самцов и самок наблюдается при температуре придонного слоя воды 5,6 °С. В это время года самцы достигают наиболее плотных концентраций, тогда как у самок четырехугольного волосатого краба максимальная плотность наблюдается летом.

Наши данные отчасти подтверждают утверждение М.В.Переладова (1999) о том, что четырехугольный волосатый краб мигрирует вслед за термоклином и держится преимущественно ниже его, избегая прогретых мелководий и отрицательных температур. Однако это справедливо прежде всего для районов, расположенных к северу от 47° с.ш. В более южных районах, на которые приходится до 80 % численности популяции, вследствие активного перемешивания температура воды не понижается до отрицательных значений и вертикальные миграции выражены слабее. Аналогичного мнения придерживается в своей работе и Ю.Р.Кочнев (1981), который в феврале—марте 1980 г. в южной части рассматриваемого района отмечал четырехугольного волосатого краба на глубинах 30–65 и 125–250 м, а в северной — только на 125–300 м.

Таким образом, вертикальные миграции четырехугольного волосатого краба имеют сезонный характер, связаны прежде всего с условиями среды обитания и, вероятно, являются адаптацией вида к изменению придонных температур. Результаты наших исследований согласуются с данными Абэ (Abe, 1992) о сезонных миграциях этого вида в районе г. Кусиро (о. Хоккайдо) с глубин 10–60 м на 70–130 м (максимальная глубина — 210 м). При этом осенние миграции на большие глубины, по мнению Абэ (1992), вызваны потеплением воды до 9–15 °С в сентябре, а в феврале—марте крабы избегают мелководий с пониженной

температурой воды. Молодь четырехугольного волосатого краба не принимает участия в миграциях. О незначительных миграциях *E. isenbeckii* на большую глубину в зимний период у западного побережья Камчатки сообщили А.Г.Бажин с соавторами (2003). На избегание четырехугольным волосатым крабом участков дна с отрицательными температурами указывали А.Г.Слизкин с соавторами (2001).

Значительно хуже выделяется горизонтальная составляющая миграций четырехугольного волосатого краба. Согласно данным рис. 4, в весенний период основная масса самцов обитает на крайнем юге западносахалинского шельфа (южнее 46°20' с.ш.). В северной части ареала популяции самцы четырехугольного волосатого краба образуют локальные скопления в прибрежной зоне зал. Делангля. Одно из скоплений, как самцов, так и самок, в марте располагается в районе 47°30' с.ш. на глубине около 200 м, где предположительно и зимует. Летом, одновременно с миграцией крабов к берегу в богатые кормовым бентосом районы, происходит концентрация и смещение наиболее плотных скоплений самцов на север до 47 ° с.ш. Осенью самцы вновь мигрируют на юг. В сентябре у западного Сахалина отмечали наибольшую плотность и агрегированность скоплений самцов волосатого краба. Летом и осенью самки концентрировались преимущественно на юге района, при этом перемещение их скоплений в целом повторяло перемещение скоплений самцов. В то же время высоких концентраций самок у западного Сахалина обнаружено не было.

Низкую долю самок четырехугольного волосатого краба в уловах трала и ловушек некоторые исследователи объясняют их преимущественным распространением на мелководьях с глубинами меньше 25 м (Kawakami, 1934; Hirano, 1935; Matui, 1970), мелкими размерами самок по сравнению с ячеей орудий лова (Hirano 1935; Слизкин и др., 2001) и более скрытым образом жизни. В ходе лабораторного эксперимента, проведенного Хирано (Hirano, 1935), было выяснено, что самки зарываются в грунт на глубину 13–15 см, где пребывают до четырех дней, в то время как самцы прячутся на относительно короткий период времени и обычно так мелко, что их карапакс заметен на поверхности дна. Водолазные учеты у западного побережья Сахалина показали, что четвертая часть от встреченных в этом районе крабов, находясь в зарытом состоянии, процеживали грунт, еще 15 %, будучи погруженными в песок, находились в состоянии диапаузы (Переладов, 1999).

Миграции четырехугольного волосатого краба существенно уступают по своей протяженности и перепадам глубин миграциям камчатского краба. Так, максимальная протяженность миграции четырехугольного волосатого краба, зарегистрированная с помощью мечения, составила 90 км (Abe, 1992). Наибольшее расстояние, пройденное в течение года меченым камчатским крабом, значительно больше и составляет 500 км (Орлов, 1978). Без сомнения, это накладывает определенный отпечаток на условия обитания, пространственную и функциональную структуру популяций *E. isenbeckii*. Как правило, они занимают меньшую площадь, чем аналогичные популяции камчатского краба, расположены в зонах с активной гидродинамикой и вблизи круговоротов вод. Последнее обстоятельство позволяет максимально снизить разнос личинок, что отчасти реализовано и для четырехугольного волосатого краба западного Сахалина. С другой стороны, его обитание в районе с активной гидродинамикой, где сезонные колебания придонной температуры воды не столь значительны, как в более северных районах, позволяет реагировать на них в значительно меньшей мере. Миграции к берегу и на глубину выражены у этого вида не столь отчетливо, как у камчатского краба.

Размерный состав и соотношение полов четырехугольного волосатого краба на Ильинском мелководье и на юге исследуемого района (табл. 4, рис. 7) показывают, что на севере преобладают более крупные самцы и самки, причем

доля самок в уловах на севере несколько ниже, чем на юге (соответственно 13,8 и 16,9 %). В то же время плотность распределения краба в более северном районе также значительно ниже. Различие средних размеров можно было бы объяснить более интенсивным промыслом в южной части исследуемого района, но аналогичное различие в размерах крабов существовало и в конце 70-х — начале 80-х гг. (Кочнев, 1981). В этот период японский флот ловил *E. isenbeckii* в северной части исследуемого района за пределами территориальных вод. Кроме того, на Ильинском мелководье не встречены крабы с шириной карапакса менее 54 мм, в то время как на юге минимальный размер пойманного краба 11 мм. Это свидетельствует о том, что самцы волосатого краба по мере роста, вероятно, мигрируют в северном направлении от расположенного в гидродинамически активном районе центра воспроизводства. Близкую тенденцию в распределении разных размерных групп самцов отмечали и у камчатского краба западного Сахалина, но более крупные самцы у этого вида встречаются на юге от расположенных в зал. Делангля скоплений молоди.

Личинки четырехугольного волосатого краба были распределены преимущественно вблизи побережья западного Сахалина, при этом в 1998 и 1999 гг. их максимальные концентрации отмечали в самой южной части шельфа в зоне конвергенции Западно-Сахалинского течения и ветви Цусимского течения. В этом районе, совпадающем с наибольшими уловами взрослых особей, отмечен даунвеллинг, способствующий механическому накоплению личинок камчатского краба (Клитин, 2002) и других планктонеров. В 2000 г. наибольшая концентрация личинок наблюдалась на 30 миль севернее, чем в 1998 и 1999 г., уже за пределами действия холодного Западно-Сахалинского течения, что привело к их дрейфу на север и частичному рассеянию. Очевидно, и выпуск личинок самками происходил в этом году севернее мыса Лопатина.

Молодь четырехугольного волосатого краба, по-видимому, не образует таких плотных скоплений, как у дальневосточных крабоидов, на что указывает сравнительно редкая ее поимка. Поэтому трудно судить о том, какой район наиболее благоприятен для ее роста и развития. Исследования, проведенные в Беринговом море (Armetta, Stevens, 1987), показали, что у о-вов Прибылова мальки *E. isenbeckii* с шириной карапакса менее 20 мм предпочитают как песчаные, так и гравийные и каменистые грунты, но по мере роста карапакса до 40 мм постепенно переходят на песчаные грунты. В то же время грунты на участке западно-сахалинского шельфа, расположенном южнее мыса Лопатина, более разнообразны, он более богат эпифауной и меньше подвержен траловому промыслу, чем расположенный к северу от него. Поэтому мы склоняемся к мнению, что оседание личинок в этом районе способствует их более высокой выживаемости.

Данные планктонных съёмок 1998, 1999 и 2000 гг. убедительно свидетельствуют, что выклев личинок четырехугольного волосатого краба у западного Сахалина происходит исключительно в южной части западносахалинского шельфа (южнее 47°00' с.ш.). Таким образом, присутствие самок в зал. Делангля весной никак не сказывается на обилии личинок: либо они не участвуют в воспроизводстве, либо выход личинок в планктон в этом районе очень незначительный. Следовательно, репродуктивная зона западносахалинской популяции четырехугольного волосатого краба расположена южнее 47°00' с.ш.

Присутствие в апреле в уловах ловушек большого количества самок с икрой на стадии “глазка”, а также высокие концентрации личинок в середине апреля 2000 г. у западного побережья Сахалина показывают, что выклев личинок в этом районе начинается немного позже, чем у камчатского краба, — в апреле — и завершается в мае, когда самки с икрой на стадии “глазка” исчезают из уловов ловушек (рис. 8). В других районах ареала *E. isenbeckii* за исключением побережья п-ова Корея выклев личинок также происходит преимущественно в весенние месяцы. На появление личинок четырехугольного волосатого краба

в апреле в планктоне у тихоокеанского побережья Хоккайдо указывал Абэ (1992), в этом же месяце наблюдали выклев личинок в Южно-Курильском проливе (Marukawa, Zen, 1933), в апреле—мае — у западного побережья Камчатки (Макаров, 1966) и в Беринговом море (Armetta, Stevens, 1987). Отсутствие у западного побережья Сахалина плотных концентраций самок в весенние месяцы показывает, что во время выпуска личинок они, по-видимому, не образуют скоплений, аналогичных нерестовым скоплениям камчатского краба.

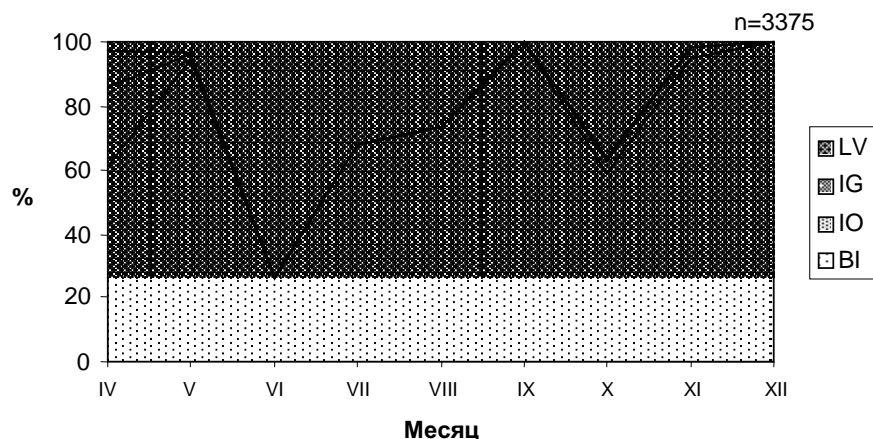


Рис. 8. Биологическое состояние самок четырехугольного волосатого краба у западного побережья Сахалина в 2001–2002 гг.: *LV* — личинки выпущены, *IG* — икра на стадии “глазка”, *IO* — икра оранжевая, *BI* — самки без икры

Fig. 8. Biological condition of horsehair crab along the western coast of Sakhalin Island in 2001–2002: *LV* — released larvae, *IG* — eyed eggs, *IO* — orange eggs, *BI* — non-ovigerous females

Заклучение

Характерной особенностью распространения четырехугольного волосатого краба у западного побережья Сахалина является расположение наиболее плотной части его популяции в гидродинамически активном районе в южной части западносахалинского шельфа (южнее 47°00' с.ш.), который отличается чередованием песчаных и ракушечных грунтов с выходами коренных пород и высокой биомассой эпифауны. Вертикальные миграции четырехугольного волосатого краба носят сезонный характер, прежде всего связаны с гидрологическими условиями среды обитания и, вероятно, являются адаптацией вида к изменению придонных температур.

Осенне-зимнее выхолаживание прибрежных вод в северной части исследуемого района (севернее 47°40' с.ш.) происходит более интенсивно, чем на юге, что способствует более активным миграциям крабов на глубину до 200 м. Вертикальные миграции четырехугольного волосатого краба в южной части западносахалинского шельфа не столь отчетливы, как на севере. В северном подрайоне плотность распределения *E. isenbeckii* заметно ниже, а его средние и минимальные размеры достоверно больше, чем в южном подрайоне. Учитывая, что подобная разница в размерах сохраняется, по крайней мере, в течение последних 25 лет, она не может быть результатом неравномерной промысловой нагрузки на популяцию, а скорее всего является следствием миграции крупных самок в северном направлении.

Данные планктонных съёмок показывают, что выклев личинок четырехугольного волосатого краба у западного Сахалина происходит в апреле—мае исключительно на юге западносахалинского шельфа (южнее 47°00' с.ш.), что согласуется с биологическим состоянием самок из уловов ловушек.

Самки *E. isenbeckii* в северной части исследуемого района либо не участвуют в воспроизводстве, либо выход личинок в планктон там очень незначительный. Репродуктивная зона западносахалинской популяции четырехугольного волосатого краба расположена южнее 47°00' с.ш.

Литература

Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. — М.: Пищ. пром-сть, 1968. — 289 с.

Бажин А.Г., Лысенко В.Н., Васильев П.С. Современное состояние запасов волосатого краба *Erimacrus esenbeckii* на побережье юго-западной Камчатки // Роль климата и промысла в изменении структуры зообентоса шельфа (камчатский краб, исландский гребешок, северная креветка и др.): Тез. докл. Междунар. семинара. — Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2003. — С. 13–14.

Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. — М.: Наука, 1991. — 184 с.

Иванов В.Ф. Четырехугольный волосатый краб // Промысловые рыбы, беспозвоночные и водоросли морских вод Сахалина и Курильских островов. — Южно-Сахалинск, 1993. — С. 36–38.

Инструкция по сбору и первичной обработке планктона в море. — Владивосток: ТИНРО, 1980. — 45 с.

Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография: Учебное пособие. — М.: Наука, 2000. — 176 с.

Клитин А.К. Распределение и продолжительность развития личинок камчатского краба у западного побережья Сахалина // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов Сахалино-Курильского региона и сопредельных акваторий: Тр. Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. — Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2002. — Т. 4. — С. 212–228.

Кобякова З.И. Особенности распределения десятиногих раков (Crustacea, Decapoda) на шельфе Курильских островов // Биология шельфа Курильских островов. — М.: Наука, 1979. — С. 95–111.

Кочнев Ю.Р. Распределение и некоторые черты биологии четырехугольного волосатого краба (*Erimacrus isenbeckii* Brandt) у юго-западного Сахалина // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана: Тез. докл. региональной конференции молодых ученых. — Владивосток, 1981. — С. 85–86.

Кочнев Ю.Р., Галимзянов К.Г. Особенности созревания и плодовитость некоторых промысловых видов крабов в Сахалинско-Курильском районе // Тез. докл. 4-й Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным. — М., 1986. — С. 59–61.

Кузнецов А.П. Экология донных сообществ Мирового океана (трофическая структура морской донной фауны). — М.: Наука, 1980. — 244 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высш. шк., 1976. — 344 с.

Левин В.С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей. — СПб.: ПКФ "ОЮ-92", 1994. — 240 с.

Макаров Р.Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западнокамчатского шельфа и их распределение. — М.: Наука, 1966. — 164 с.

Орлов Ю.И. Камчатский краб — новый житель Баренцева моря // Природа. — 1978. — № 3. — С. 143.

Переладов М.В. Некоторые аспекты поведения волосатого краба в естественных условиях и в районе размещения орудий лова // Прибрежные гидробиологические исследования: Сб. науч. тр. — М.: ВНИРО, 1999. — С. 155–162.

Переладов М.В., Буяновский А.И., Милютин Д.М. и др. Некоторые аспекты распределения и биологии камчатского и волосатого крабов в прибрежной зоне юго-западного Сахалина // Прибрежные гидробиологические исследования: Сб. науч. тр. — М.: ВНИРО, 1999. — С. 75–108.

Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. — Владивосток: ТИНРО, 1979. — 58 с.

Слизкин А.Г., Букин С.Д., Слизкин А.А. Четырехугольный волосатый краб (*Erimacrus isenbeckii*) северокурильско-камчатского шельфа: биология, распределение, численность // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 554–570.

Фадеев В.И. Сообщества макробентоса шельфа Западного Сахалина: Дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1988. — 352 с.

Abe K. Important crab resources inhabiting Hokkaido waters // *Marine Behav. Physiol.* — 1992. — Vol. 21. — P. 153–183.

Armetta M.T., Stevens B.G. Aspects of the biology of the hair crab, *Erimacrus isenbeckii*, in the eastern Bering sea // *Fish. bull.* — 1987. — Vol. 85, № 3. — P. 523–545.

Hirano Y. Horsehair crab survey // *Hokk. Fish. Exp. St. Op. Reports.* — 1935. — № 296. — P. 1–10.

Kawakami S. Survey for hair crab // Ten-day Report Hokkaido Fish. Exp. Lab. — 1934. — № 258. — P. 1–16. — № 259. — P. 5–14.

Kurata H. Larvae of decapoda crustacea of Hokkaido 1. Atelecyclidae (Atelecyclinae) // *Bull. of Hokk. Reg. Fish. Res. Lab.* — 1963. — № 27. — P. 13–24.

Marukawa H., Zen T. On the larval stage of the horsehair crab, *Erimacrus isenbeckii* (Brandt) // *Rakusuishi.* — 1933. — № 28(6). — P. 1–11.

Matui M. Pot fishery of the hair crab // An illustration book of the fishing gears and techniques in Hokkaido area. — Hokkaido Assoc. Fish. Nemuro, 1970. — P. 392–395.

Sasaki J., Mihara Y. Early larval stages of the hair crab *Erimacrus isenbeckii* (Brandt) (Brachyura: Atelecyclidae), with special reference to its hatching process // *J. of Crustacean Biology.* — 1993. — № 13(3). — P. 511–522.

Wackernagel H. *Multivariate Geostatics: an introduction with applications.* — Springer. Verlag Berlin Heidelberg, 1995. — 255 p.

Zaferman M.L. Methods of instrumental assessment of the bottom fish abundance // Meeting on hydroacoustical methods for the estimation of marine fish populations. — The Charles Draper Lab. Inc., Cambridge, Mass., USA, 1981. — P. 895–906.

Zenkevitch L.A. and Brotsky V.A. Ecological depth-temperature areas of benthos mass-forms in the Barents Sea // *Ecology.* — 1939. — № 20(1).

Поступила в редакцию 23.03.04 г.