

УДК 595.384.2–113.4(265.53)

И.С. Черниенко*

Хабаровский филиал Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, 680000, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

РОСТ КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

Камчатский краб аяно-шантарской популяции — наиболее тугорослый среди крабов. До настоящего времени оценки прироста за линьку, возраст и кривые линейного и весового роста этой популяции не публиковались. Описание характера роста камчатского краба аяно-шантарской популяции имеет прикладное значение, поскольку на знании возрастной структуры базируется оценка важнейших биопромысловых характеристик популяции и в конечном итоге прогнозирование ее численности и определение оптимальной величины промыслового изъятия. Вместе с тем в связи со специфичностью экологических условий, в которых обитает данная популяция, изучение ее роста представляет и определенный теоретический интерес. На основе данных по мечению и размерному составу оценены приросты за линьку для самцов и самок краба исследуемой популяции. С использованием оценки зависимости вероятности линьки от линейных размеров построены кривые роста самок и самцов из различных районов ареала, а также рассчитаны размерно-возрастные ключи.

Ключевые слова: прирост за линьку, вероятность линьки, рост, размерно-возрастной ключ.

Chernienko I.S. Growth of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the northwestern Okhotsk Sea // *Izv. TINRO.* — 2010. — Vol. 163. — P. 185–198.

The red king crabs of Ayan-Shantar population are the slowest growing ones among this species. Their growth during one moulting is estimated on the base of tagging and size composition. Growth curves and size-age keys are determined for males and females from certain parts of the population using the moulting probability dependence on body size.

Key words: moulting, moulting probability, growth, size-age key.

Введение

Камчатский краб аяно-шантарской популяции известен как наиболее тугорослый среди других популяций этого вида, что связывалось с суровыми гидрологическими условиями его обитания, прежде всего с низкими придонными температурами (Родин, Мясоедов, 1982; Родин и др., 1983; Родин, 1985). Тем не менее до настоящего времени оценки таких характеристик, как прирост за линьку, возраст и кривые линейного и весового роста, не известны.

* Черниенко Игорь Сергеевич, научный сотрудник, e-mail: chernienko.igor@gmail.com.

Изучение роста камчатского краба аяно-шантарской популяции имеет существенное прикладное значение: на данных о возрастной структуре базируется оценка важнейших биопромысловых характеристик популяции и в конечном итоге прогнозирование ее численности и определение оптимальной величины промыслового изъятия. Вместе с тем, учитывая специфику экологических условий, в которых обитает рассматриваемая популяция, анализ ее роста представляет определенный теоретический интерес.

Рост камчатского краба в общем определяется двумя факторами — приростом за линьку и частотой линек. Для изучения роста крабов используются различные методы. Для прямого определения прироста применяется мечение (Powell, 1967; Powell et al., 1983; Vining et al., 2002), выращивание мальков и взрослых особей камчатского краба на коллекторах (Donaldson et al., 1992; Федосеев, Григорьева, 2002) или в аквариумах (Закс, 1936; Matsuura, Takeshita, 1990). Кроме того, прирост определяется различными методами статистического анализа размерно-частотного состава (Клитин, 2003). Частота линек анализируется как посредством прямых, натуральных или аквариальных наблюдений (Marukawa, 1933; Закс, 1936; Matsuura, Takeshita, 1990), так и косвенно — путем определения возрастного состава эпибионтов на панцире (Галкин, 1963), а также статистического анализа зависимости частоты линьки от линейных размеров особи (Лысенко, 2001).

Кривые роста строились по данным наблюдений за ростом краба (Marukawa, 1933; Виноградов, 1941; Виноградов, Родин, 1970). Для построения кривых роста также использовался метод Шеперда, известный как SLCA (Shepherd's Length Composition Analysis; Shepherd, 1987), основанный на предположении о том, что данные о возрастном составе могут быть реконструированы по размерному, с использованием некоторой размерно-возрастной зависимости, в частности уравнений Берталанффи или /и Гомпертца (Basson et al., 1988; Лысенко, Максименко, 2002; Лысенко, Гайдаев, 2005).

Настоящая работа основана на данных мечения, статистическом анализе размерных рядов и оценке зависимости частоты линьки от линейных размеров крабов.

Материалы и методы

На основании анализа карт распределения придонных и поверхностных температур (Жигалов, 2004) ареал аяно-шантарской популяции был подразделен на 3 района — южный ($53^{\circ}55' - 57^{\circ}23'$ с.ш.), включающий “шантарский угол” и прилегающие к нему участки; северный (севернее $57^{\circ}23'$ с.ш.) — район со сравнительно ровной береговой линией, и участок, прилегающий к заливам Александры и Рейнеке, расположенный к юго-востоку от $53^{\circ}55'$ с.ш.

Следует отметить, что южный участок характеризуется тяжелой ледовой обстановкой и медленным прогревом вод. Вместе с тем, в силу того что здесь наблюдаются наиболее поздние сроки цветения фитопланктона (Шунтов, 2001), здесь существуют благоприятные условия для развития личинок крабов поздних стадий, заносимых течением из района воспроизводства, расположенного в пределах северного участка (Родин, Мясоедов, 1982; Черниенко, наст. том).

Для изучения динамики роста самцов камчатского краба рассматриваемой популяции использовались данные тех лет, когда ареал популяции был максимально охвачен наблюдениями. Это осенние месяцы 1999, 2002 и 2008 гг., когда сбор данных проводился в северной и южной части ареала популяции, а также съемка в 2007 г. в зал. Рейнеке (в общей сложности 31054 промера самцов краба на 930 станциях). Для анализа условий протекания линьки самцов камчатского краба помимо литературных данных использованы материалы гидрологической съемки, выполненной ХфТИНРО на НИС “Владимир Сафонов” в 2005 г.

Прирост самцов камчатского краба рассчитывался на основании результатов мечения и путем разделения смеси нормальных распределений, составляющих их размерный ряд. В качестве дополнительного метода определения прироста использовалось разделение размерных рядов с помощью EM-алгоритма (Benaglia et al., 2009). Использовались также данные измерений ширины карапакса самцов с 1997 по 2010 г., а кроме того, измерения длины карапакса, выполненные в 2005 г. с точностью до десятых долей миллиметра.

Данных по отлову меченых перелинявших самок за период исследований получить не удалось, поэтому в качестве прироста у них принята оценка разности математических ожиданий нормальных распределений, составляющих размерные ряды самок. Для разделения смеси нормальных распределений использован EM-алгоритм, результаты работы которого для оценки прироста ширины карапакса самцов хорошо согласовались с результатами мечения.

Вероятность линьки рассчитывалась как доля крабов, находящихся на ранних стадиях линьки (II, III и IV) в конце года (Лысенко, 2001). Для построения кривых, описывающих зависимость вероятности линьки от ширины карапакса, использованы данные 2002 (“юг” и “север”) и 2007 гг. (зал. Александры) — 688 станций, 3907 промеров. Зависимости вероятности линьки от линейных размеров аппроксимировались уравнением логистической кривой вида

$p = (1 + e^{-\frac{w-a}{b}})^{-1}$, где p — вероятность линьки; w — ширина карапакса; a и b — коэффициенты.

При расчете размерно-возрастных ключей рассуждали следующим образом. Формально процесс роста крабов можно представить как переход особи по мере взросления из одной размерной группы в другую с определенной вероятностью, зависящей от ее линейных размеров (рис. 1).

	11	12	13	14	15
a1	n_{11}	0	0	0	0
a2	0	n_{22}	0	0	0
a3	0	0	n_{33}	0	0
a4	0	0	n_{43}	n_{44}	0
a5	0	0	n_{53}	n_{54}	n_{55}

Рис. 1. Схема роста камчатского краба. Строки — возрастные группы (i), столбцы — размерные (j), p_j — вероятность перелинять для j -й размерной группы

Fig. 1. Grow scheme of king crab. Rows (i) — age groups, columns (j) — size groups, p_j — the moulting probability for the size group j

Долю каждой размерной группы в определенном возрасте, без учета смертности, можно описать уравнением

$$n_{i,j} = p_{j-1}n_{i-1,j-1} + (1 - p_j)n_{i-1,j}$$

где i — возраст; j — размерная группа; p_j и $(1 - p_j)$ — вероятности соответственно перелинять или не перелинять в данном году для размерной группы j ; $n_{i,j}$ — численность возрастной группы i , относящейся к размерной группе j . Основываясь на полученном уравнении, можно построить алгоритмы расчета размерно-возрастного ключа и пересчета размерного состава на возрастной. Алгоритм был реализован в виде скрипта в пакете статистического анализа R.

Интервалы для размерных групп определены как приросты за линьку для самцов и самок. Для особей ранних возрастных стадий, информация о которых

отсутствует, принималось допущение о том, что годовой прирост равен 10 мм по ширине карапакса. Допущение основано на следующих сообщениях. Согласно трудам Марукавы (Marukawa, 1933), ширина карапакса малька через год после выклева личинки достигает 7 мм, по данным И.Г. Закса (1936) — 9 мм. Выращивание мальков камчатского краба на коллекторах в бухтах Рейд Паллада, Халовой и Миносок (Приморье) показало, что во второй половине первого года жизни ширина карапакса мальков достигает 7 мм, второго — 24 мм и третьего — 32 мм (Федосеев, Григорьева, 2002). Предполагалось, что на ранних возрастных стадиях крабы аяно-шантарской популяции растут так же, как и крабы других популяций.

Результаты и их обсуждение

Приросты, вычисленные для перелинявших помеченных крабов (табл. 1), изменялись в очень широких пределах — от 11,6 мм по длине карапакса за 76 дней и 22,0 мм по ширине за 722 дня до 3,3 мм за 56 дней и 9,0 мм за 705 дней. Оценка величины прироста за линьку осложняется тем, что мы не можем во всех случаях точно сказать, сколько раз краб линял за время пребывания в среде. Исходя из сезонной динамики линьки и количества перелинявших за год особей наиболее вероятно предположить, что мелкие крабы и особи средних размеров (по крайней мере, до достижения промысловой меры) линяют раз в год. Тогда прирост самцов, вычисленный по результатам поимки перелинявших крабов, изменяется от 5 до 16 мм, а в среднем составляет $9,6 \pm 0,8$ мм.

Таблица 1
Изменения размерных показателей самцов камчатского краба по данным мечения
Table 1

Changes in size parameters from tagging data

Выпуск	Поимка	Пребывание в среде, сут	W1, мм	W2, мм	L1, мм	L2, мм	ΔW	ΔL
03.10.04	15.08.05	316	110,9	126,0			15,1	
10.10.03	14.09.05	705	109,0	119,0	94,0	103,0	10,0	9,0
08.09.05	01.11.05	54			101,4	104,8		3,3
24.08.05	03.11.05	71			93,6	105,2		11,6
26.08.05	06.11.05	72	142,0	143,8	117,9	119,6	1,8	1,7
29.08.05	03.10.05	35	115,0	115,3	98,3	99,0	0,3	0,7
26.08.05	05.10.05	40			100,0	99,8		
26.08.05	11.11.05	77			105,2	105,9		0,7
26.08.05	20.10.05	55			103,4	102,8		
26.08.05	21.10.05	56	121,0	121,7	102,3	103,6	0,7	1,3
26.08.05	03.11.05	69	127,0	128,1	106,7	108,2	1,1	1,5
16.09.05	08.09.07	722	121,0	143,0			22,0	
17.09.05	18.09.07	731	129,0	141,0			12,0	
13.09.05	10.10.07	757	126,0	142,0			16,0	
08.09.05	27.09.07	749	127,0	140,0			13,0	

Примечание. W — ширина карапакса; L — длина карапакса; ΔW , ΔL — приросты соответственно по ширине и длине карапакса.

По результатам EM-алгоритма ряд по ширине карапакса наилучшим образом распался на 9 распределений, а по длине — на 10 (рис. 2 и 3, табл. 2 и 3). В первом случае средняя разность между математическими ожиданиями составила 9,2 мм по ширине карапакса, во втором — 7,9 мм по длине карапакса, а при пересчете на ширину — 10,1 мм. Таким образом, прирост за линьку, оцененный по результатам статистического анализа размерных рядов, лежит в пределах стандартной ошибки оцененного по результатам мечения. Окончательно принимаем величину прироста равной 10 мм.

Рис. 2. Размерные группы самцов камчатского краба аяно-шантарской популяции, выделенные с помощью EM-алгоритма по данным 1997–2009 гг.

Fig. 2. Size groups of red king crab males from Ayan-Shantar population defined by EM-algorithm from the data obtained in 1997–2009

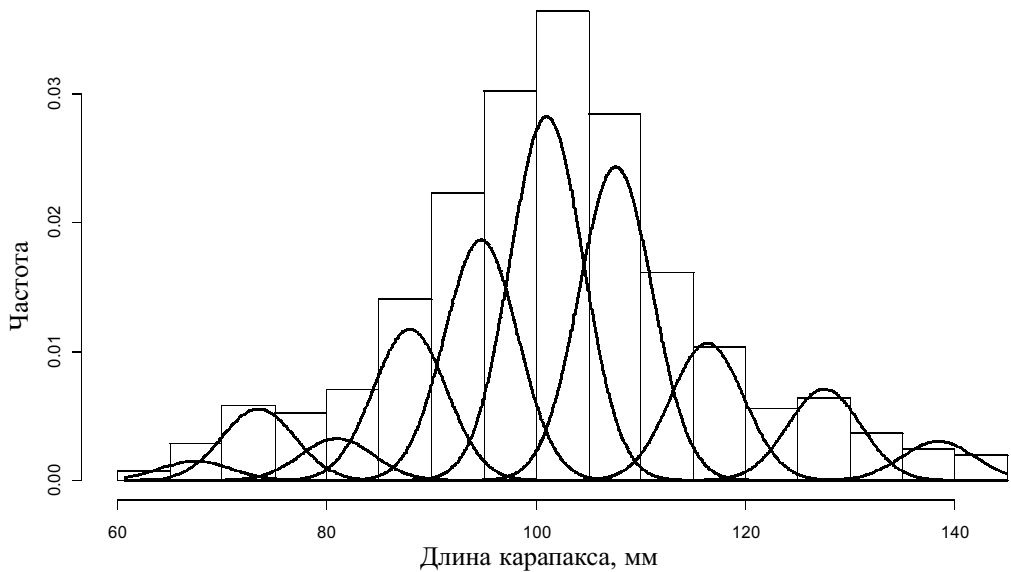
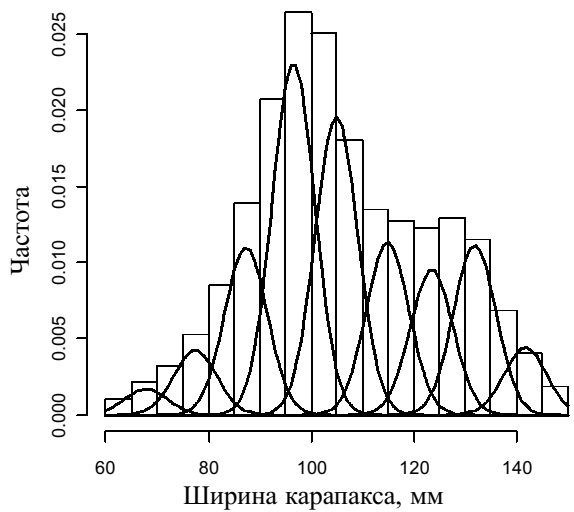


Рис. 3. Размерные группы самцов камчатского краба аяно-шантарской популяции, выделенные с помощью EM-алгоритма (по данным 2005 г.)

Fig. 3. Size groups of red king crab males from Ayan-Shantar population defined by EM-algorithm from the data obtained in 2005

Таблица 2
 Параметры распределений и приросты по ширине каракаса
 Table 2
 Parameters of distributions and increments of carapace width for a molting

Категория	M	σ	λ	Прирост по ширине каракаса, мм
1	67,77	4,15	0,02	9,6
2	77,35	4,15	0,04	9,9
3	87,24	4,15	0,11	9,3
4	96,52	4,15	0,24	8,4
5	104,91	4,15	0,20	10,0
6	114,87	4,15	0,12	8,6
7	123,46	4,15	0,10	8,4
8	131,84	4,15	0,12	9,9
9	141,72	4,15	0,05	

Примечание. Здесь и далее M — математическое ожидание; σ — среднее квадратическое отклонение; λ — перекрытие.

Параметры распределений и приросты по длине карапакса,
пересчет на ширину карапакса

Parameters of distributions and increments of carapace length recalculated
to the carapace width

Категория	M	σ	λ	Прирост по длине карапакса, мм	Пересчет на ширину карапакса, мм
1	67,41	3,49	0,01	6,0	7,7
2	73,46	3,49	0,05	7,5	9,6
3	80,96	3,49	0,03	7,0	8,9
4	87,92	3,49	0,10	6,8	8,7
5	94,72	3,49	0,16	6,3	8,0
6	100,98	3,49	0,25	6,6	8,5
7	107,59	3,49	0,21	8,7	11,2
8	116,33	3,49	0,09	11,2	14,3
9	127,52	3,49	0,06	10,9	13,9
10	138,39	3,49	0,03		

Данных по приросту самок по результатам мечения получить не удалось, поэтому величина прироста оценивалась только анализом размерного ряда.

В размерном ряду самок, измеренных с точностью до 0,1 мм, просматриваются 4 пика (рис. 4).

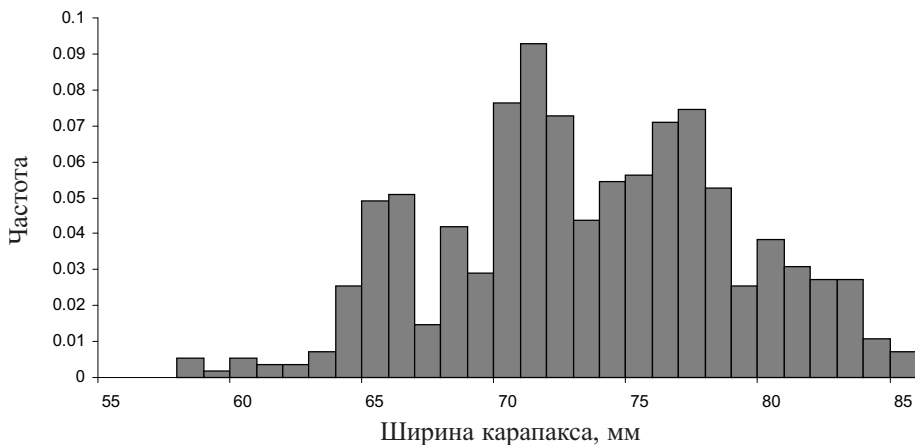


Рис. 4. Размерный ряд самок камчатского краба аяно-шантарской популяции
Fig. 4. Sizes of red king crab females from Ayan-Shantar population

При глазомерной группировке ряда выделяются классы 62–68, 69–74, 75–78 и 79–85 мм. Средневзвешенные для каждого класса составляют соответственно 65,80, 71,51, 76,49, 81,33 мм, а разница между ними — 5,71, 4,97 и 4,84 мм, в среднем — 5,17 мм. Разность между оценками средних значений классов, выделенных с помощью EM-алгоритма (рис. 5, табл. 4), составила в среднем 6,2 мм. Таким образом, результаты глазомерного и автоматического разделения размерного ряда оказались довольно близкими.

Очевидно, что классы, на которые разделен размерный ряд, соответствуют размерно-возрастным категориям самок, а разность между пиками — приросту за линьку. Таким образом, следует принять, что прирост самки по ширине карапакса за 1 линьку составляет приблизительно 5–6 мм, т.е. в 2 раза меньше, чем у самца.

На диаграмме рассеяния, иллюстрирующей зависимость вероятности линьки от линейных размеров (рис. 6), видно, что в южной части ареала вероятность линьки с увеличением размеров особей снижается быстрее, чем в северной и районе зал. Александры.

Рис. 5. Плотность смеси нормальных распределений для размерных классов самок камчатского краба аяно-шантарской популяции, разделенной с помощью EM-алгоритма

Fig. 5. Size groups of red king crab females from Ayan-Shantar population defined by EM-algorithm

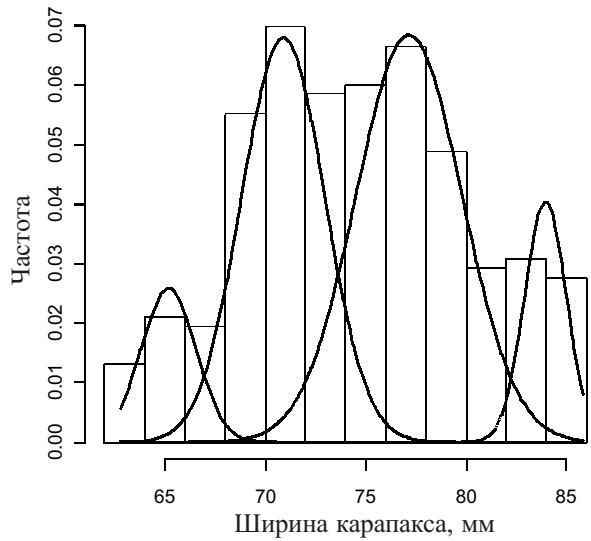


Таблица 4

Характеристики классов, выделенных с помощью EM-алгоритма

Table 4

Parameters of size classes defined by EM-algorithm

Категория	M	σ	λ	Прирост по ширине карапакса, мм
1	65,17	1,37	0,09	5,73
2	70,90	2,07	0,35	6,26
3	77,16	2,64	0,45	6,80
4	83,96	1,05	0,11	

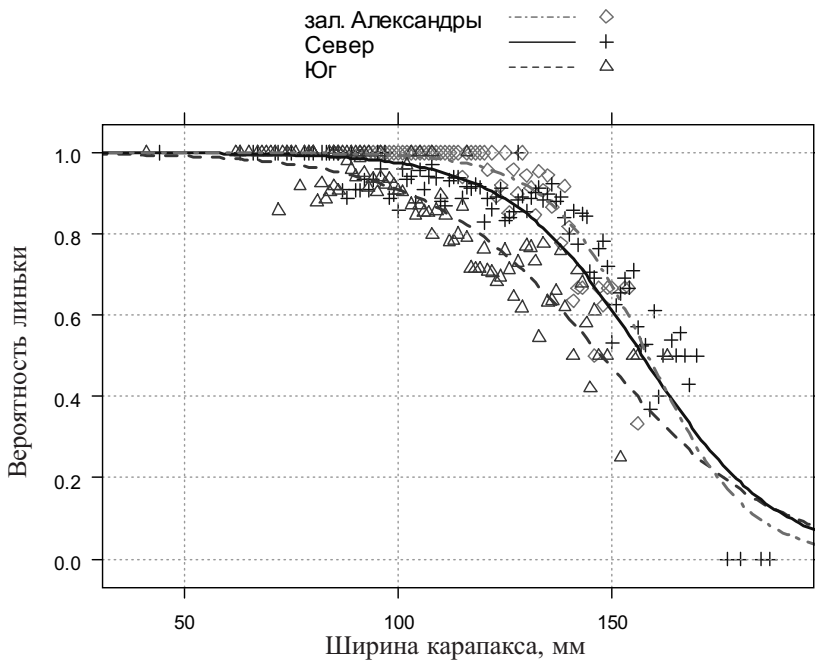


Рис. 6. Зависимость вероятности линьки самцов камчатского краба аяно-шантарской популяции от линейных размеров в различных районах ареала

Fig. 6. Molting probability dependence on size for red king crab males from various parts of Ayan-Shantar population

В табл. 5 представлены оценки параметров уравнений, описывающих зависимость вероятности линьки от ширины карапакса.

Оценки параметров уравнений, описывающих зависимость вероятности линьки самцов камчатского краба аяно-шантарской популяции от ширины карапакса

Table 5

Parameters of equations between moulting probability and carapace width for red king crab males from Ayan-Shantar population

Район	Коэффициент	Оценка	Уровень значимости
Север	<i>a</i>	$156,2 \pm 1,8$	$< 2,0 \cdot 10^{-16}$
	<i>b</i>	$15,7 \pm 2,0$	$4,33 \cdot 10^{-11}$
Юг	<i>a</i>	$146,6 \pm 1,5$	$< 2,0 \cdot 10^{-16}$
	<i>b</i>	$20,6 \pm 1,4$	$< 2,0 \cdot 10^{-16}$
Зал. Александры	<i>a</i>	$157,6 \pm 1,3$	$< 2,0 \cdot 10^{-16}$
	<i>b</i>	$11,8 \pm 0,9$	$< 2,0 \cdot 10^{-16}$

Сравнивая зависимость вероятности линьки от ширины карапакса (рис. 7), можно отметить, что кривая для южного района ареала аяно-шантарской популяции приблизительно сходна с кривой Хайрюзовского района на Камчатке, самого северного участка ареала западнокамчатской популяции, левые части кривых северного района и зал. Александры лежат между кривыми Ичинского и Колпаковского районов, правые части соответствуют кривой для Хайрюзовского района, т.е. вероятность линьки с возрастом здесь снижается быстрее.

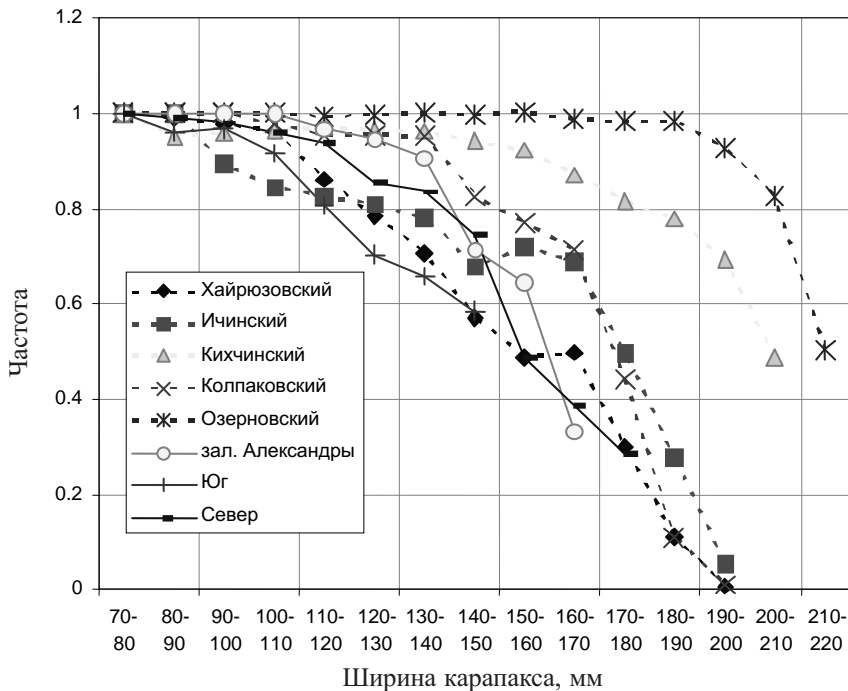


Рис. 7. Вероятности линьки самцов камчатского краба в различных районах аяно-шантарской и западнокамчатской популяций (по: Лысенко 2001; собственные данные)

Fig. 7. Moulting probability of red king crab males in various parts of Ayan-Shantar and West Kamchatka populations (Лысенко, 2001; author's data)

При расчете размерно-возрастных ключей следует учитывать, что после достижения половой зрелости прирост самок по ширине карапакса уменьшается (Matsuura, Takeshita, 1990). Определено, что 50 % самок несут на плейоподах икру при ширине карапакса 60–70 мм. Величина прироста самок была определена нами только для половозрелых особей. Поскольку большая часть самок обитает в южном участке ареала, логично предположить, что до достижения половой

зрелости самки растут так же, как и самцы из этого района: после полового созревания интервал их линьки становится равным 5 мм.

Для построения кривых линейного роста вычисляли средневзвешенную величину середины классового интервала каждой размерной группы, представленной в данной возрастной группе. Для построения кривых весового роста воспользовались размерно-весовой зависимостью вида $Q = a \cdot W^b$, где $a = 0,0013$, $b = 2,81$ — для самцов и соответственно 0,0160 и 2,77 — для самок (рис. 8).

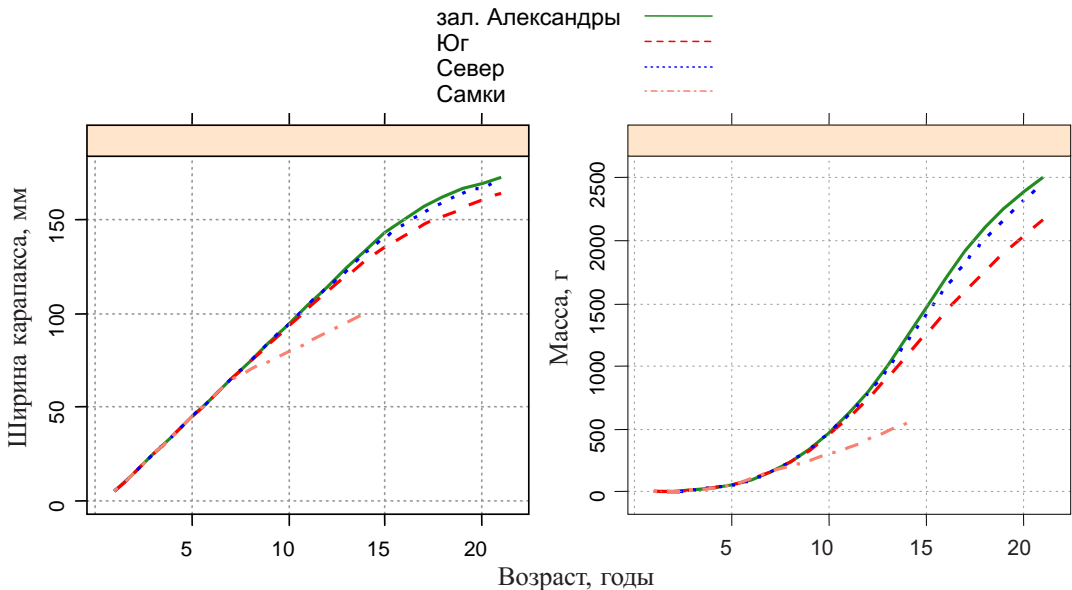


Рис. 8. Линейный (слева) и весовой (справа) рост камчатского краба аяно-шантарской популяции

Fig. 8. Linear (left) and weight (right) growth of red king crabs from Ayan-Shantar population

По результатам расчетов, промысловой меры самцы достигают в возрасте 14–15 лет, продолжительность жизни самок составляет около 14 лет (рис. 8, табл. 6–9).

Выводы

Для камчатского краба аяно-шантарской популяции характерны наименьшие по сравнению с другими популяциями этого вида приросты. Для самцов они оценены в 10 мм, самок — 5 мм.

По мере увеличения линейных размеров возрастает скорость снижения вероятности линьки.

Исходя из того что максимальный размер самца из уловов за всю историю наблюдений составил 202 мм и учитывая найденные закономерности линейного роста, можно предположить, что максимальный возраст у самцов камчатского краба в северо-западной части Охотского моря составляет 20–21 год.

Учитывая максимальный размер самок из уловов и характер их роста, можно предположить, что максимальный возраст для них составляет 13–14 лет.

Рассчитанные размерно-возрастные ключи нельзя рассматривать как постоянные: в силу высокой динамичности гидрологических условий частота линек может меняться. По возможности ключи должны корректироваться.

Необходимо провести исследования ранних стадий развития камчатского краба аяно-шантарской популяции для уточнения интервалов размерных групп для этих стадий.

Два первых вывода и обуславливают тугорослость крабов аяно-шантарской популяции.

Таблица 6

Размерно-возрастной ключ для самцов камчатского краба аяно-шантарской популяции в зал. Александры
(юго-восточнее 53°55' с.ш., в строках — интервалы по ширине карапакса, в столбцах — возраст)

Table 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
0-10	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-20	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-30	-	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-40	-	-	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40-50	-	-	-	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50-60	-	-	-	-	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60-70	-	-	-	-	-	-	99,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70-80	-	-	-	-	-	-	-	99,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80-90	-	-	-	-	-	-	-	-	99,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100-110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
110-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,4	4,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
120-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,8	9,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
130-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78,2	18,3	3,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
140-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58,2	28,5	9,5	2,7	0,7	0,2	0,1	0,1
150-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,9	30,8	19,1	10,0	4,9	2,3	2,3
160-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,2	24,1	24,5	20,6	15,7	15,7
170-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,9	21,4	31,8	37,9	37,9
180-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,2	30,4	60,4	60,4
190-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	81,0	81,0
200-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0

Таблица 7

Размерно-возрастной ключ для самцов камчатского краба аяно-шантарской популяции в южной части ареала
(53°55'–57°23' с.ш., в строках — интервалы по ширине карапакса, в столбцах — возраст)

Table 7

Size-age key for red king crab male from the southern part of Ayan-Shantar population (collected in 53°55'–57°23' N).
Rows — carapace width, columns — age

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
0–10	99,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10–20	–	99,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20–30	–	–	99,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30–40	–	–	–	99,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40–50	–	–	–	–	98,3	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50–60	–	–	–	–	–	97,2	2,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60–70	–	–	–	–	–	–	95,4	4,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70–80	–	–	–	–	–	–	–	92,5	7,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80–90	–	–	–	–	–	–	–	–	88,1	11,0	0,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90–100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	81,4	16,3	2,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100–110	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	71,9	22,8	4,5	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
110–120	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	59,1	29,3	8,9	2,2	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
120–130	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	43,8	33,0	15,1	5,5	1,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0
130–140	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	28,0	31,2	21,0	11,1	5,2	2,2	0,9	0,4	0,4
140–150	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15,1	24,1	22,9	17,0	11,0	6,5	3,6	3,6
150–160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7,6	16,7	21,5	21,5	18,4	14,3	14,3
160–170	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,5	13,2	22,3	28,7	31,4	31,4
170–180	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,0	14,7	31,2	50,0	50,0
180–190	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5,7	26,3	68,0	68,0
190–200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15,4	84,6	84,6
200–210	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	100,0

Таблица 8

Размерно-возрастной ключ для самцов камчатского краба аяно-шантарской популяции в северной части ареала
(севернее 57°23' с.ш., в строках — интервалы по ширине карапакса, в столбцах — возраст)

Size-age key for red king crab males from the northern part of Ayau-Shantar population (collected northward from 57°23' N).

Rows — carapace width, columns — age

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
0-10	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-20	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-30	-	-	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-40	-	-	-	99,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40-50	-	-	-	-	99,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50-60	-	-	-	-	-	99,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60-70	-	-	-	-	-	-	99,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70-80	-	-	-	-	-	-	-	98,8	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80-90	-	-	-	-	-	-	-	-	97,8	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,8	4,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100-110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92,3	7,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
110-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86,0	12,6	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
120-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75,7	20,2	3,5	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
130-140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,1	28,4	8,6	2,2	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0
140-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,4	32,4	16,5	6,9	2,6	0,9	0,3	0,0
150-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,9	28,1	22,5	14,5	8,4	4,5	0,0
160-170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,1	21,4	25,0	23,3	19,1	0,0
170-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	20,1	32,2	40,3	0,0
180-190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,4	29,8	61,8	0,0
190-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,3	81,7	0,0
200-210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0

Список литературы

Виноградов Л.Г. Камчатский краб : монография. — Владивосток : ТИНРО, 1941. — 94 с.

Виноградов Л.Г., Родин В.Е. Состояние запасов камчатского краба в восточной части Берингова моря по результатам советских исследований в 1967 г. // Основы биологической продуктивности океана и ее использование. — М. : Наука, 1970. — С. 207–217.

Галкин Ю.И. О продолжительности межлиночного периода у камчатского краба // Зоол. журн. — 1963. — Т. 42, вып. 5. — С. 763–766.

Жигалов И.А. Сезонная и межгодовая изменчивость термического состояния вод Охотского моря : дис. ... канд. геогр. наук. — Владивосток, 2004. — 169 с.

Закс И.Г. Биология и промысел краба в Приморье // Вестн. ДВФ АН СССР. — 1936. — Т. 18. — С. 49–80.

Клитин А.К. К вопросу об определении возраста камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) // Тр. СахНИРО. — 2003. — Т. 5. — С. 133–145.

Лысенко В.Н. Особенности линьки камчатского краба на западнокамчатском шельфе в конце 90-х годов // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России. — М. : ВНИРО, 2001. — С. 111–119.

Лысенко В.Н., Гайдаев В.Э. Рост камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в северной части западнокамчатского шельфа // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 143. — С. 119–127.

Лысенко В.Н., Максименко В.П. Оценка промыслового запаса и возможного вылова синего краба северо-восточной части Охотского моря методом виртуально-популяционного анализа // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2002. — С. 131–134.

Родин В.Е. Пространственная и функциональная структура популяций камчатского краба // Изв. ТИНРО. — 1985. — Т. 110. — С. 86–97.

Таблица 9

Размерно-возрастной ключ для самок камчатского краба аяно-шантарской популяции (в строках — интервалы по ширине карапакса, в столбцах — возраст)

Table 9

Size-age key for red king crab females from Ayan-Shantar population. Rows — carapace width, columns — age

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0–10	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10–20	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20–30	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30–40	—	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40–50	—	—	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50–60	—	—	—	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60–70	—	—	—	—	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70–75	—	—	—	—	—	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
75–80	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80–85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
85–90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	0,0	0,0	0,0
90–95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	0,0	0,0
95–100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0	0,0
100–105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100,0

Родин В.Е., Мясоедов В.И. Биологическая характеристика популяции камчатского краба *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) в северо-западной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 1982. — Т. 106. — С. 3–10.

Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И. Сравнительная характеристика западнокамчатской и аяно-шантарской популяции камчатского краба // Биологические проблемы Севера : тез. докл. 10-го Всесоюз. симпоз. — Магадан, 1983. — С. 434–435.

Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Биотехнология выращивания крабов на подвесных и донных плантациях // Приморье — край рыбацкий : мат-лы науч.-практ. конф. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2002. — С. 56–60.

Черниенко И.С. Элементы пространственно-функциональной структуры аяно-шантарской популяции камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) // Наст. том.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России : монография. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.

Basson M., Rosenberg A.A. and Beddington J.R. The accuracy and reliability of two new methods for estimating growth parameters from length frequency data // J. Cons. Int. Explor. Mer. — 1988. — Vol. 44. — P. 277–285.

Benaglia T., Chauveau D., Hunter D.R., Young D. mixtools: An R Package for Analyzing Mixture Models // J. of Statistical Software. — 2009. — Vol. 32(6). — P. 1–29.

Donaldson W., Beyersdorfer S., Pengilly D., Blau F.S. Growth of red king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius, 1815), in artificial habitat collectors at Kodiak, Alaska // J. Shellfish Res. — 1992. — Vol. 11(1). — P. 85–89.

Marukawa H. Biology and fishery research on Japanese king crab *Paralithodes camtschatica* // Jap. Imp. Fish. Exp. Stat. — Tokyo, 1933. — № 4. — P. 1–152.

Matsuura S., Takeshita K. Longevity of red king crab, *Paralithodes camtschatica*, revealed by long term rearing study // Proc. Intern. Sympos. King and Tanner Crabs. — Fairbanks, 1990. — P. 181–191.

Powell G. Grow of king crabs in the vicinity of Kodiak Island, Alaska : Alaska Dep. Fish Game, Inf. Leaflet. — 1967. — Vol. 92. — 106 p.

Powell G.C., Peterson R., Schwarz L. The red king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) in Norton Sound, Alaska: History of biological research and resource utilization through 1982 : Alaska Dep. Fish Game, Inf. Leaflet. — 1983. — Vol. 222. — 104 p.

Shepherd J.G. A weakly parametric method for the analysis of length composition data // Length-based methods in fisheries research : ICLARM Conf. Proc., Manila. — 1987. — Vol. 13. — P. 54–67.

Vining I., Blau S.F., Pengilly D. Growth of red king crabs from the central Aleutian Islands, Alaska // Proc. of the Intern. Sympos. on King and Tanner Crabs. — Fairbanks, 2002. — P. 39–50.

Поступила в редакцию 14.09.10 г.