

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ  
ВНИРО

ПРИБРЕЖНЫЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ

**Сборник научных трудов**

Москва 1999

## О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЭКОЛОГИИ КАМЧАТСКОГО И СИНЕГО КРАБОВ В РАЙОНЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

Буяновский А.И., Вагин А.В.,  
Полонский В.Е., Сидоров Л.К.

### Материал и методика

Одна из особенностей камчатского региона заключается в том, что в настоящее время крабы являются единственной промысловой группой среди донных беспозвоночных. В связи с этим основная часть всех биологических исследований, а на западном побережье – практически все, оказывается связанной с работой на разных видах краба. Однако большинство исследований выполняется на крупнотоннажных судах, которым запрещается работать в территориальных водах и, таким образом, целый ряд особенностей, связанных с периодом пребывания краба в прибрежной зоне, оказывается неизученным. Этот пробел не восполняется и ежегодными учетными траловыми съемками, которые являются лишь моментальной «фотографией» обстановки и позволяют сделать только самые общие выводы. Поэтому целью настоящей работы было выявление тех особенностей биологии промысловых крабов, которые могут быть обнаружены или только в результате длительных прибрежных наблюдений, или – при их сочетании с работой на шельфе.

Материалом послужили результаты работ, выполненных в рамках научной программы «Комплексные изучения биоресурсов подзон Западной Камчатки, Карагинской и Западноберингоморской зоны в прибрежной ее части», утвержденной Комитетом по рыболовству РФ, и согласованной с Минприроды РФ и Росрыбводом. Исследования включали: одну траловую, три снюрреводных и две ловушечных съемки, выполненных в режиме контрольных ловов промысловых донных рыб и беспозвоночных (табл. 1, рис. 1).

Поскольку научная программа ограничивала район исследований побережьем Корьякского округа, то объектами исследования послужили камчатский и синий крабы: *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) и *P. platypus* (Brandt) соответственно – единственные промысловые виды, которые проводят часть цикла в прибрежной зоне.

Для снюрреводных съемок использовали снюрревод (камбальник) с длиной крыла 42 м, сквера – 26 м, кутца – 10 м; ячея крыла – 100 мм, сквера – 80 мм, кутца – 60 мм; длина вытравливаемых ваеров – по 1000 м каждый летом 1995 г. и – по 1500 – осенью 1995 г. и летом 1996 г.

Траловую съемку выполняли 45-метровым донным тралом с мелкочаеистой вставкой (20 мм). Средняя скорость траления составляла 2.5 узла, средняя продолжительность – 30 минут.

**Таблица 1.** Краткая характеристика съемок в районе северо-западного побережья Камчатки

Вид съемки	Сроки	Число станций	Глубины, м	Количество обработанных особей		Орудие лова	Судно
				Камчатский	Синий		
Снюрреводная, лето 1995г	05.07-28.07	107	11-80	550	0	Снюрревод промысловый	МРС-150-108
Траловая, 1995г	02.08-28.08	61	25-115	1010	160	Донный трал промысловый	РК МРТ «Капитан Селюк»
Снюрреводная, осень 1995г	15.09-29.09	23	62-94	410	0	Снюрревод промысловый	МРС-150-108
Ловушечная, лето 1996г	22.06-02.08	239	25-140	1592	1850	Ловушки крабовые	СРТМ«Раздан»
Снюрреводная, 1996г	22.07-25.09	127	33-100	1470	206	Снюрревод промысловый	МРС-150-123
Ловушечная, осень 1996г	23.08-11.11	70	75-160	3395	2683	Ловушки крабовые	СТР «Андрей Смирнов»

Ловушечная съемка была выполнена стандартными коническими ловушками японского производства, собранными в порядки, в среднем по 120 ловушек.

Количественный учет и биологический анализ проводили по стандартной методике (Руководство..., 1979). Границы называемых районов соответствовали общепринятой классификации (Виноградов, 1969).

Математическая обработка данных включала: создание базы данных (программа MS-EXCEL-5.0), построение карт распределения с использованием сплайн-аппроксимации (Столяренко, Иванов, 1988; программа MAPDESIGNER), статистическую обработку массивов (программа STATISTICA for Windows 4.0).

Для определения границ возрастных классов использовали компьютерный аналог вероятностной бумаги, используемой для определения возраста у рыб (Cassie, 1954) и ракообразных (см. Иванов, 1978): программа STATISTICA for Windows, опция "Normal probability plot". Поскольку количество выделяемых классов зависит от размерного шага, то для объективности его определения последнего была использована формула Стерджеса для больших выборок (Лакин, 1990):

$$PШ = PВ (1+5lgN) \quad (1)$$

где PВ – размах варьирования ширины карапаса, мм; PШ – размерный шаг, мм; N – объем выборки.

## Результаты

### Камчатский краб

**Самцы.** Снюрреводная съемка июля 1995 г. показала, что в первой декаде наибольшие уловы промысловых самцов были отмечены в диапазоне 11 – 20 м. Во второй декаде июля они исчезли с этих глубин и переместились на 51 – 80 м. Такой же характер распределения сохранялся и в третьей декаде июля (рис. 2а).

Траловая съемка, выполненная в августе 1995 г. показала, во-первых, практически полное отсутствие промысловых самцов в прибрежной зоне к северу от Хайрюзовского района (выше 57°40'), во-вторых, сохранение большей плотности в диапазоне 76 – 85 м по сравнению с 86 – 105 м (рис. 3), и, в-третьих, сравнительно низкие абсолютные значения плотности.

Осенью 1995 г. плотность самцов существенно уменьшилась, а область наибольших уловов переместилась на глубины 81 – 85 м (рис. 2б).

Ловушечная съемка 1996 г., выполненная в июне – июле, показала, что, в районе 56° 15' – 57° 05' на глубинах более 100 м уловы промысловых самцов были крайне низкими и не превышали 2 экз./ловушку. Обработка нескольких порядков, выставленных на глубинах 29–50 м в середине июля, также показала полное отсутствие промысловых самцов.

Снюрреводную съемку 1996 г. начали только в конце июля, и поэтому не удалось точно установить срок начала отхода промысловых самцов от берега, но уже 26–27 июля в диапазоне глубин 40 – 69 м они или отсутствовали, или встречались штучно. Дальнейшие заметы проводили в режиме поиска скоплений, и поэтому они в какой-то степени отражают скорость движения краба от берега (табл. 2): отсутствие тралений на меньших глубинах означало, что (по оперативной информации, поступающей с других судов) промысловые самцы на них или отсутствовали, или встречались штучно. В конце июля наибольшие уловы были отмечены в диапазоне 71 – 80 м, а уже в начале ав-

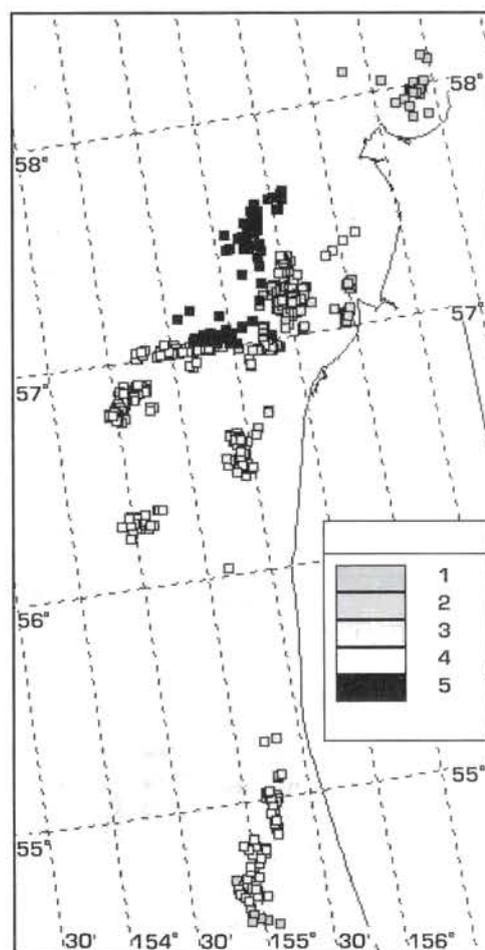
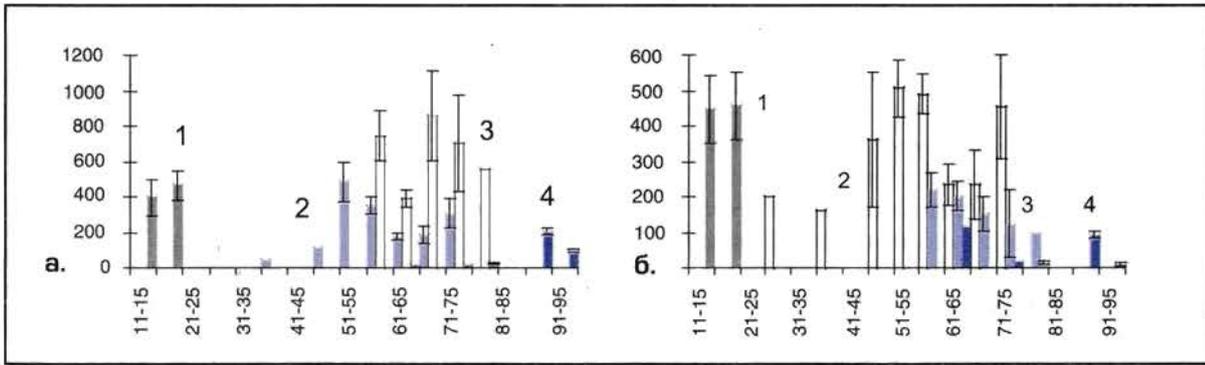
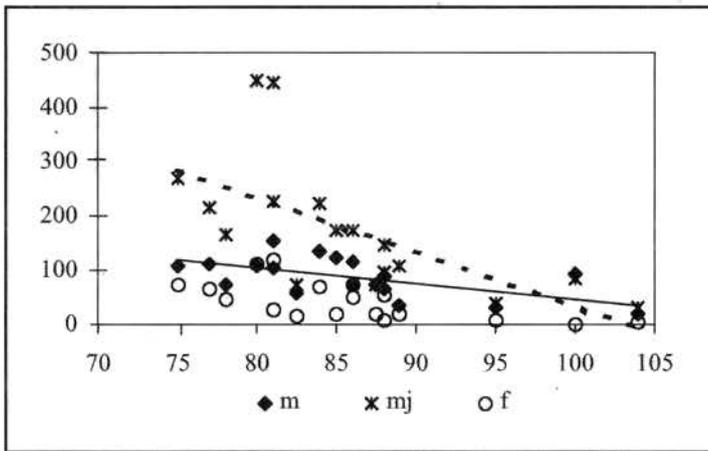


Рис.1. Карта-схема станций: 1 - траловая съемка 1995 г., 2 - снюрреводная съемка 1995 г., 3 - снюрреводная съемка 1996 г., 4 - ловушечная съемка летом 1996 г., 5 - ловушечная съемка осенью 1996 г.



**Рис. 2.** Батиметрическое распределение уловов промысловых самцов (а) и самок (б) камчатского краба в 1995 г: 1 - первая декада июля, 2 - вторая декада, 3 - третья декада, 4 - сентябрь. По оси X - глубины, по Y - улов (экз/замет)



**Рис. 3.** Батиметрическое распределение основных группировок камчатского краба в Хайрюзовском районе в августе 1995 г: m - промысловые самцы, mj - непромысловые самцы, f - самки. По оси X - глубина, по оси Y - улов (экз/0.5 ч траления)

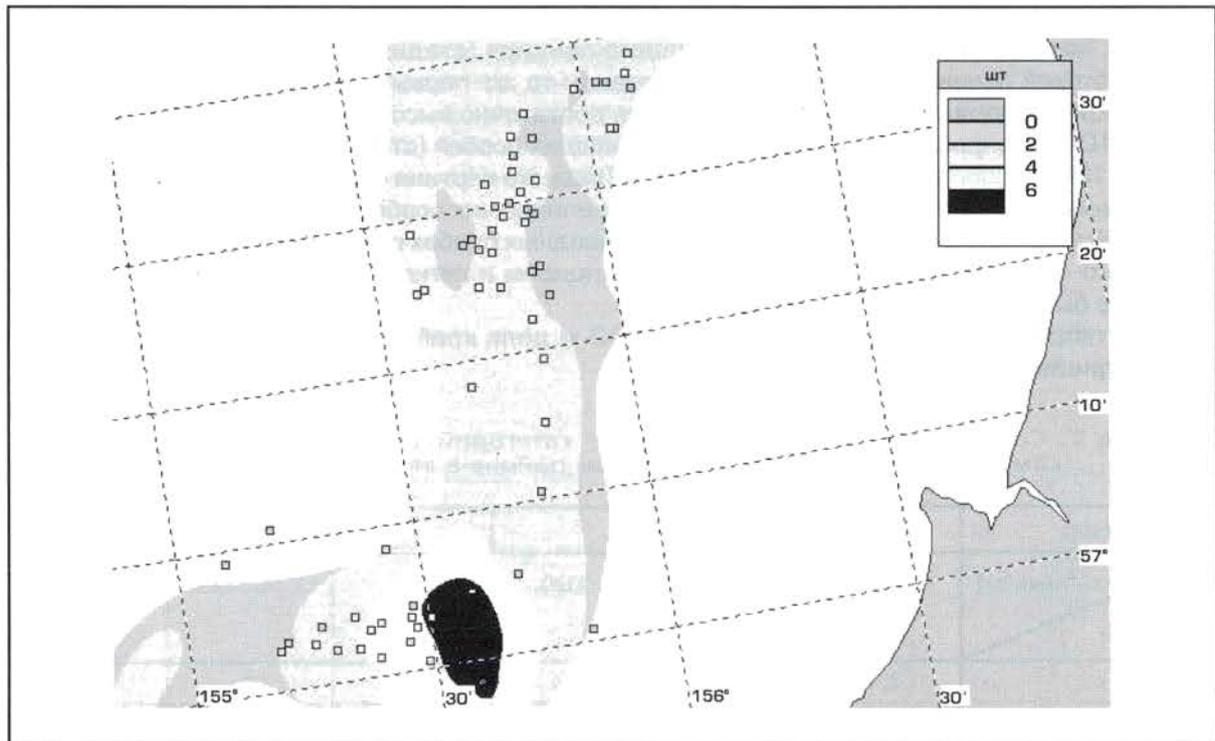
густа скопление сместилось на 91 – 100 м, и поэтому после 7 августа промысел прекратили. Таким образом, менее чем за 2 недели промысловые самцы сместились по глубине с 70 до более 100 м, а по долготе – на 25 минут к западу, что соответствовало скорости 1,4 км/сутки.

В течение августа – сентября на глубинах до 75 м промысловые самцы или отсутствовали, или встречались штучно: уловы не превышали 20 экз/замет.

Дальнейшие исследования камчатского краба были связаны с выполнением осенней ловушечной съемки. Поскольку в течение сентября – октября значения уловов в одних и тех же районах существенно не менялись, то данные были объединены. Построенная по ним карта распределения (рис. 4) показала, что наиболее плотное скопление с уловами 6 – 8 экз/лов располагалось в районе 57°00 – 57°10'; к северу уловы снижались. Рассчитанный по этим данным методом сплайн-аппроксимации про-

**Таблица 2.** Уловы (экз/замет) камчатского краба в Хайрюзовском районе летом 1996г

Даты Глуб., м	27/6	27/7	28/7	29/7	2/8	5/8	6/8	7/8
40-49	4±3	5±2	-	-	-	-	-	-
50-59	24±7	-	-	-	-	-	-	-
60-69	-	24	55	-	115	-	-	-
70-79	-	-	130±45	162±12	172±43	-	-	-
80-89	-	-	20	163±121	-	190	-	-
91-100	67	115	-	-	-	88±14	260±65	73±40

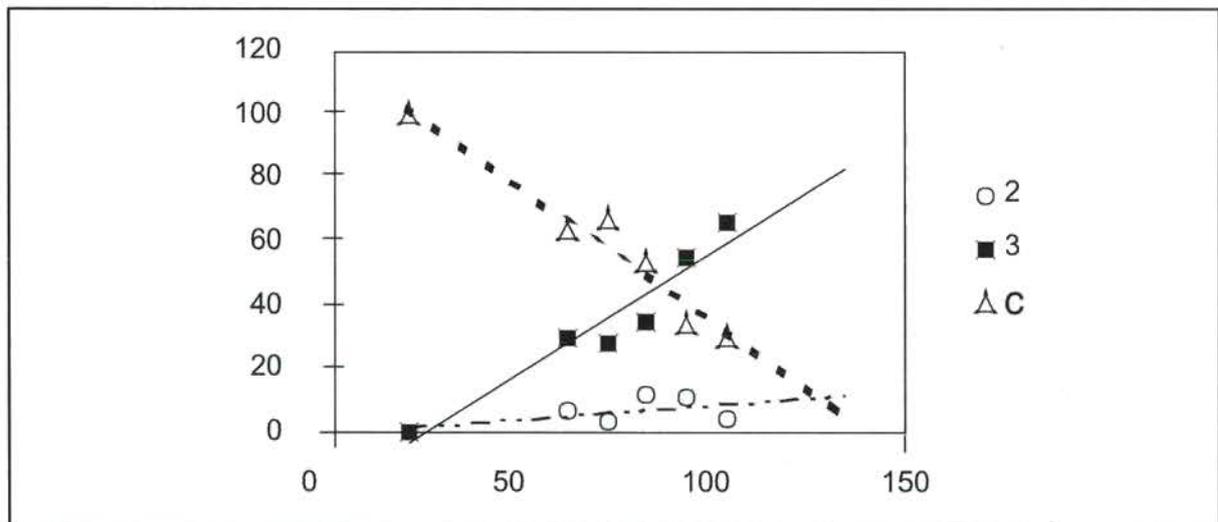


**Рис.4.** Распределение уловов (штук/ловушку) промысловых самцов камчатского краба в сентябре - октябре 1996 г.

мысловый запас (площадь облова ловушки была принята равной  $2400 \text{ м}^2$ : этот коэффициент используется в КамчатНИРО при расчетах для прогноза) в диапазоне глубин 80 – 150 м составил 1500 тыс. экз. в районе  $57^{\circ}00' - 57^{\circ}20'$  и – 1350 тыс. экз. в районе  $57^{\circ}20' - 57^{\circ}40'$ .

Таким образом, и в 1995 и в 1996 г. отход промысловых самцов от берега наблюдали в одни и те же сроки – начиная со второй декады июля, а уже в первой декаде августа на глубинах менее 100 м промысловые скопления камчатского краба отсутствовали. Эти сроки соответствуют данным, которые ранее были получены при использовании меченых крабов (Чекунова, 1969).

При анализе соотношения межлиночных категорий за оба года было отмечено, что в июле – начале августа доля старого краба устойчиво снижалась по мере увеличения глубины (рис. 5). Поскольку это происходило в период отхода самцов от берега, то, очевид-



**Рис.5.** Соотношение межлиночных категорий у промысловых самцов камчатского краба на разных глубинах в Хайрюзовском районе. 2 - стадия 2; 3 - стадия 3 ранняя; С - стадия 3 поздняя. По оси X - глубина (м), по Y - доля стадии (%)

но, такое снижение было обусловлено «разбавлением» скопления ранее перелинявшими особями, находящимися на стадии окрепшего панциря (стадия 3 ранняя).

Для второй половины августа было отмечено, что, во-первых, среди оставшихся на мелководье крабов доля старых особей оставалась достаточно высокой, и, во-вторых, в диапазоне 90 – 100 м возросла доля недавно перелинявших особей (стадия 2; табл. 3). На глубинах свыше 110 м преобладали крабы на стадии 3. Такая же картина сохранялась и в сентябре, за исключением факта снижения доли недавно перелинявших особей и их замещением старым крабом. Кроме того, в сентябре 1995 г. в снюрреводных пробах отмечали от 5 до 20% так называемого «гнилого краба» с изъязвленным панцирем и легко отделяемыми конечностями (он также был отнесен к категории «старый»).

В октябре и ноябре на глубинах свыше 90 м доля краба на стадии 3 варьировала в разных диапазонах от 95 до 98%.

**Таблица 3.** Соотношение (%) межлиночных категорий среди промысловых самцов камчатского краба в Хайрюзовском районе в августе и сентябре 1995-96гг

месяц глубины (м) категории	август			сентябрь		
	<90	90-110	>120	<90	90-110	>120
2	1	13	0	2	3	4
3	33	71	91	55	78	90
старый	66	16	9	43	19	6
объем выборки (экз.)	98	140	57	123	162	218

**Таблица 4.** Соотношение (%) между межлиночными категориями промысловых самцов в районе 54°30 - 55°30 в разные сроки

срок глубины категории	15.07-2.08			23.08-29.08
	51-60	71-90	90-120	90-120
2	10	0	1	12
3	74	100	97	71
старый	16	0	2	17
объем выборки (экз)	69	26	117	77

В отличие от Хайрюзовского района, южнее (54°30 – 55°30), в период со второй половины июля до начала августа, доля старого краба в уловах с глубин 51 – 60 м была достаточно низкой и оставалась примерно одинаковой во второй половине августа, после смещения промысловых самцов на большие глубины (табл. 4).

Для более ранних сроков имеются только данные по южной части Хайрюзовского и Запретному районам с глубин свыше 110 м: здесь в конце июня – начале июля соотношение между категориями 2/3/С составляло 47/49/4 (n = 94). Севернее, в районе 57°50 (б. Квачина), где уловы были совсем низкими, было обработано только 19 экз., из которых 3 были старыми, а 16 – находилось на стадии 3.

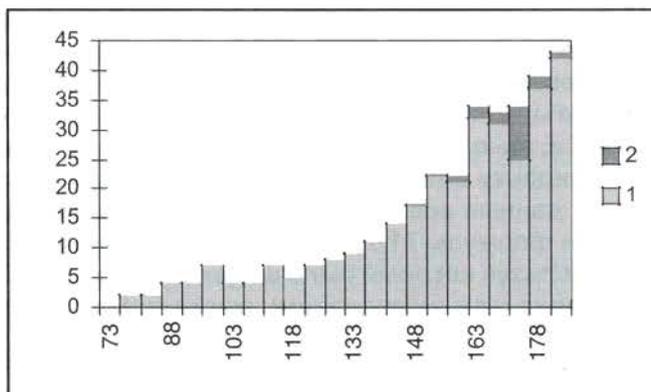
Таким образом, данные за 1995 – 1996 г. свидетельствуют о том, что в Хайрюзовском районе в период пребывания промысловых самцов камчатского краба у берега основная часть была представлена старыми (не прошедшими линьку в текущем году) особями. По мере отхода краба от берега, эта группировка пополнялась самцами, которые прошли линьку в более ранние сроки. После массового отхода среди оставшихся в прибрежной зоне крабов доля старых особей сохранялась высокой, в то время как на глубинах свыше 110 м доминировали самцы, прошедшие линьку в текущем году. В противоположность

Хайрюзовскому району, у южных границ Корякского округа доля старого краба была более низкой и после его отхода от берега сохранялась на одном и том же уровне.

**Непромысловые самцы.** Анализ распределения непромысловых самцов не входил в задачу данного исследования, и поэтому следует только отметить, что, во-первых, сроки их отхода от берега были такими же, как для промысловых особей, и, во-вторых, свыше 90% всех особей в период исследований находились на стадии З, т.е. прошли линьку в текущем году.

В целом, устойчивое увеличение доли старых особей начинается при ширине карапакса 131 – 135 мм (рис. 6). Характерно, что наиболее высокий процент «гнилого краба» отмечен для размерной группы 171 – 175 мм (объем выборки класса 79 экз.).

**Рис. 6.** Доля (%) старого (1) и «гнилого» (2) краба в различных размерных категориях самцов *P. camtschatica*. По оси X - ширина карапакса (мм), Y - доля, %



**Самки.** Анализ данных снюрреводной съемки 1995 г. (рис. 26) дает основания предполагать, что в отличие от промысловых самцов самки в июле не отходили от берега в течение месяца, а продолжали там оставаться в диапазоне глубин 11 – 60 м. Глубже их плотность заметно снижалась.

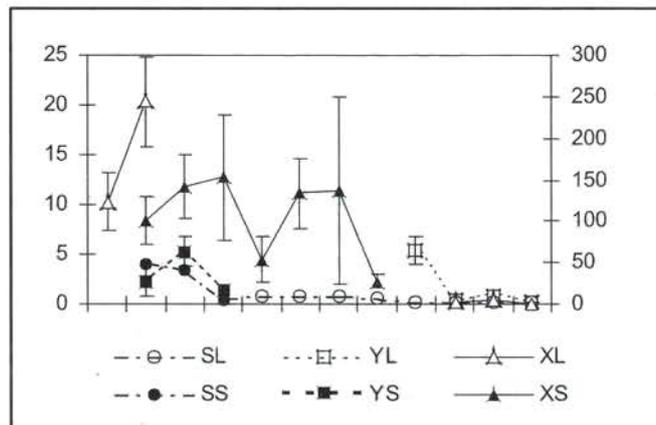
Траловая съемка 1995 г. показала, что, во-первых, достаточно мощное скопление самок присутствовало к северу от Хайрюзовского района – в районе 57°50' (б. Квачина), где на глубинах 50 – 60 м средние уловы составляли  $198 \pm 32$  экз./0.5 ч траления. Во-вторых, уловы в Хайрюзовском районе на глубинах свыше 70 м были сравнительно низкими и уменьшались по мере увеличения глубины. В южной части региона (54°30' – 55°00') на глубинах 75 – 110 м самки встречались штучно.

В сентябре 1995 г. плотность самок на глубинах 60 – 90 м также была низкой (рис. 26).

Таким образом, данные 1995 г. свидетельствуют, что, как минимум, в июле – сентябре, самки камчатского краба концентрируются в прибрежной зоне на глубинах до 60 м и, в отличие от самцов, не совершают в этот период массовых миграций.

Ловушечная съемка в июне – июле 1996 г. показала, что на глубинах свыше 100 м самки или отсутствовали, или встречались штучно, за исключением области южной границы Запретного района, где в диапазоне глубин 100 – 119 м уловы были достаточно высокими (рис. 7: YL). Вместе с тем, анализ нескольких порядков, выставленных на мелководье в этот период, показал, что плотность самок на глубинах 25 – 50 м была существенно выше (рис. 7: XL), чем на больших глубинах и – на аналогичных глубинах к югу от Хайрюзовского района.

**Рис. 7.** Уловы самок камчатского краба снюрреводом (справа, экз./замет) и ловушками (слева, экз./лов.) в июне–сентябре 1996 г. на разных глубинах. Условные обозначения: SS; SL – 54°30' – 55°00'; YS, YL – 56°15' – 56°40'; XS, XL – 56°55' – 57°25'. S и L – снюрревод и ловушки соответственно. По оси X – глубина, по Y – уловы, экз.



Эти результаты были подтверждены снюрреводной съемкой, начатой 26 июля. Как и в 1995 г., область наиболее высоких уловов располагалась между 40 и 70 м, и еще один пик был отмечен на глубинах 80 – 90 м (рис. 7: XS). Южнее Хайрюзовского района уловы самок на аналогичных глубинах были существенно ниже (рис. 7: YS, SS).

В сентябре и октябре, в Хайрюзовском районе на глубинах 90 – 130 м плотность самок оставалась низкой: в среднем  $0.6 \pm 0.1$  экз/лов., а в ноябре резко возросла до  $16.2 \pm 1.3$  экз/лов.

Таким образом, данные 1996 г. свидетельствуют о том, что массовый отход самок от берега произошел в конце октября – начале ноября.

На основании данных 1995 и 1996 г. были построены карты пространственного распределения средних размеров самок для июня – августа и сентября – октября (рис. 8а, б), которые свидетельствуют, во-первых, о постепенном увеличении средних размеров самок с севера на юг и, во-вторых, об их уменьшении с увеличением глубины. Сопоставляя обе карты, можно также отметить, что осенью, во-первых, крупные самки сместились глубже, и, во-вторых, мелкие самки «продвинулись» в южном направлении.

Поскольку в период исследований самки не линяли (т.е. не увеличивались в размерах), то данные всех промеров были объединены в единую выборку из 1860 экз. На основании формулы (1), при размахе варьирования 60 мм, был выбран размерный шаг 3 мм, используя который было выделено 2 средних и 2 крайних дискретных класса (рис. 9). Расстояние между медианами выделенных классов составляло 11 – 15 мм.

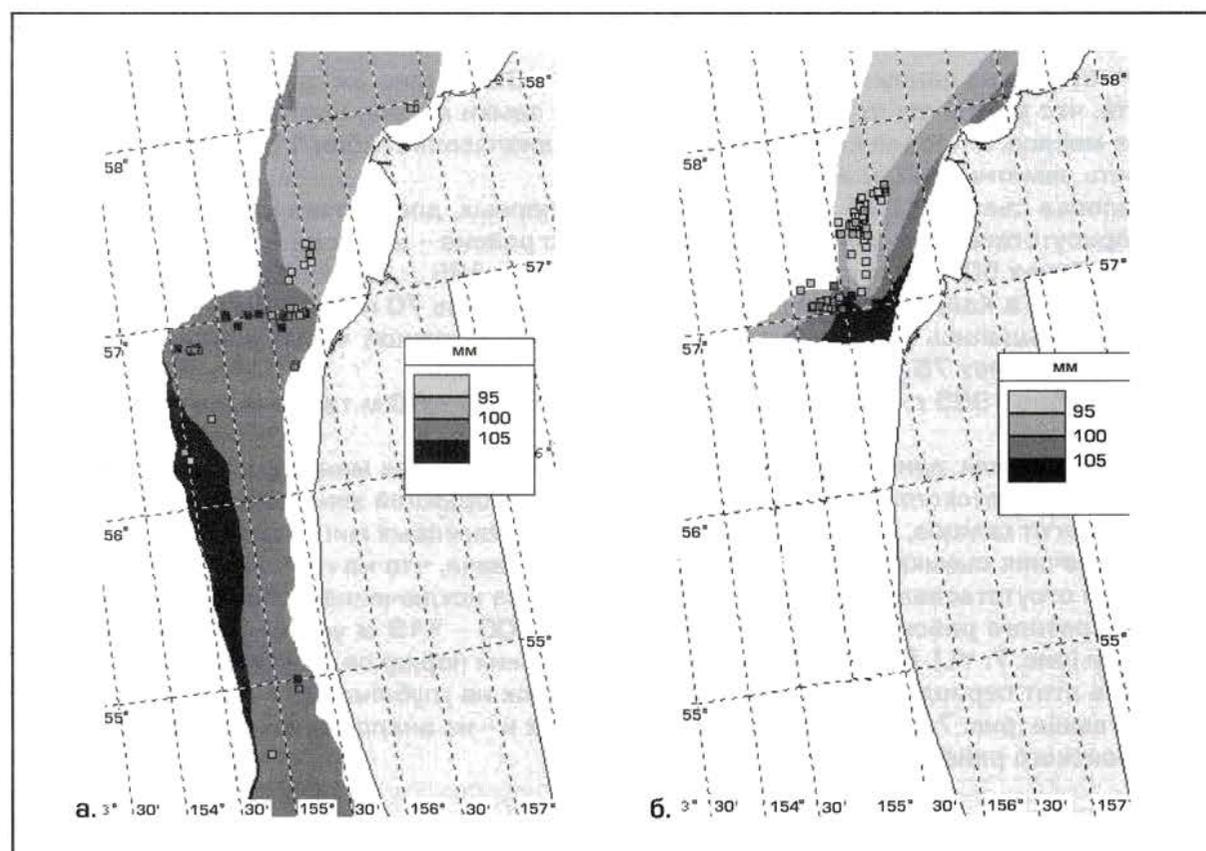


Рис. 8. Распределение средних размеров самок камчатского краба в прибрежной зоне северо-западной Камчатки в июне - июле (а) и сентябре - октябре (б)

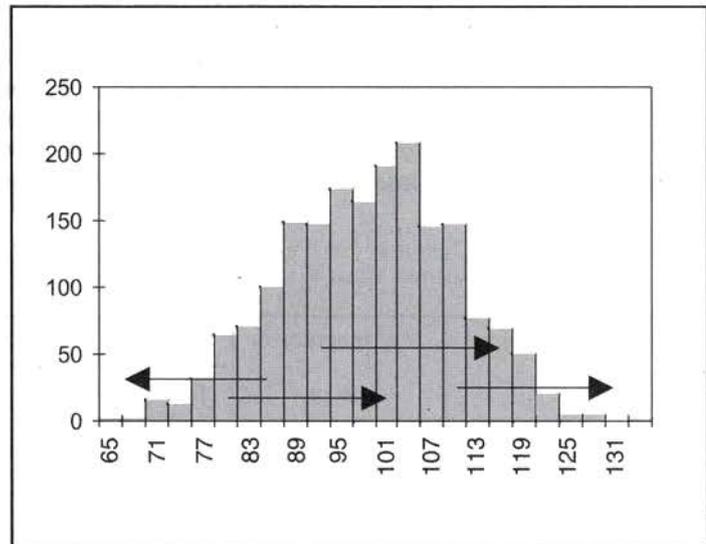
С июля по ноябрь 1996 г. доля самок с фиолетовой икрой постепенно уменьшалась (табл. 5), но, даже в ноябре, когда у части особей появилась икра с заметными эмбрионами (ИГ), самки с недавно отложенной икрой все еще присутствовали. Самки на стадии выпущенных личинок встречались штучно.

Батиметрически соотношение между репродуктивными стадиями менялось в сторону увеличения доли самок без икры: эта тенденция наблюдалась как в июле – августе (рис. 10), так и в сентябре – октябре (табл. 6). В ноябре отмечено, что самки с развитыми эмбрионами (ИГ) предпочитали большие глубины (табл. 7).

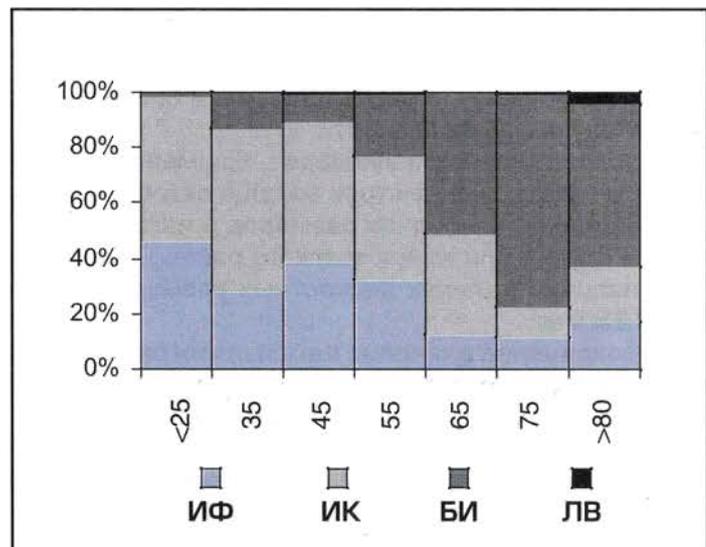
**Таблица 5.** Соотношение (%) стадий развития у самок с отложенной икрой в Хайрюзовском районе в разные месяцы: ИФ - икра фиолетовая; ИК - икра бурая; ИГ - икра с «глазками»

Месяц	ИФ	ИК	ИГ	Объем выборки
июль	45	55	0	331
август	43	57	0	173
сентябрь	24	76	0	54
ноябрь	19	66	15	583

**Рис.9.** Размерная структура самок камчатского краба. Стрелками указаны границы возрастных (дискретных) классов. По оси X - верхние границы размерных групп, мм; по Y - частоты, экз.



**Рис.10.** Соотношение между репродуктивными стадиями самок камчатского краба на разных глубинах в Хайрюзовском районе в июле-августе 1995-96 гг. По оси X - глубина, м



**Таблица 6.** Соотношение (%) стадий развития у самок в Хайрюзовском районе на разных глубинах в сентябре и октябре\*: БИ - самки без икры; ЛВ - личинки выпущены; остальные - как в табл. 5

Глубина	БИ	ИФ	ИК	ЛВ	Объем выборки
<80	33	25	39	3	72
81-110	66	16	16	2	121
>110	85	3	9	3	68

\* использованы данные за 1995 и 1996 гг

**Таблица 7.** Уловы (экз/лов) различных категорий самок камчатского краба на разных глубинах в северной части Хайрюзовского района в ноябре 1996 г.: обозначения стадий – как в табл. 5, 6

Глубина (м)	БИ	ИФ+ИК	ИГ	ЛВ
101-110	0.2	16.8	0.0	0.6
111-120	0.4	10.4	0.5	0.0
131-140	1.8	23.7	5.8	0.0
>140	0.3	8.3	2.1	0.2

На основании данных по размерной структуре и предположения, что выделенные классы соответствуют определенному возрасту, были выделены диапазоны т.н. "чистых" классов, не затронутые перекрытием с соседними группами (рис. 9). Внутри этих диапазонов было рассчитано соотношение между репродуктивными стадиями (табл. 8). Как и следовало ожидать, доля самок без икры с увеличением размера (возраста) снижалась, причем – наиболее резко при переходе от второго класса к третьему. Следует также отметить, что появление самок с эмбрионами отмечалось преимущественно у старших возрастных групп.

**Таблица 8.** Соотношение (%) между репродуктивными стадиями в различных размерных группах самок камчатского краба\*. Обозначения стадий – как в табл. 5, 6

Размерная группа (мм)	N возрастного класса	Стадии				Объем выборки (экз.)
		БИ	ИФ+ИК	ИГ	ЛВ	
<80	1	93	7	0	0	81
89-91	2	45	52	0	3	147
104-109	3	6	83	8	3	313
>119	4	0	75	19	6	67

\* использованы данные за 1995 и 1996 гг

Таким образом, в распределении и биологии самок камчатского краба можно выделить следующие особенности:

- пребывание на мелководье, как минимум, с июля по октябрь и массовый отход на глубины 100 и более метров в конце октября – начале ноября;
- увеличение средних размеров в направлении с севера на юг и их уменьшение (во всяком случае для Хайрюзовского района) по мере увеличения глубины;
- наличие четырех дискретных размерных классов в диапазоне ширины карапакса 65 – 125 мм;
- сохранение в течение лета и осени батиметрических различий в распределении репродуктивных категорий: самки с отложенной икрой обитают преимущественно на малых глубинах, а самки без икры – на больших;
- зависимость репродуктивного состояния от возраста: постепенное уменьшение доли самок без икры и более раннее вызревание эмбрионов в старших возрастных классах.

## Обсуждение.

Ранее (Низяев и др., 1992) была предложена схема двух сезонных группировок для хайрюзовского стада камчатского краба. Согласно ей первая группировка была представлена самцами, перелинявшими в апреле и подходящими летом на глубину 50 – 75 м; а вторая – старым крабом, концентрирующимся у берега и «готовящимся к линьке приблизительно в июне – июле». Базируясь на классической схеме сезонного цикла камчатского краба в этом районе (Родин, 1985), согласно которой линька самцов происходит летом на мелководье, авторы посчитали, что наличие первой группировки является аномалией, связанной с особенностями гидрологического режима 1987 г.

Полученные данные, в целом, не противоречат предложенной схеме, а в некоторых аспектах дополняют ее. Действительно, в прибрежной части на глубинах 10 – 20 м в первой половине лета концентрируются промысловые самцы камчатского краба, не прошед-

шие линьку в текущем году. По мере их отхода от берега скопления пополняются особями, находящимися на стадии окрепшего панциря, то есть, полинявшими в более ранние сроки. Эта закономерность наблюдалась как в 1995, так и в 1996 гг., и, таким образом, в настоящее время нет оснований считать ее аномалией.

После массового отхода на глубины 91 – 110 м судьба группировки, концентрировавшейся у берега, становится менее ясной. Возможно, что часть особей проходит линьку в августе, о чем свидетельствует возрастание доли особей с неокрепшим панцирем (табл. 3), другая часть рассеивается на указанных глубинах, где сохраняется, как минимум, до конца сентября, при этом отчетливо обнаруживаются особи, «обреченные» на ближайшую смерть («гнилой краб»). Кроме того, существенная часть выбирается во время летнего промысла маломерным флотом (МРСы), активно работающим в данном районе. Географические границы этой группировки, занимают, как минимум, Хайрюзовский район и, возможно, Запретный, т.к. южнее доля старого краба в уловах резко уменьшается (табл. 4).

Что касается крабов, прошедших линьку весной, то, не позднее сентября они концентрируются на глубинах 100 и более метров и составляют основу ловушечного промысла (рис. 4). Туда же отходят и непромысловые самцы, которые, с одной стороны, как и старые особи, подходят летом на мелководье, а, с другой, как и более глубоководные, проходят линьку в конце весны – начале лета.

Таким образом, можно предположить, что разделение группировок происходит в конце апреля, когда основная часть самцов начинает линьку. К этой категории относится часть промысловых и практически все непромысловые самцы. Долю промысловых самцов можно определить, исходя из соотношений снюрреводных уловов на глубинах 80 – 100 м, куда отошло прибрежное скопление к началу августа. Если учесть, что как на больших (рис. 3), так и на меньших глубинах в этот период краб встречался штучно, то соотношение 65(З)/30(С) (рис. 5) можно считать вполне адекватным, что означает, что в апреле линяет около 2/3 промысловых самцов. Такое разделение дает возможность полинявшей группе раньше достичь малых глубин и сконцентрироваться там. Вторая группировка, закончив линьку, выходит на глубины 50 – 70 м.

После подхода самцов на мелководье, вероятно, начинается оплодотворение самок, в котором могут участвовать представители обеих группировок. Однако нерест последних, по-видимому, не ограничивается серединой июня (Родин, 1985), а длится, как минимум, до отхода самцов от берега и, может быть, дольше: в противном случае невозможно объяснить наличие почти 20% самок с фиолетовой икрой в середине ноября (табл. 5).

После отхода основной части самцов, самки держатся на мелководье вплоть до второй половины октября, т.е. практически весь период биологического лета, что, вероятно, связано с оптимальными условиями для развития эмбрионов. В течение всего указанного периода сохраняется четкое батиметрическое разделение как в размерной структуре, так и в соотношении репродуктивных стадий. По-видимому, это обусловлено особенностями жизненного цикла популяции, связанными с переносом личинок на север и постепенным движением осевшей молодежи к югу (Родин, 1985 и др.): таким образом, подходя из района бухты Квачина, молодые самки постоянно оказываются «за спиной» у более старых особей.

К сожалению, выполняя эту работу, мы не осматривали гонады самок, лишенных икры. Однако если проанализировать возрастную зависимость репродуктивного состояния (табл. 8), можно отметить постепенное снижение доли особей без икры. Такая картина вполне соответствует представлению о неодновременном половом созревании долгоживущих беспозвоночных: например, северной креветки (Иванов, 1978), гребенчатого чилима (Букин, Згуровский, 1988), северного шримса-медвежонка (Букин, 1992) и других животных. В целом, если бы имела место яловость, связанная с дефицитом самцов (Родин и др., 1996), следовало бы ожидать более или менее равномерного распределения самок БИ в старших возрастных группах, что противоречит данным таблицы 9.

Выделение возрастных классов у ракообразных путем анализа размерной структуры получило широкое распространение (обсуждение см. Иванов, 1978), и поэтому выделенные дискретные группы (рис. 9), по-видимому, являются возрастными классами. В этом случае расстояние между их медианами, в какой-то степени, характеризует темпы роста, составляющие в год 11 – 15 мм. Ранее сходные значения были получены Л.Г. Виноградовым (1968) и М.А.Тарвердиевой (1974) для молодежи шириной 26 – 70 мм (4 – 7 лет), а также – при анализе данных М.М. Лаврентьева (1969) по динамике средних размеров самок в течение нескольких лет. Более широкий, по сравнению с данными М.А. Тарвердиевой (1974), диапазон изменчивости в пределах одного класса может быть обуслов-

лен, во-первых, возрастом анализируемых особей, и, во-вторых, объединением данных за 1995 и 1996 гг. Тем не менее, если данные по возрасту молоди взять за основу, то выделенные в данной работе классы должны соответствовать возрасту 8 – 11 лет, и, таким образом, самки становятся половозрелыми на 9 – 10 году жизни.

В заключение хотелось бы обсудить причину смещения сроков линьки краба на более ранние сроки. Поскольку этот процесс не является аномалией, а наблюдается в течение ряда лет и затрагивает только часть популяции, то представляется, что в его основе лежат генетические изменения, связанные с ответом хайрюзовской части популяции на интенсивный промысел, который ведется на мелководье местным флотом (МРСами) в конце весны – начале лета. Естественный отбор, таким образом, должен быть направлен на сохранение промысловых самцов, не концентрирующихся у берега. Среди тех особей, которые подходят к берегу, значительную часть составляют крабы, с нарушенными механизмами регуляции линьки (не линяющие) и миграций (остающиеся), а также – маргиналы, вымирающие в конце биологического лета, типичным представителем которых является «гнилой краб».

### Синий краб

В отличие от камчатского, жизненный цикл синего краба, в частности самцов, проходит на глубинах 100 и более метров, и поэтому материалы, связанные с их биологией, не были включены в данную публикацию. Однако часть самок этого вида также проходит часть цикла на мелководье, и поэтому заслуживает внимания.

В 1995 г. заметные уловы самок были отмечены только при траловой съемке: в бухте Квачина: на глубинах 50 – 60 м их численность составляла 58 (4 экз/0.5 ч траления). В Хайрюзовском районе они штучно встречались как в траловых, так и в снюрреводных пробах глубже 70 м.

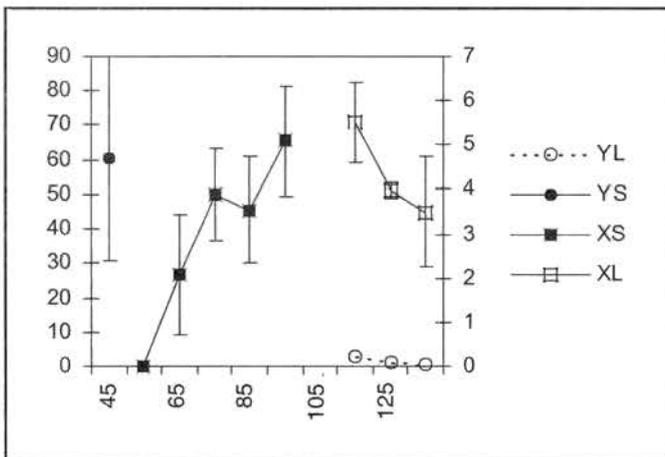


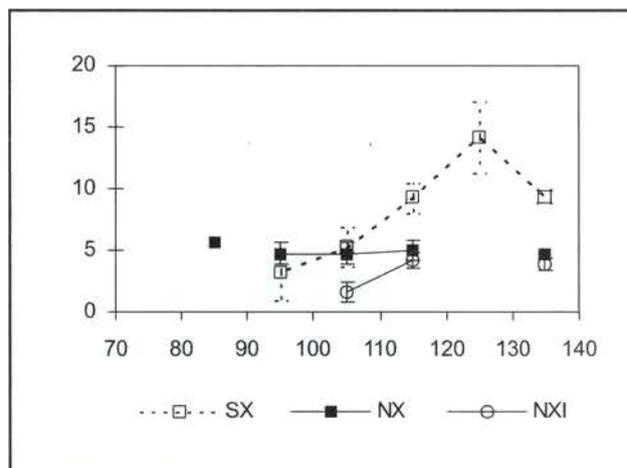
Рис. 11. Уловы самок синего краба снюрреводом (слева, экз/замет) и ловушками (справа, экз/лов.) в июне-сентябре 1996 г. на разных глубинах. Условные обозначения: YS, YL - 56°15' - 56°40'; XS, XL - 56°55' - 57°25'. S и L - снюрревод и ловушки соответственно. По оси X - глубина, по Y - уловы, экз.

Во время летней ловушечной съемки 1996 г. было отмечено, что, во-первых, уловы увеличивались с севера на юг, и, во-вторых, начиная от 100 м, уменьшались с увеличением глубины (рис. 11). Данные снюрреводной съемки в июле – августе показали, что в Хайрюзовском районе самки встречались в уловах глубже 60 м и численность их возрастала вплоть до 100-метровой изобаты. Комбинация данных обеих съемок позволила установить диапазон наибольшей плотности в пределах 90 – 120 м (рис. 11).

Еще одно скопление, ранее отмечавшееся во время траловых съемок (Мясоедов, Нязев, 1988) было отмечено в августе в центральной части Запретного района на глубинах 40 – 50 м. С юга оно достаточно четко ограничивалось широтой 56°39' и изобатой 50 м. Северная граница проходит менее понятно, но на тех же изобатах в районе 57°05' самки в это время полностью отсутствовали. Как показал осмотр донной фауны, этот район характеризуется наличием каменистых грунтов, и, возможно они определили наличие такого «островка».

Осенняя ловушечная съемка показала, что в сентябре в южной части Хайрюзовского района область наибольших уловов сместилась на глубины 120 – 130 м, в то время как в северной части средние значения остались на прежнем уровне и почти не менялись с глубиной. В ноябре в северной части уловы на глубинах свыше 110 м были примерно такими же, как в октябре, а на меньших глубинах понизились (рис. 12).

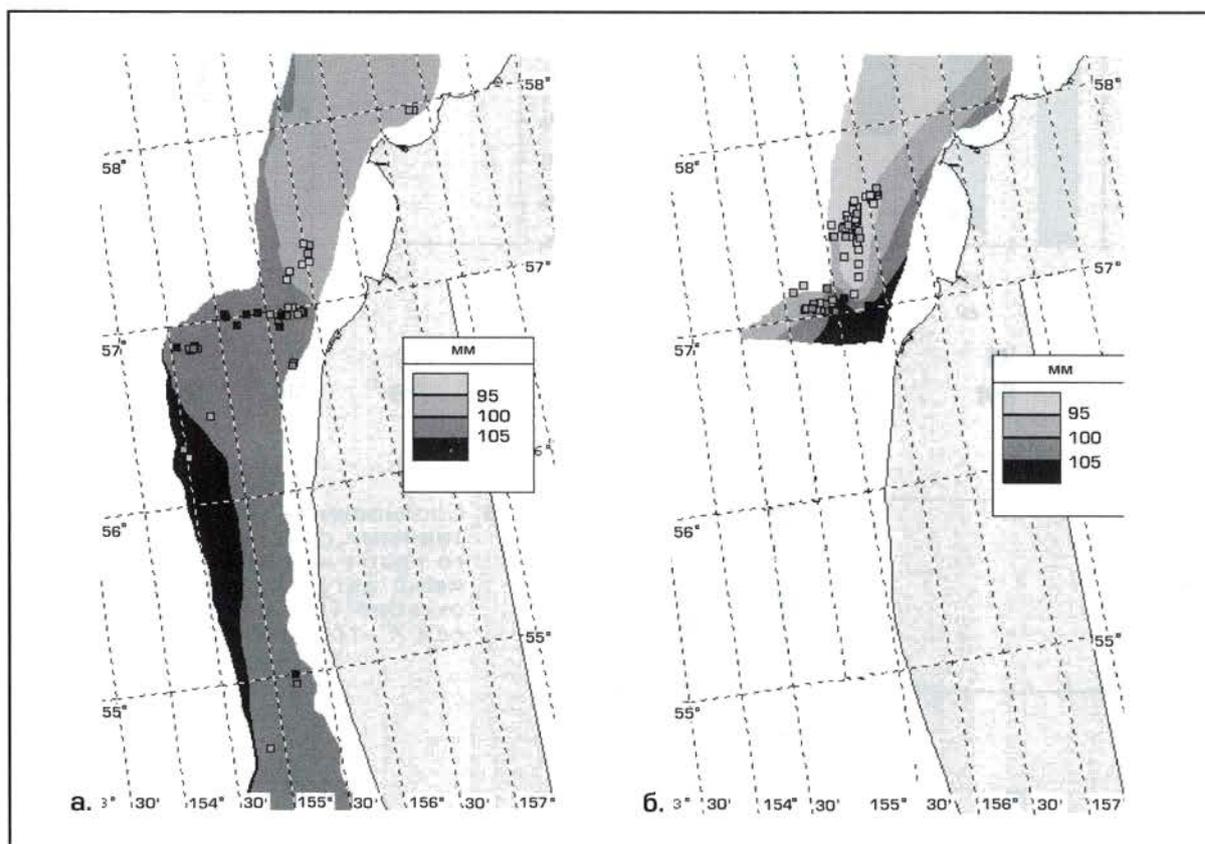
**Рис.12.** Уловы самок синего краба ловушками (экз/лов.) в сентябре-ноябре 1996 г. на разных глубинах. Условные обозначения: **N** - 57°00' - 57°14'; **S** - 57°15' - 57°35'; **X** - сентябрь - октябрь, **XI** - ноябрь. По оси X - глубина, по Y - уловы.



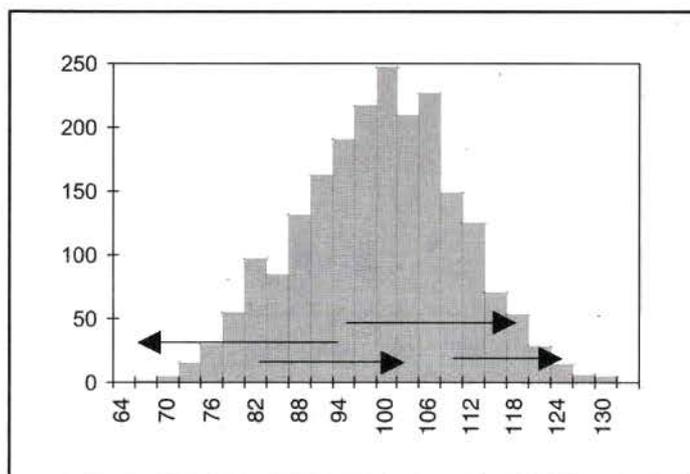
Таким образом, распределение самок синего краба на мелководье характеризуется пятнистостью: скопления обнаружены в бухте Квачина и центральной части Запретного района, в то время как ни в Хайрюзовском районе, ни в южной части Запретного они не встречаются.

Карты пространственного распределения средних размеров, как и для самок камчатского краба, свидетельствуют об их увеличении с севера на юг и, в противоположность последним – при продвижении на большие глубины (рис. 13). В сентябре – октябре, однако, распределение меняется и, как минимум в Хайрюзовском районе, мористее оказываются более мелкие особи.

Анализ объединенной (2200 экз.) выборки при шаге 3 мм позволил выделить для самок синего краба 4 возрастных класса (рис. 14). Возможно, что существует и пятый класс, представленный самыми крупными особями, и не выделенный из-за малого объема выборки.

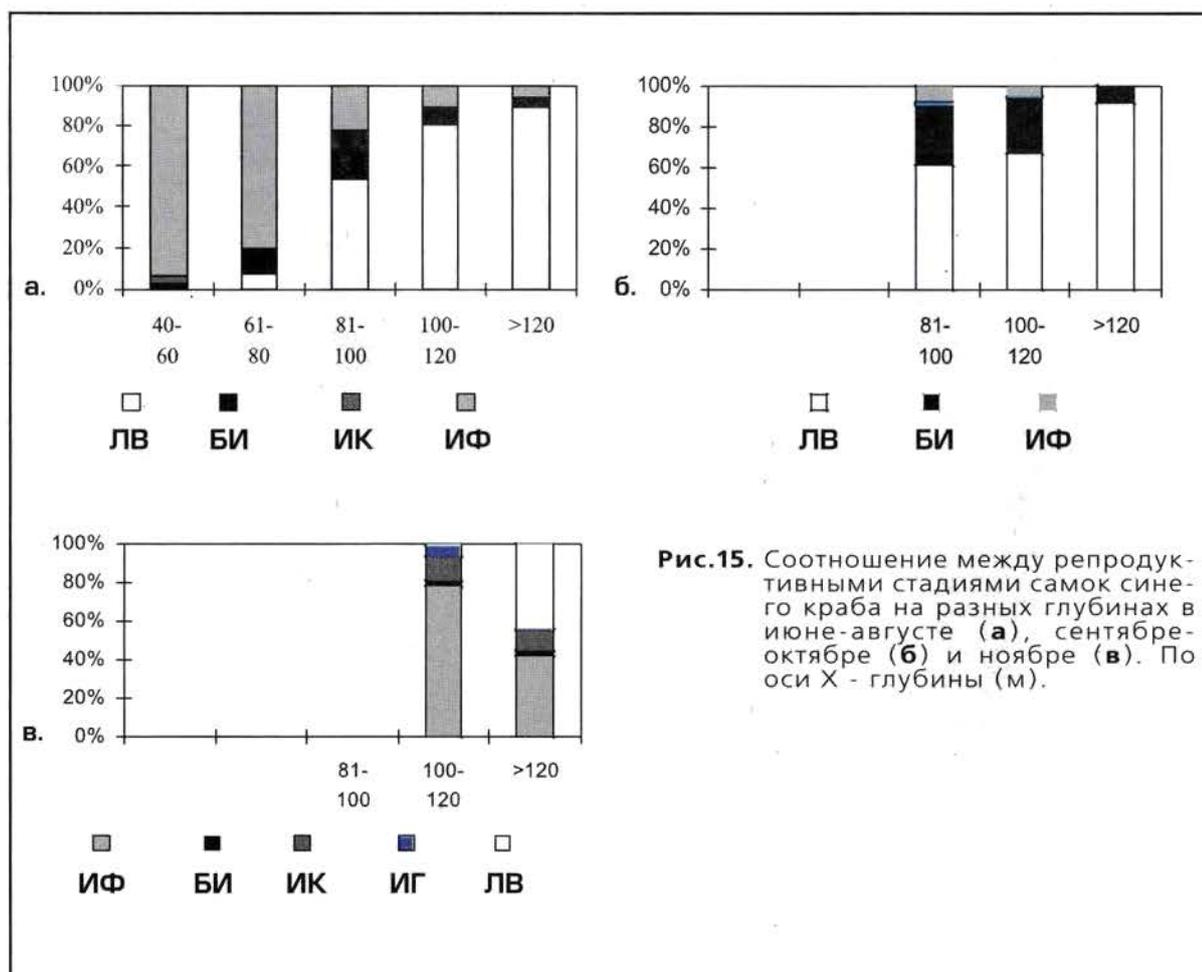


**Рис.13.** Распределение средних размеров самок синего краба в прибрежной зоне западной Камчатки в июне-июле (**а**) и сентябре-октябре (**б**)



**Рис.14.** Размерная структура самок синего краба. Стрелками указаны границы возрастных (дискретных) классов. По оси X - размерные классы, мм; по Y - частоты, экз

Для функциональной структуры популяции самок было характерно постоянное наличие двух категорий: перелинявших с новой икрой или без нее и – не перелинявших с прошлого года на стадии выпущенных личинок и нормальными гонадами фиолетового цвета. В течение июня – октября (рис. 15а, б) в распределении этих категорий сохранялось отчетливое батиметрическое разделение: если на мелководье обитали, главным образом перелинявшие особи с икрой, то на глубинах 100 и более метров абсолютно доминировали старые особи. В ноябре на глубинах до 120 м доминировали самки с фиолетовой икрой, а глубже 120 м соотношение между двумя основными категориями было примерно одинаковым (рис. 15в). В ноябре средние размеры самок без икры и с выпущенными личинками несколько увеличились по сравнению с сентябрем – октябрем, а размеры самок с икрой не изменились (табл. 9).



**Рис.15.** Соотношение между репродуктивными стадиями самок синего краба на разных глубинах в июне-августе (а), сентябре-октябре (б) и ноябре (в). По оси X - глубины (м).

**Таблица 9.** Средние размеры самок синего краба на разных стадиях в Хайрюзовском районе осенью 1996г\*. Обозначения стадий - как в табл. 5, 6

Район	Месяц	Стадия		
		БИ	ИФ+ИК	ЛВ
57 00 - 57 15	IX	91,0±1,0 (65)	105,8±1,1(39)	103,1±0,4(633)
57 15 - 57 40	IX	83,2±0,5(138)	102,7±1,5(15)	96,2±0,6(223)
	X	81,7±0,9 (58)		96,0±0,7(102)
	XI	90,2±2,7 (5)	102,1±0,8(101)	107,2±1,2 (46)

\* в скобках указан объем выборки

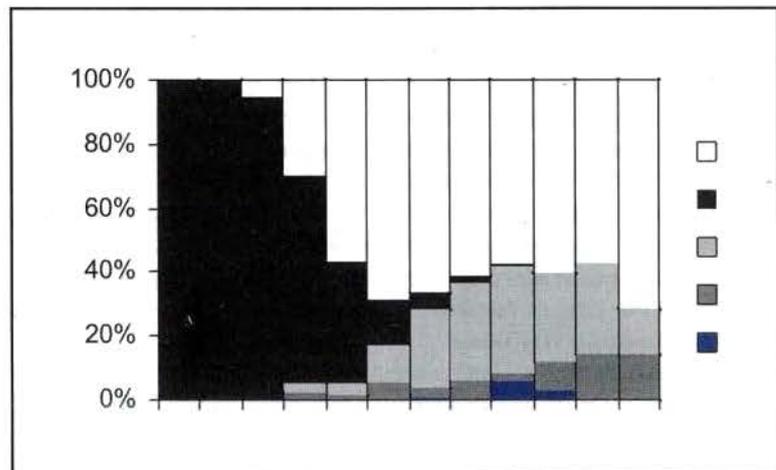
Таким образом, в конце октября произошел отход самок синего краба от берега, причем самки, лишённые икры (БИ+ЛВ), сместились на глубины свыше 120 м, а самки с икрой перебрались с малых глубин на 100 – 120 м. В пользу утверждения о смещении указывает постоянство средних размеров самок с икрой в течение сентября – ноября (табл.9).

Вертикальная разобщенность самок обеих категорий, сохраняющаяся на протяжении лета и осени, затрудняет оценку истинного соотношения между ними, т.к. на мелководье использовали снурреводные пробы, а на больших глубинах – ловушечные. Тем не менее, данные осенней съемки по северной части Хайрюзовского района позволяют получить некоторые предварительные соотношения. Поскольку в ноябре основная часть икраных самок сконцентрировалась на глубинах 100 – 140 м (рис. 12, 15), то можно считать, что их плотность в этот период отражает численность данной группировки, а в качестве соответствующих значений плотности самок с выпущенными личинками следует взять данные за сентябрь – октябрь с глубин 80 – 140 м (рис. 11, 12), т.к. в ноябре, по-видимому, большая часть этой группировки уже сместилась глубже. Проведенные таким образом расчеты (табл. 9) дают основания считать, что в 1996 г. в нересте участвовало около 30% половозрелых самок.

**Таблица 10.** Соотношение между двумя категориями самок синего краба в северной части Хайрюзовского района

Месяц	Плотность Общая, N, экз./лов.	Стадия	Доля стадии p	Плотность стадии, n=pN	Глубины, м	Площадь км <sup>2</sup> **	Поправка на площадь, m	nm
IX-X	5.0±0.4 (108)*	лв	0.60	3.0	80-140	1494	1	3.0
XI	3.8±0.4 (46)*	иф+ик+и	0.71	2.7	100-140	855	0.572	1.5

\* в скобках указано число просмотренных ловушек; \*\* расчет проводили по программе MAPDESIGNER

**Рис. 16.** Соотношение между репродуктивными категориями самок синего краба разного размера. По оси X - середины размерных групп.

После получения выборки, которая достаточно адекватно характеризует соотношение стадий в конкретном районе, была проанализирована зависимость между размером и частотой встречаемости репродуктивных стадий. Поскольку выборка была достаточно мала (около 650 экз.), то были использованы не возрастные, а размерные классы, сгруппированные с шагом 5 мм (рис. 16). Как и для камчатского краба, отмечено уменьшение с увеличением размера доли самок, лишенных икры. Кроме того, отчетливо видно, что, начиная с размерного класса 86 – 90 мм, соотношение между стадиями (ИФ+ИК, ИГ)/ЛВ уменьшается, и только среди самых старых особей доля самок лв возрастает.

Таким образом, резюмируя данные по самкам синего краба, можно выделить следующие особенности:

- среди самок синего краба отчетливо выражен диморфизм, проявляющийся в длительном, не менее 5 месяцев, существовании перелинявших самок с новой икрой, и не перелинявших в текущем году половозрелых особей на стадии выпущенных личинок; в пределах одной обследованной локальной популяции соотношение ЛВ/(ИФ+ИК+ИГ) составляло примерно 2:1;

- вертикальное распределение самок обеих категорий имеет четкое батиметрическое разделение: летом и в начале осени перелинявшие самки с икрой обитают в прибрежной зоне, а старые особи предпочитают глубины 80 – 100 м;

- массовый отход самок от берега происходит с конца октября – начала ноября, при этом батиметрическая дифференцировка, в целом, сохраняется;

- в меридиональном направлении отмечено увеличение средних размеров самок в направлении север – юг;

- в течение июня – ноября большинство перелинявших самок вынашивает фиолетовую икру;

- с увеличением размеров происходит, во-первых, уменьшение доли особей, лишенных икры, и, во-вторых, уменьшение отношения ЛВ/ИФ: только у самых старых особей оно снова возрастает.

Занимая обширный ареал, разные популяции синего краба выработали различные схемы жизненного цикла. В частности западная Камчатка принадлежит к тем районам, где годовой цикл популяций камчатского и синего краба сходны. Весной, с началом прогрева вод краб поднимается на мелководье, в зону поверхностного изотермического слоя, где происходит выклев личинок и нагул до зимы, когда с началом охлаждения поверхностных вод он уходит на большие глубины (Букин и др., 1988).

Весной, в апреле – мае, большинство самок все еще имеет икру с глазками, а распределение их по глубинам является достаточно диффузным. Вместе с тем, присутствует небольшая часть, около 20% особей, которые уже несут на плеоподах новую икру (Мясоедов, Низяев, 1988). Во второй половине июня уже наблюдается отчетливая батиметрическая разобщенность самок с икрой и без икры и – полное отсутствие самок с прошлогодней икрой (рис. 15а).

Из этого можно заключить, что массовый выклев личинок происходит в конце мая – начале июня, когда самки еще не подходят на мелководье, а обитают в широком диапазоне глубин. Остается однако неясным, как происходит дальнейшие линька и оплодотворение, если уже весной наблюдается пространственное разобщение промысловых самцов и половозрелых самок (Букин и др., 1988; Мясоедов, Низяев, 1988), а летом оно еще больше усиливается (наши данные, не вошедшие в статью).

Данное противоречие может быть разрешено, если представить, что гаметогенез синего краба у Западной Камчатки имеет двухгодичный цикл (Букин и др., 1988): так же, как для берингоморских популяций (Somerton, McIntosh, 1985). В этом случае вполне допустимо, что из большинства «старых» самок предыдущего года часть проходит линьку вместе с самцами, после чего следует оплодотворение и откладывание новой икры. Именно поэтому уже весной значительная часть самок оказывается с новой икрой. В дальнейшем они мигрируют на мелководье, в частности – в центральную область Запретного района, где остаются, как минимум, до октября, после чего начинают массовый отход на большие глубины.

В то же время самки, несущие икру с глазками, после выклева личинок не мигрируют на мелководье, а остаются на глубинах 80 – 100 м, где и обитают до конца осени. Нормальное состояние гонад в этот период свидетельствует об отсутствии у них каких-либо нарушений.

Созревание икры происходит более медленно, чем у камчатского краба и первые его признаки (ИК) проявляются только в конце осени. Однако, в отличие от камчатского краба, сроки вынашивания зрелых эмбрионов, по-видимому, более короткие.

Сопоставление темпов роста самок синего и камчатского крабов показало, что они достаточно сходны, что вполне допустимо, т.к. оба вида являются близкородственными и имеют много общего в поведении и образе жизни (Букин и др., 1988). Следует однако отметить, что для самок синего краба расчетный возраст отражает количество линек и может быть несколько меньше биологического.

Итак, выполнение комплексных исследований, при котором присутствуют работы в прибрежной зоне, позволило существенно расширить понимание процессов, лежащих в основе воспроизводства запасов промысловых крабов. Во-первых, установлено, что в прибрежной полосе концентрируется не вся группировка промысловых самцов, а только меньшая часть ее, причем в значительной степени состоящая из особей, обреченных на вымирание. Это дает возможность, при проведении более подробных исследований, выделить данную группу из общих запасов и разрешить ее вылов, строго ограничив сроки работ началом июля и тип судов (МРС).

Данные по распределению и состоянию самок камчатского краба имеют прямое отношение к весьма актуальной в последнее время проблеме яловости, которая, по некоторым оценкам (Родин и др., 1996), достаточно высока и обусловлена дефицитом промысловых самцов. Такое впечатление, действительно, может возникнуть при малом количестве станций на мелководье, где в течение лета – осени концентрируется большинство самок. Однако из анализа пространственной (рис. 7), размерно-возрастной (рис. 9) и, в особенности, репродуктивно-возрастной структуры (табл. 9), как минимум, Хайрюзовской локальной популяции следует, что отсутствие икры является в большей степени проявлением неполовозрелости, чем яловости.

Результаты исследований самок синего краба в еще большей степени показывают актуальность прибрежных исследований, т.к. самки, участвующие в воспроизводстве в течение лета – осени, концентрируются на мелководье, т.е. в стороне от скоплений самцов, где, в условиях контрольных ловов, как правило, и собирается основная информация. Вследствие этого, такие оценки, как плодовитость популяции могут быть сильно занижены. С другой стороны, неучастие более половины половозрелых самок в нересте свидетельствует, как минимум, о необычной структуре репродуктивного цикла синего краба. Если же допустить, что одним из триггеров, запускающих линьку, является присутствие самцов, то наблюдаемая картина свидетельствует о неблагоприятном состоянии западнокамчатской популяции, которая может быть вызвана резко усилившимся в последние годы промыслом.

## Основные выводы

1. В 1995 и 1996 г. в районе северо-западной Камчатки существовало две группировки промысловых самцов камчатского краба: (1) – линяющих весной и не подходящих близко к берегу и (2) – концентрирующихся на мелководье и отходящих от берега во второй половине июля. Часть представителей второй группировки может претерпевать линьку в августе на глубинах 90 – 110 м.

2. Самки камчатского краба, несущие икру, обитают на глубинах до 70 м в течение лета – осени, а в конце октября – ноябре начинается их массовый отход от берега.

3. Пространственное распределение самок камчатского краба имеет отчетливые градиенты как по размерно-возрастной структуре, так и по соотношению репродуктивных стадий.

4. Среди самок синего краба выделено две группировки – перелинявшие в текущем году с новой икрой и старые с выпущенными личинками – присутствующие в уловах в течение всего летне-осеннего периода. Для обеих группировок отмечены четкие батиметрические различия в течение июля – ноября. В одной из локальных популяций, обследованной в 1996 г., доля самок с икрой не превышала 30%. Их массовый отход от берега зарегистрирован в конце октября – начале ноября.

5. В пределах Хайрюзовского района отмечено отчетливое разделение областей нагула самок камчатского и синего крабов: последние занимают более ограниченную территорию и, возможно, предпочитают более каменистые грунты.

## Литература

1. Букин С.Д., 1992. Распределение, численность и биология северного шримса-медвежонка *Sclerogadus boreas* в северо-западной части Берингова моря // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М:ВНИРО, С. 56–62.
2. Букин С.Д., Згуровский К.А., 1988. Особенности распределения, биологии и поведения гребенчатой креветки *Pandalus hypsinotus* в северо-восточной части Японского моря // Морские промысловые беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С.108–119.
3. Букин С.Д., Мясоедов В.И., Низяев С.А., Слизкин А.Г., Терехов С.П., Галимзянов К.Г., Кочнев Ю.Р., 1988. Динамика пространственного распределения и некоторые особенности биологии синего краба северной части Тихого океана // Морские промысловые беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С.4–16.
4. Виноградов Л.Г., 1968. Камчатское стадо крабов // Природа, 1968, N 7, С. 43–50.
5. Виноградов Л.Г., 1969. О механизме воспроизводства запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) в Охотском море у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО, т.55, С. 337–344.
6. Иванов Б.Г., 1978. О возможности разделения одного возрастного класса у ракообразных на две размерные группы на примере *Pandalus borealis* (Crustacea, Decapoda) // Зоологический журнал – Т. 57 (2), С.673–681.
7. Лаврентьев М.М., 1969. Численность самок камчатского краба у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО, т.55, С.378–381.
8. Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. – М.: Высшая школа. – С. 1–352.
9. Мясоедов В.И., Низяев С.А., 1988. Распределение и некоторые аспекты биологии синего краба *Paralithodes platypus* у берегов западной Камчатки // Морские промысловые беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С. 16–24.
10. Низяев С.А., Федосеев В.Я., Мясоедов В.И., Родин В.Е., 1992. К формированию урожайности поколений камчатского краба *Paralithodes camtschatica* на шельфе западной Камчатки // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М:ВНИРО, С. 56–62.
11. Родин В.Е., 1985. Пространственная и функциональная структура популяции камчатского краба // Известия ТИНРО, т.110, С. 86–97.
12. Родин В.Е., Кобликов В.Н., Долженков В.Н., Слизкин А.Г., 1996. Динамика биологического состояния и временные меры регулирования промысла камчатского краба // Рыбное хозяйство, N 4, С.43–45.
13. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей / Сост. В.Е.Родин, А.Г.Слизкин, В.И.Мясоедов, В.Н.Барсуков, В.В.Мирошников, К.А.Згуровский, О.А.Канарская, В.Я.Федосеев, 1979. Владивосток: ТИНРО, С. 1–59.
14. Столяренко Д.А., Иванов Б.Г., 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена // Морские промысловые беспозвоночные. – М:ВНИРО. – С.45–70.
15. Тарвердиева М.А., 1974. Распределение и питание мальков камчатского краба *Paralithodes camtschatica* у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО, т.99, С. 54–62.
16. Чекунова В.И., 1969. Границы миграционных районов камчатского краба у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО, т.55, С. 345–353.
17. Cassie R.M. 1954. Some use of probability paper in the analysis of size frequency distributions // Australian J. of Marine and Freshwater Res., V.5, P. 513–522.
18. Somerton D.A., McIntosh K.A. 1985. Reproductive biology of the female blue king crab *Paralithodes platypus* near the Pribilof Islands, Alaska // Crustaceana, Vol.5, P. 365–376.