

УДК 595.384 (571.66)

## Размножение колючего краба *Paralithodes brevipes* в прибрежной зоне Восточной Камчатки

*В.В. Желтоножко, О.В. Желтоножко (КамчатНИРО)*

Колючий краб *Paralithodes brevipes* — один из малоизученных видов донных беспозвоночных: есть лишь отрывочные сведения о колючем крабе восточного побережья Камчатки в работах Н.Н. Спасского [1961]; А.Г. Слизкина [1974]; М.И. Тарвердиевой [1974]; С.Д. Букина, А.Г. Слизкина [1987]; А.Г. Слизкина и С.Г. Сафронова [2000].

Колючий краб — тихоокеанский широкобореальный сублиторальный вид, обитающий в прибрежной зоне Камчатки, как на восточном, так и на западном побережьях. Его запасы практически не используется из-за малой изученности и из-за обитания на мелководных участках шельфа. Сейчас, когда актуальны вопросы о развитии маломерного флота и обеспечении его сырьевой базой для промысла, изучение и освоение ресурсов этого прибрежного вида очень своевременно.

Одним из важнейших этапов биоцикла крабов, как и других животных, является период размножения, которое оказывает большое влияние на динамику их численности. Репродуктивные характеристики, такие как скорость созревания самок и плодовитость, характеризуют состояние популяции. Исследование этих вопросов позволит изучить репродуктивную биологию колючего краба, рационально использовать промысловые запасы и при необходимости принимать адекватные меры для его восстановления.

### Материал и методика

В основу работы положены материалы, собранные авторами в период проведения ресурсных исследований по изучению крабов 1995–2003 гг. у берегов Восточной Камчатки (рис. 1). В течение весенне-летнего периода была выполнена съемка вдоль восточного побережья, от м. Лопатка до м. Кроноцкий, основную часть времени изучение проходило в Авачинском и Кроноцком заливах. В Авачинском заливе работы выполняли в бухтах Лиственичная, Русская, Жировая, Вилучинская, Саранная, Безымянная, Авачинской и Бечевинской губах, в Кроноцком заливе — в бухтах Моржовая, Большая Медвежка, Малая Медвежка и Калыгирь (см. рис. 1). В июле 2002 г. исследования проводили в районе б. Тымлат Карагинского залива.

Ловушечная съемка велась в режиме научно-промыслового лова судами типа СРТМ-1000, РС-300. В мелководных прибрежных зонах использовали боты, а также суда типа МРТК и МРС, моторные лодки, проводили водолазные сборы.

Учетную съемку с применением конусных японских ловушек выполняли с помощью постановки порядков, состоящих из 50–100 ловушек, расположенных вдоль и поперек изобат на глубинах 1–100 м. Застой составлял в среднем 1–3 сут.

На ботах использовали одиночные ловушки и порядки до 10 шт. с расстоянием между ловушками 20 м. Ловушки ставили на глубине до 20 м. Застой составлял в зависимости от погоды 1–3 сут.



Рис. 1. Карта-схема района работ

Обработку крабов проводили по методике, применяемой ТИНРО для исследования промысловых ракообразных дальневосточных морей [Руководство..., 1979]. В дополнение к этой методике наряду с шириной карапакса измеряли и длину. Измерение длины карапакса проводилось для возможности сравнения наших данных с результатами исследования японских ученых. В Японии принято измерять длину карапакса крабов, в России – ширину карапакса.

За весь период работ проведен полный биологический анализ 10000 особей колючего краба Авачинского и Кроноцкого заливов и 240 особей колючего краба Карагинского залива.

Для определения индивидуальной абсолютной плодовитости (ИАП) у самок крабов икру брали вместе с плеоподами и фиксировали в 4%-ном растворе формалина. В лаборатории икру отделяли от плеопод, просчитывали количество в навеске 1 г и пересчитывали на всю массу икры. Индивидуальную относительную плодовитость (ИОП) рассчитывали по формуле:

$$r_0 = r/Q,$$

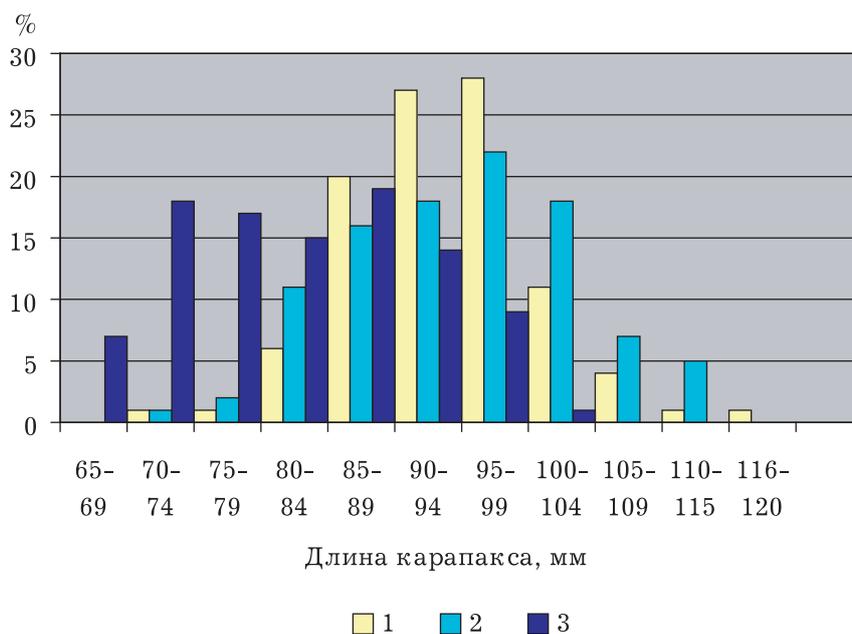
где  $r_0$  – ИОП;  $r$  – ИАП;  $Q$  – масса самки.

За период работ определена индивидуальная абсолютная плодовитость 340 самок Авачинского и Кроноцкого заливов и 85 самок района б. Тымлат Карагинского залива.

Анализ и обработку данных выполняли на персональном компьютере с применением программы электронных таблиц Excel v. 7.0.

## Результаты

**Половое созревание.** В Авачинском и Кроноцком заливах (юго-восточное побережье Камчатки) длина карапакса икроносных самок колючего краба изменялась от 73 до 118 мм (средняя – 92 мм), ширина – от 90 до 132 мм (средняя – 104 мм), масса тела – от 430 до 1500 г (средняя – 732 г). Минимальная длина карапакса икринной самки колючего краба, отмеченная в исследованных заливах, составила 73 мм. Количество самок I стадии зрелости с длиной карапакса 73–89 мм составляло 28%. Доминировали самки с длиной карапакса 90–99 мм – 55% (рис. 2). Самки с длиной карапакса 100–118 мм составляли 17% от общего количества самок I стадии зрелости.



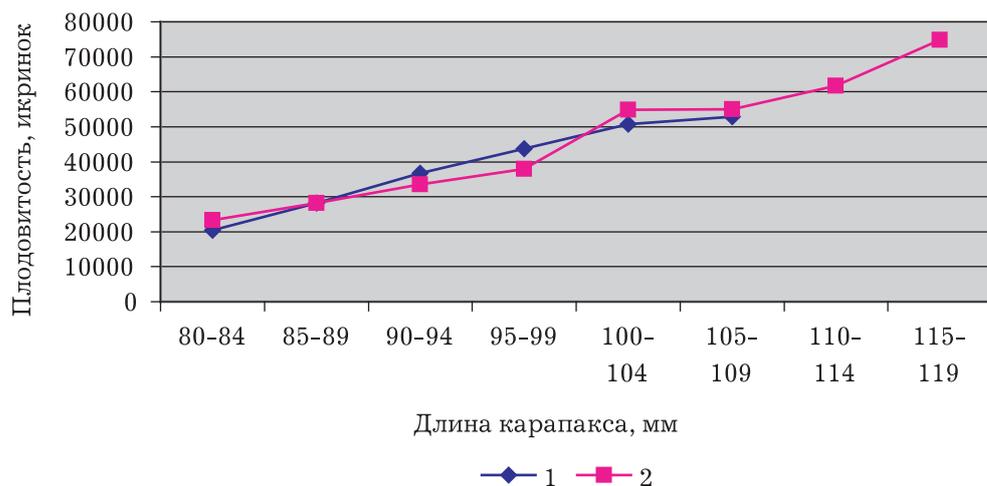
**Рис. 2.** Размерный ряд самок колючего краба I стадии зрелости:  
 1 – Авачинский и Кроноцкий залив (юго-восточный шельф Камчатки), n=5000;  
 2 – Карагинский залив (северо-восточный шельф Камчатки), n= 190;  
 3 – Залив Речной (северная часть Охотского моря), n=251

В Карагинском заливе в районе б. Тымлат (северо-восточное побережье Камчатки) самки I стадии зрелости имели длину карапакса от 71 до 124 мм, средняя – 91 мм. Ширина карапакса варьировала от 80 до 136 мм, средняя – 101 мм. Масса самок изменялась от 400 до 1120 г, средняя – 830 г. Минимальная длина карапакса икринной самки колючего краба, отмеченная в районе за период исследования, составила 71 мм. Количество самок I стадии зрелости с длиной карапакса 71–89 мм составляло 30%. Доминировали самки с длиной карапакса от 90 до 104 мм,

они составляли 58% (см. рис. 2). Самки с длиной карапакса 105–124 мм составляли 12% от общего количества самок I стадии зрелости.

**Плодовитость.** В Авачинском и Кроноцком заливах при длине карапакса икротосных самок колючего краба 80–108 мм (средняя –  $95 \pm 6$  мм), ширине 90–125 мм (средняя –  $106 \pm 7$  мм), массе тела 400–1200 г (средняя –  $779 \pm 145$  г) ИАП изменялась от 18508 до 78730 икринок. Средневзвешенная индивидуальная абсолютная плодовитость самок колючего краба составила  $40683 \pm 13301$  икринок. Индивидуальная относительная плодовитость варьировала от 23 до 79 икринок/г, средняя –  $52 \pm 12$  икринок/г.

Индивидуальная абсолютная плодовитость самок колючего краба Авачинского и Кроноцкого заливов возрастает с увеличением размеров тела (рис. 3).



**Рис. 3.** Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости от длины карапакса у самок колючего краба Авачинского и Кроноцкого заливов (1),  $n=340$  и района б. Тымлат Карагинского залива (2),  $n=85$

Ее зависимость от размерно-массовых характеристик достаточно высока. Коэффициенты корреляции длины, ширины карапакса и плодовитости составили соответственно 0,77, 0,74, массы и плодовитости – 0,71. Связь между длиной карапакса и плодовитостью описывается уравнением линейной регрессии:

$$y = 1592x - 109681.$$

В Авачинском и Кроноцком заливах по своим размерно-массовым характеристикам выделяются самки колючего краба б. Бечевинская: у них размеры карапакса и масса больше, чем у самок из других бухт, соответственно, значения индивидуальной (ИАП) и относительной (ИОП) плодовитости выше (табл. 1, 2). В б. Вилючинская размеры самок минимальные, это сказалось и на значениях их ИАП и ИОП (см. табл. 1, 2).

**Таблица 1.** Размерно-массовые характеристики самок Авачинского и Кроноцкого заливов, исследованных для определения плодовитости

Бухты, кол-во самок, экз.	Пределы ДК, мм	Средняя ДК, мм	Пределы ШК, мм	Средняя ШК, мм	Пределы массы, г	Средняя масса, г
Вилючинская, $n=63$	81–105	$93 \pm 6$	90–114	$103 \pm 6$	500–1060	$700 \pm 121$
Саранная, $n=94$	82–105	$94 \pm 5$	95–125	$105 \pm 6$	430–1200	$742 \pm 134$
Бечевинская, $n=126$	80–108	$96 \pm 7$	92–121	$107 \pm 8$	460–1080	$774 \pm 166$
М. Медвежка, $n=57$	80–107	$95 \pm 7$	91–121	$106 \pm 7$	460–1000	$758 \pm 147$

Таблица 2. Плодовитость колючего краба в бухтах Авачинского и Кроноцкого заливов

Бухты, кол-во самок, экз.	Пределы плодовитости	Средняя ИАП, икринок	Пределы ИОП, икринок/г	Средняя ИОП, икринок/г
Вилючинская, n=63	18637–62952	35542±10113	33–75	46±9
Саранная, n=94	18620–63255	36678±11272	25–71	47±8
Бечевинская, n=126	20941–78730	46676±13809	38–79	60±11
М. Медвежка, n=57	18508–62138	38849±13693	23–67	48±11

В районе б. Тымлат Карагинского залива (северо-восточное побережье Камчатки), по нашим данным, при длине карапакса икроносных самок колючего краба 71–118 мм (средняя – 96±10 мм), ширине 83–132 мм (средняя – 108±11 мм), массе тела 474–1648 г (средняя – 887±251 г) индивидуальная абсолютная плодовитость изменялась от 8374 до 86285 икринок. Средневзвешанная индивидуальная абсолютная плодовитость самок колючего краба составила 42370±17455 икринок. Индивидуальная относительная плодовитость варьировала от 12 до 182 икринок/г, среднее значение составило 4819 икринок/г.

Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости самок колючего краба от размера и массы в районе б. Тымлат Карагинского залива высока, как и в Авачинском и Кроноцком заливах. Коэффициенты корреляции длины, ширины карапакса и плодовитости составляют соответственно 0,74, 0,75, массы и плодовитости – 0,72.

Индивидуальная абсолютная плодовитость самок колючего краба в этом районе также возрастает с увеличением размеров тела (см. рис. 3). Связь между длиной карапакса и плодовитостью описывается уравнением линейной регрессии:

$$y = 1289x - 116244 \quad (r=0,74).$$

**Нерест.** Колючий краб в Авачинском заливе нерестится в бухтах Русская, Жировая, Вилючинская, Саранная, Безымянная, Бечевинская. В Авачинской губе нерестовые районы сосредоточены в бухтах Раковая и Завойко. В Кроноцком заливе нерестовые скопления наблюдали в бухтах Моржовая, Малая Медвежка и Калыгирь. В открытых частях Авачинского и Кроноцкого заливов колючий краб не нерестится.

Он не совершает длительных нерестовых миграций, как другие представители этого рода – *Paralithodes camtschaticus* и *P. platypus*. Во время нереста половозрелые самцы и самки смещаются ближе к берегу на глубины до 15 м, где образуют нерестовые агрегации на песчано-галечных и каменистых грунтах с зарослями водорослей.

В нерестовых агрегациях наблюдается преобладание самцов. Около одной самки может концентрироваться до 15 самцов. Непромысловых самцов в скоплениях нет совсем или их доля невелика – 5–6%. В основном в спаривании принимают участие крупные самцы, как более конкурентоспособные. Доминирующей группой самок являются особи с длиной карапакса от 90 до 104 мм – 57%. Количество самок с длиной карапакса меньше 90 мм составляло 30%, а крупных самок с длиной карапакса более 104 мм – всего 13%. Основное участие в нересте принимают молодые половозрелые самки.

Образование нерестовых агрегаций и нерест в Авачинском и Кроноцком заливах происходят в мае–июне. К концу июня он практически заканчивается. Самки в первой половине июня преимущественно имеют мягкий панцирь. Во второй половине месяца преобладают перелинявшие самки с твердым панцирем. В июле нерестовые агрегации рассредоточиваются. Самки остаются на мелководье для инкубирования икры, а у самцов, принимавших участие в нересте, начинается линька.

Промысел колючего краба в Авачинском и Кроноцком заливах наиболее эффективен с начала апреля до 2-й декады мая, когда нерест только начинается, и самцы не приступили к линьке. В этот период краб концентрируется в нерестовых районах, он активен в поисках пищи и хорошо идет в ловушки, самцы имеют

хорошее наполнение конечностей. Погодные условия позволяют работать маломерным судам и водолазам на малых глубинах.

Со второй половины мая до конца июня необходимо ввести ограничение лова. Линька самок совпадает с оплодотворением, и лов в этот момент не только нарушает процесс размножения, но и травмирует самок, которые в этот момент имеют мягкий панцирь.

В районе б. Тымлат Карагинского залива в начале июля все самки колючего краба имели новый твердый панцирь. Исходя из состояния карапакса самок, нерест колючего краба в этом районе проходит, по-видимому, в мае–июне, также как и в южных заливах Камчатки – Авачинском и Кроноцком.

**Обсуждение.** В прибрежной части о. Хоккайдо и южных Курильских островов половая зрелость самок и самцов колючего краба наступает при достижении средней длины карапакса 94,5 и 96,4 мм соответственно [Abe, Koike, 1982].

По данным Нагасавы и Торисавы [Nagasawa, Torisawa, 1991], гонады у самок колючего краба появляются, когда карапакс достигает длины 80 мм. При длине карапакса 90–100 мм практически все самки становятся половозрелыми.

В зал. Речной (северная часть Охотского моря), по данным С.И. Агафонкина [1982], длина карапакса икроносных самок колючего краба изменялась от 54 до 110 мм, средняя – 80 мм, ширина – от 73 до 108 мм, средняя – 90 мм, масса тела – от 210 до 830 г, средняя – 481 г.

Минимальная длина карапакса икрюной самки колючего краба, отмеченная в северной части Охотского моря, составила 54 мм. Количество самок 1 стадии зрелости с длиной карапакса 65–89 мм составило 76% (см. рис. 2). Доминировали самки с длиной карапакса от 70 до 89 мм – 69% [Агафонкин, 1982]. Самки с длиной карапакса более 89 мм составляли 24 %.

В прибрежной зоне восточно-камчатского шельфа до 30% самок колючего краба с длиной карапакса до 90 мм становятся половозрелыми и принимают участие в нересте. Доминантными группами в нерестовых агрегациях являются самки с длиной карапакса 90–104 мм. В Северной части Охотского моря 76% икроносных самок имеют длину карапакса до 90 мм, доминантной группой в нересте являются самки с длиной карапакса 70–89 мм. Наблюдается тенденция уменьшения размеров половозрелых самок с юга на север ареала колючего краба.

В настоящее время плодовитость колючего краба определена только в небольшой части его ареала: в зал. Речной (северная часть Охотского моря) [Агафонкин, 1982], в прибрежной части Юго-Восточного Сахалина [Галанин, Яковлев, 2001; Клитин, 2002], Западного Сахалина и о. Итуруп [Клитин, 2002], в прибрежных водах о. Хоккайдо [Sato, Abe, 1941; цит. по Abe, 1992]. Данные по плодовитости самок колючего краба в исследованных частях ареала представлены в табл. 3.

*Таблица 3.* Плодовитость колючего краба в исследованных районах ареала

Район	Пределы/ средняя ДК, мм	Пределы плодовитости, икринок	Средняя ИАП, икринок	г ДК и ИАП	Уравнение линейной регрессии ДК и ИАП
Охотское море	54–110/80	1224–68635	29410	0,65	–
Камчатка:					
Кроноцкий и Авачинский заливы	80–108/95	18508–78730	40683	0,77	$y=1592x-109681$
б. Тымлат	71–118/96	8374–86285	42370	0,74	$y=1289x-116244$
о. Итуруп	–	9710–105180	41010	–	–
Зап. Сахалин	–	15750–77570	37800	–	–
Юго-Восточный Сахалин	–	10440–67220	36020	–	–
о. Хоккайдо	85–118/–	8000–79000	38000	0,63	$y = 1553x - 118537$

*Примечание.* – нет данных

Среднее значение индивидуальной абсолютной плодовитости самок колючего краба Авачинского и Кроноцкого заливов на 28 % больше, чем у самок северной части Охотского моря [Агафонкин, 1982], и соответственно составляет 40683 и 29410 икринок, а среднее значение индивидуальной относительной плодовитости – меньше – 52 и 58 икринок/г. Это объясняется тем, что размерно-массовые характеристики самок колючего краба Авачинского и Кроноцкого заливов превышают размеры и массу самок зал. Речной.

Если сравнивать плодовитость самок колючего краба юго-восточного шельфа Камчатки с плодовитостью самок Курил, Сахалина и Японии, то статистически значимые различия отсутствуют, разница между значениями средней абсолютной плодовитости составляет 1–12%.

Зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости от размерно-массовых характеристик достаточно высока по всему ареалу. Коэффициенты корреляции длины карапакса и плодовитости варьируют в пределах 0,63–0,77 (см. табл. 3).

Нерест колючего краба в прибрежной зоне Восточной Камчатки проходит так же, как и в других районах его ареала. Он не совершает длительных нерестовых миграций и нерестится на небольших глубинах, смещаясь ближе к берегу. А.Г. Слизкин [1974] отмечает, что ареалы репродукционной и вегетативной частей популяций этого вида в основном совпадают и находятся в зонах резкого сезонного изменения температур. Японские ученые Нагасава и Торисава [Nagasawa, Torisawa, 1991] сообщают, что в районе о. Хоккайдо колючие крабы перебираются к берегу, образуя многочисленные скопления на глубине 5 м. В прибрежной зоне юго-западного побережья о. Сахалин нерестовые скопления колючего краба отмечены в двух биотопах: в зарослях бурых водорослей у уреза воды и на песчаных грунтах на глубине 3–5 м [Переладов, Войдаков, 1999].

Репродуктивное поведение колючего краба *Paralithodes brevipes* в общих чертах сходно с поведением другого представителя рода *Paralithodes* – камчатского краба *P. camtschaticus*, которое подробно описали Марукава [Marukawa, 1933] и И.Г. Закс [1936].

Самки всегда линяют перед спариванием и выпуском икры. Самцы охраняют самку во время линьки. Средняя продолжительность охраны составляет 38,6 ч. Самки нерестятся в течение 24 ч после линьки [Wada et al., 1997].

Нерест колючего краба у восточного побережья Камчатки проходит в мае–июне. В прибрежной зоне юго-западного побережья Сахалина, по данным М.В. Переладова и Е.В. Войдакова [1999], колючий краб нерестится с апреля по июнь. По данным Г.П. Вяловой [1999], у восточного побережья Сахалина в мае 96,7% самок перелиняли, значит, в мае большая часть самок колючего краба уже отнерестилась. Марукава [Marukawa, 1933] определяет сроки нереста колючего краба одновременно с нерестом камчатского краба – апрель–май.

У колючего краба процесс нереста в целом по ареалу происходит с апреля по июнь включительно в зависимости от района и, соответственно, температурного режима.

## Выводы

1. В прибрежной зоне восточно-камчатского шельфа до 30% самок колючего краба с длиной карапакса до 90 мм становятся половозрелыми и принимают участие в нересте. Доминантными группами в нерестовых агрегациях являются самки с длиной карапакса 90–104 мм.

2. Средневзвешенная индивидуальная абсолютная плодовитость самок колючего краба Авачинского и Кроноцкого заливов (юго-восточное побережье Камчатки) составила  $40683 \pm 13301$  икринок, средняя индивидуальная относительная плодовитость –  $52 \pm 12$  икринок/г. Индивидуальная абсолютная плодовитость самок возрастает с увеличением размеров тела. Коэффициенты корреляции длины, ширины карапакса и плодовитости составляют соответственно 0,77; 0,74, массы и плодовитости – 0,71.

Средневзвешенная индивидуальная абсолютная плодовитость самок колючего краба в районе б. Тымлат Карагинского залива (северо-восточное побережье

Камчатки) составила  $42370 \pm 17455$  икринок. Индивидуальная относительная плодовитость варьировала от 12 до 182 икринок/г, среднее значение составило  $48 \pm 19$  икринок/г. Индивидуальная абсолютная плодовитость самок возрастает с увеличением размеров тела. Коэффициенты корреляции длины, ширины карапакса и плодовитости составляют соответственно 0,74; 0,75, массы и плодовитости — 0,72.

Статистически значимые различия между ИАП самок колючего краба в южной и северной частях восточно-камчатского шельфа отсутствуют, разница между значениями средней абсолютной плодовитости составляет 4%.

3. Нерест колючего краба в Авачинском и Кроноцком заливах проходит в бухтах на глубинах до 15 м на песчано-галечных или каменистых участках с зарослями водорослей в мае — июне, в июле нерестовые агрегации распадаются.

4. Промысел колючего краба в Авачинском и Кроноцком заливах наиболее эффективен с начала апреля до 2-й декады мая. Со 2-й половины мая до конца июня необходимо ввести ограничение лова. Линька самок совпадает с оплодотворением, и лов в этот момент не только нарушает процесс размножения, но и травмирует самок, которые в это время имеют мягкий панцирь.

## Литература

- Агафонкин С.И. 1982. К плодовитости колючего краба *Paralithodes brevipes* (A. Milne-Edwards et Lucas) северной части Охотского моря // Известия ТИНРО. Т. 106. С. 16–18.
- Букин С.Д., Слизкин А.Г. 1987. Ресурсы промысловых крабов у восточного побережья Камчатки // Биологические ресурсы камчатского шельфа, их рациональное использование и охрана: Тезисы докладов. Петропавловск-Камчатский. С. 23–25.
- Вялова Г.П. 1999. Некроз панцирных покровов крабов у побережья Восточного Сахалина // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. Южно-Сахалинск: СахНИРО. Т.2. С. 126–131.
- Галанин Д.А., Яковлев А.А. 2002. Некоторые сведения о плодовитости колючего краба Юго-Восточного Сахалина // Прибрежное рыболовство — XXI век. Международная научно-практическая конференция (19–21 сентября 2001 г., г. Южно-Сахалинск). Южно-Сахалинск: Сахалинское кн. изд-во. С. 28–29.
- Закс И.Г. 1936. Биология и промысел краба (*Paralithodes*) в Приморье // Вестник ДВФАН. Вып. 18. С. 49–80.
- Климин А.К. 2002. О плодовитости дальневосточных крабоидов (Anomura, Lithodidae) у побережья Сахалина и Курильских островов // III научная конференция (27–28 ноября 2002 г., г. Петропавловск-Камчатский). Материалы конференции. Петропавловск-Камчатский. С. 281–283.
- Переладов М.В., Войдаков Е.В. 1999. Некоторые данные об агрегациях колючего краба // Прибрежные гидробиологические исследования. М.: Изд-во ВНИРО. С. 243–244.
- Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. 1979. Владивосток: ТИНРО. 59 с.
- Слизкин А.Г. 1974. Ареалы некоторых видов крабов в Беринговом море // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана: Тезисы докладов. Л.: Наука. С. 61–62.
- Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. 2000. Промысловые крабы прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика. 180 с.
- Спаский Н.Н. 1961. Литераль юго-восточного побережья Камчатки // Исследования дальневосточных морей СССР. Вып. VII. С. 261–311.
- Тарвердиева М.И. 1974. Питание крабов в Беринговом море // Гидробиология и биогеография шельфов холодных и умеренных вод Мирового океана: Тезисы докладов. Л.: Наука. С. 67.
- Abe K., Koike M. 1982. The growth of the Hanasakigani, *Paralithodes brevipes*. (Decapoda, Anomura) // Scientific Reports of Hokkaido Fish. Exp. Station, N. 24. March. P. 1–14.
- Abe K. 1982. Important crab recourse inhabiting Hokkaido waters // Marine Behav. Physiol. V. 21. P. 153–183.
- Marukawa H. 1933. Biology, fishery research of Japanese king-crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) // J. Imp. Fish. Exp. Station. V. 4. P. 120–152.
- Nagasawa K., Torisawa M. 1991. Fishes and marine invertebrates of Hokkaido: biology and fisheries. Sapporo: Kita-nihon Kaiyo Center, 415 p.
- Wada S., Ashidate M., Goshima S. 1997. Observations on the reproductive behavior of the spiny king crab *Paralithodes brevipes* (Anomura, Lithodidae) // Crust. Res. N. 26. P. 56–61.