

УДК 574.2:595.384.8

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОСЕЛЕНИЙ  
И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ КРАБА-СТРИГУНА  
ОПИЛИО *CHIONOECETES OPILIO* В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ  
ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЧУКОТСКОГО МОРЯ

А.Г. Слизкин, П.А. Федотов, Г.В. Хен (ТИНРО-Центр)

SPATIAL STRUCTURE OF SETTLEMENTS AND SOME FEATURES  
OF THE SNOW CRAB *CHIONOECETES OPILIO* BIOLOGY  
IN THE RUSSIAN SECTOR OF THE SOUTHERN CHUKCHEE SEA

A.G. Slizkin, P.A. Fedotov, G.V. Khen (TINRO-Center)

On the basis of materials of the trawling survey carried out in 1997 in the Russian sector of the Chukchee Sea, biological condition of local population of the Snow crab *Chionoecetes opilio* was studied and its commercial stock estimated. The size and sex composition of crabs were compared between three surveyed areas that were influenced by waters of various origins. The study showed, that in southern area the average size of males and females with eggs was higher, than in northwest: 54,8 mm and 56,3 mm; and 49,3 mm and 44,7 mm, correspondingly. The majority of males was at the 3-d intermolt stages (61–81%), the share of females with external eggs was 34,4%. The share of morphologically mature males was estimated. The size of 50% maturity of males was 70 mm; females – 46,5 mm. Total biomass of snow crab was estimated at 402.9 thousand t. The crabs were most abundant in the southern part of the sea. The most abundant were males with the CW<60 mm: this group reached average density of 60 mm – 568 kg/km<sup>2</sup> and total biomass in the surveyed area about 183,1 thousand ton (45,4% of the total stock). The biomass of males with CW>80 mm was approximately 25,6 thousand ton. About 50% of males reached morphological maturity at the CW=70 mm; and physiological maturity at CW from 50 to 60 mm. On this basis, the minimum legal size of the Snow crab in the Chukchee Sea is set at CW = 80 mm.

Краб-стригун опилио *Chionoecetes opilio* — один из обычных обитателей шельфа и верхней части материкового склона, наиболее широко он распространен в арктическо-бореальной области.

Промысловая ценность этого вида определила необходимость детального изучения его экологии в различных районах обитания. Многочисленные публикации дают подробную информацию о различных сторонах его биологии, динамике численности и эффективности промысла. Однако в отдаленных районах, в особенности на севере ареала, где исследования проводились эпизодически, многие стороны биологии краба-стригуна опилио были практически малоизвестны.

В данной работе сделана первая попытка показать некоторые особенности биологии краба-стригуна опилио и оценить его промысловый запас в российском секторе Чукотского моря как перспективного объекта отечественного промысла.

Материалом для исследования послужили данные, полученные при выполнении донной траловой съемки в российском секторе Чукотского моря в период с 24 августа по 2 сентября 1997 г. В качестве орудия лова при проведении донной



траловой съемки на СРТМ-К «Шурша» использовался трал ДТ 27,1/24 с 10 мм мелкочейной вставкой в кутке. Продолжительность тралений составляла 30 минут. Коэффициент уловистости трала для краба-стригуна опилио был принят равным 0,5. Площадь района исследований составляла 161100 км<sup>2</sup>.

Всего в районе проведения работ была выполнена 41 контрольная станция. На биоанализ было взято 4521 экз. краба-стригуна опилио. Биологический анализ пойманных крабов проводили по общепринятой методике [Родин и др., 1979]. У крабов определяли пол, межлиночные стадии, репродуктивное состояние самок. У самцов и самок измеряли с точностью до 0,1 мм ширину карапакса (ШК), у самцов дополнительно измерялась высота клешни (ВК). Самцов разделяли на несколько размерно-возрастных групп: 1 – взрослые – 80 мм и более; 2 – пререкруты – 60–79 мм; 3 – молодые особи размером менее 60 мм.

Для определения размера 50%-ной половозрелости самцов стригуна опилио и параметров уравнений связи размеров клешни с размерами карапакса использовали данные морфометрического анализа, полученные из траловых уловов. Для более четкого разделения массивов данных были применены логарифмический и миллиметровый масштабы. С помощью программы STATISTICA определяли значения коэффициентов А и В линейной функции. Для выделенных массивов данных были рассчитаны коэффициенты линейной регрессии, аппроксимирующей связь между логарифмом ВК и логарифмом ШК.

Связь ШК и доли широкопалых самцов аппроксимировали логистической S-образной кривой, коэффициенты которой находили по уравнению Ферхюльста [Лакин, 1990]:

$$P=100/(1+10^{a+b*ШК}),$$

где ШК – ширина карапакса; а и b – коэффициенты; Р – доля широкопалых крабов, %.

Размер 50%-ной половозрелости самок определяли по изменению доли половозрелых особей с увеличением линейных размеров. Полученные эмпирические данные аппроксимировались логистической S-образной кривой, коэффициенты которой находили также по уравнению Ферхюльста.

Для оценки биомассы была использована программа ГИС КартМастер v.3,1 [Поляков А.В. Москва. ВНИРО, 2004], основанная на применении метода сплайн-аппроксимации. Расчет выполнялся для 3-х размерных групп самцов и отдельно для самок с наружной икрой и без икры.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Съемка проводилась в период пониженной относительно средних данных [Якушин, 1987] ледовитости в Чукотском море. Кромка плавучих льдов проходила по 73°00'–73°15' с.ш., что значительно севернее, чем отмечалось ранее [Захаров, 1981; Океанографическая энциклопедия, 1974; Фигуркин, 1998]. Благоприятная ледовая обстановка позволила беспрепятственно провести весь комплекс запланированных работ.

В формировании океанологического режима Чукотского моря участвуют берингоморские воды, прибрежные водные массы континентального побережья и холодные высокосоленные воды Арктического бассейна, омывающие материковый склон желоба Барроу [Коучмен и др., 1979], и трансформированные берингоморские воды. Берингоморские воды от Берингова пролива вначале следуют на север вдоль побережья Аляски, у м. Хоп часть из них отклоняется на северо-запад, образуя теплое течение – трансформированные берингоморские воды.



На протяжении длительного периода (с середины ноября по конец июня) Чукотское море заполняется холодными зимними водами с отрицательными температурами [Woodgate et al., 2005]. В июле прибрежные, а затем мористые воды быстро прогреваются до положительных температур от поверхности до дна, обеспечивая успешное развитие некоторых эвритермных донных животных.

Берингоморские воды проникают далеко на север Чукотского моря и принимают участие в прогреве и распреснении арктических вод. На большей части обследованной акватории в августе 1996 г. температура воды в придонном слое была положительной, самые теплые участки были на востоке и северо-востоке в зоне влияния теплого течения трансформированных берингоморских вод, где она составила 4,0–5,5 °С. Такая температура является оптимальной для успешного развития донных животных, к каковым относится краб-стригун опилио.

Холодные арктические воды с температурой (минус 1 – минус 1,5 °С) были приурочены к зоне проникновения арктических вод по каньону Геральда восточнее о-ва Врангеля. У азиатского берега вода прогревалась до положительных значений, за исключением небольшого пятна отрицательных температур восточнее м. Шмидта, предположительно связанного с проникновением сибирских вод из пролива Лонга.

### Размер наступления половозрелости

Размер половозрелых самок краба-стригуна опилио легко определяется по наличию инкубируемой икры на плеоподах самок. В период исследований минимальный размер самок с икрой был отмечен на северо-востоке российского сектора Чукотского моря и был равен 23 мм (рис. 1 (2), Б). В Чукотском море этот параметр значительно меньше, чем у стригуна опилио из Охотского моря. Так, Б.Г. Иванов и В.И. Соколов [1998] отмечают, что в Охотском море вымет икры у самок происходит в основном при достижении ШК примерно 50 мм, хотя в зал. Шелихова Охотского моря была найдена икрояная самка с ШК 33 мм.

У самцов установить размер половозрелых особей на практике достаточно сложно, так как у них нет наружных структур, регистрирующих наступление полового созревания, в отличие от самок. Вместе с тем, этот параметр важен для установления размера (возраста) вступления в репродуктивную фазу и как следствие имеет значение в стратегии управления промыслом.

Изучению процессов линьки и величинам послелинчного прироста уделяли большое внимание многие авторы. Отмечено, что у самок крабов-стригунов происходит изменение морфометрических параметров, прекращается рост после последней линьки, когда они переходят из девственного в половозрелое состояние. О существовании линьки половозрелости (терминальной) у самцов говорится в работах Х. Ёшиды [Yoshida, 1941] и М.Д. О'Холлорапа [O'Halloran, 1985]. Изучая созревание самцов при помощи морфологических признаков, Д. Уотсон [Watson, 1970] указывал, что минимальный размер карапакса у половозрелых самцов равняется 51–57 мм. По данным Т. Огаты [Ogata, 1973], самцы краба-стригуна опилио в Японском море становятся половозрелыми при ШК 66 мм.

После полового созревания самки прекращают рост, а самцы еще несколько раз линяют. Принято считать, что и для самцов опилио свойственна конечная (терминальная) линька [Hartnoll, 1969; Watson, 1970; Conan, Comeau, 1986; Иванов, Соколов, 1997, 1998; Первеева, 2006], которая свидетельствует о функциональной или «морфометрической» зрелости самцов. Б.Г. Ивановым и В.И. Соколовым [1997] предложено называть самцов, не достигших морфометрической зрелости, «узкопальными», а самцов, претерпевших терминальную линьку, — «широкопальными».



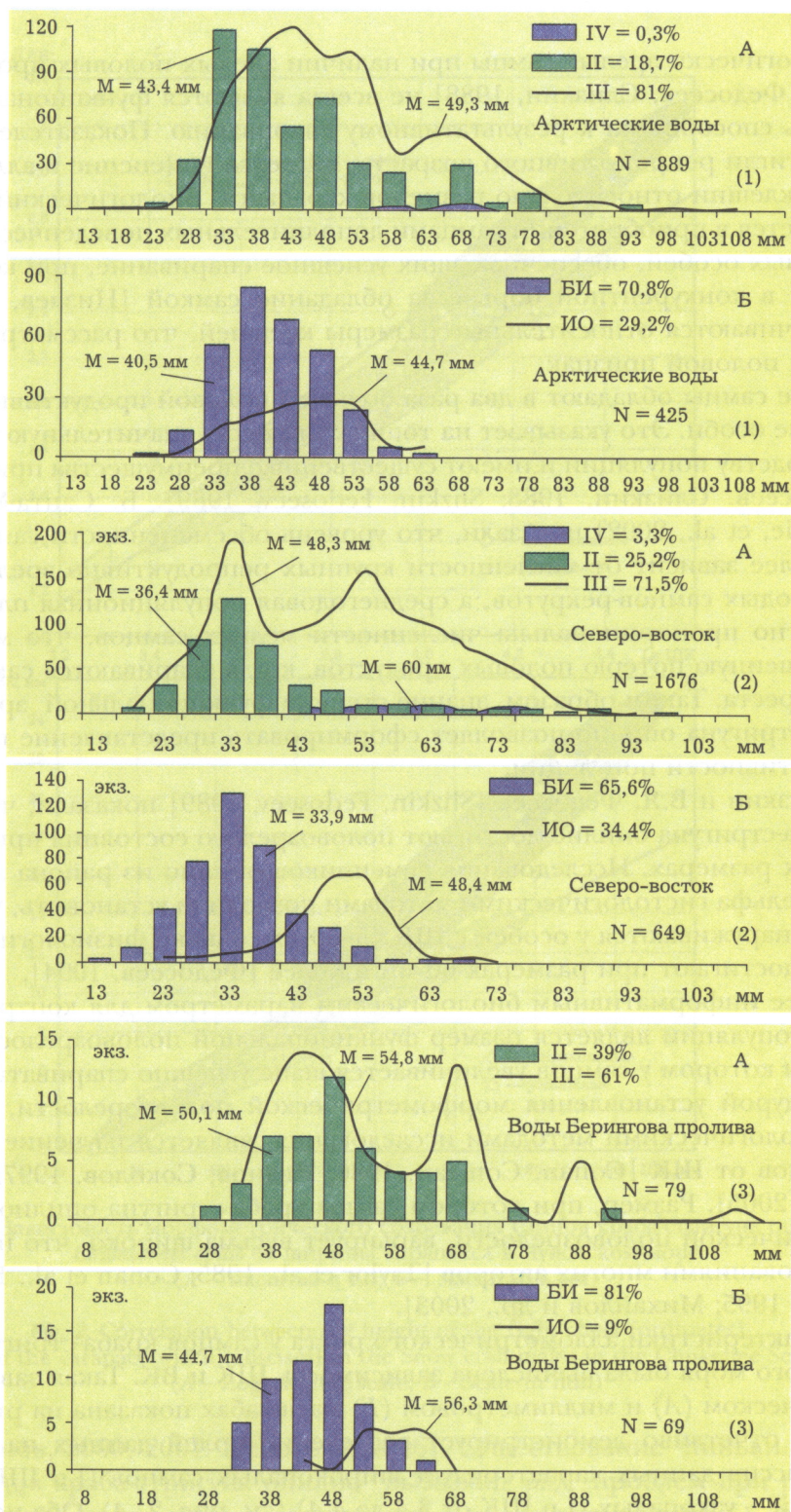


Рис. 1. Размерный состав и биологические стадии краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* из различных районов Чукотского моря, находящиеся под влиянием арктических (1), трансформированных берингоморских (2), берингоморских (3) вод.

II, III, IV – межлиночные стадии самцов (А) и биологические стадии самок (Б) и их соотношение, %; N – величина выборки; M – средний размер, мм.

По оси абсцисс – ширина карапакса в мм, по оси ординат – величина размерного класса, экз.

Fig. 1. Size composition and biological stages of snow crab *Chionoecetes opilio* from the different areas of the Chukchee Sea that are influenced by the Arctic waters (1), the transformed Bering Sea waters (2), and the Bering Sea waters (3). II, III, IV – intermolt stages of males (A) and biological stages of females (B) and their ratio in %; N – size of sample; M – the average size in mm.

Abscises: – carapace width (mm), ordinates: number of individuals



Физиологически зрелые самцы при паличии зрелых половых продуктов в семенниках [Федосеев, Слизкин, 1988] не всегда являются функционально зрелыми, то есть способными к результативному спариванию. Показателем того, что самцы достигли репродуктивного возраста, является изменение в аллометрическом росте клешни относительно размеров карапакса. Биологический смысл этого заключается в приобретении самцами дополнительных поведенческих качеств половозрелых особей, обеспечивающих успешное спаривание, при котором они побеждают в конкурентной борьбе за обладание самкой [Низяев, 2005]. При этом увеличиваются относительные размеры клешней, что рассматривается как вторичный половой признак.

Большие самцы обладают в два раза большей половой продуктивностью, чем маломерные особи. Это указывает на то, что они несут значительную нагрузку по воспроизводству популяции и имеют существенные преимущества при выборе самок [Федосеев, Слизкин, 1988; Slizkin, Fedoseev, 1989]. Б. Санта-Мари и др. [Sainte-Marie, et al., 2002] показали, что уровень обсемененности самок первого нереста более зависит от численности крупных репродуктивно зрелых самцов, чем от молодых самцов-рекрутов, а среднегодовая популяционная плодовитость была обратно пропорциональна численности мелких самцов, что может отражать повышенную потерю половых продуктов, когда спариваются самец и самка первого нереста. Таким образом, знание степени функциональной зрелости самцов краба-стригуна опилио позволяет сформировать представление потенциальной продуктивности популяции.

А.Г. Слизкин и В.Я. Федосеев [Slizkin, Fedoseev, 1989] показали, что самцы и самки краба-стригуна опилио достигают половозрелого состояния примерно при одинаковых размерах. Исследования семенников опилио из района западнокамчатского шельфа гистологическими методами позволили установить, что сперматозоиды обнаруживаются у особей с ШК 45–50 мм, однако физиологической зрелости они достигают при размерах 60 мм и более [Федосеев, 1994].

Наиболее информативным биологическим параметром для контроля над состоянием популяции является размер функциональной половозрелости, то есть размер, при котором у самцов увеличивается шанс успешно спариваться. Доступной процедурой установления морфометрической половозрелости, по сравнению с гистологическими методами исследования, является изучение зависимости ВК самцов от ШК [Conan, Comeau, 1986; Иванов, Соколов, 1997; Первеева, 1999, 2000, 2005]. Размер, при котором самцы краба-стригуна опилио достигают морфометрической половозрелости, варьирует весьма широко, что подтверждается исследованиями многих авторов [Taylor et al., 1985; Conan et al., 1988; Sainte-Marie et al., 1995; Михайлов и др., 2003].

Для характеристики аллометрического роста у самцов краба-стригуна опилио из Чукотского моря была вычислена зависимость ШК и ВК. Такая зависимость в логарифмическом (*A*) и миллиметровом (*B*) масштабах показана на рис. 2.

Рисунок отчетливо демонстрирует разделение полей данных на две части. Верхний массив данных характеризует широкопалых самцов ( $L_n$  ШК от 3,9 до 4,6), нижний – узкопалых ( $L_n$  ШК от 3,4 до 4,4) (см. рис. 2, *A*). Оба поля данных перекрываются не очень широко, то есть особи с ШК от 45 до 80 мм могут быть или не быть морфометрически зрелыми (см. рис. 2, *B*). У восточного Сахалина, где краб опилио обитает в более благоприятных условиях среды, этот диапазон несколько шире и смещен в сторону больших размеров – от 63,2 до 113,3 мм [Первеева, 2000].

У краба-стригуна опилио соотношение морфометрически зрелых (к этой группе относятся самцы коммерческих размеров) и незрелых самцов сильно изменчивы, вследствие чего значительно флуктуирует пополнение популяций, варьирует размерный состав промысловых самцов, а запасы могут существенно коле-



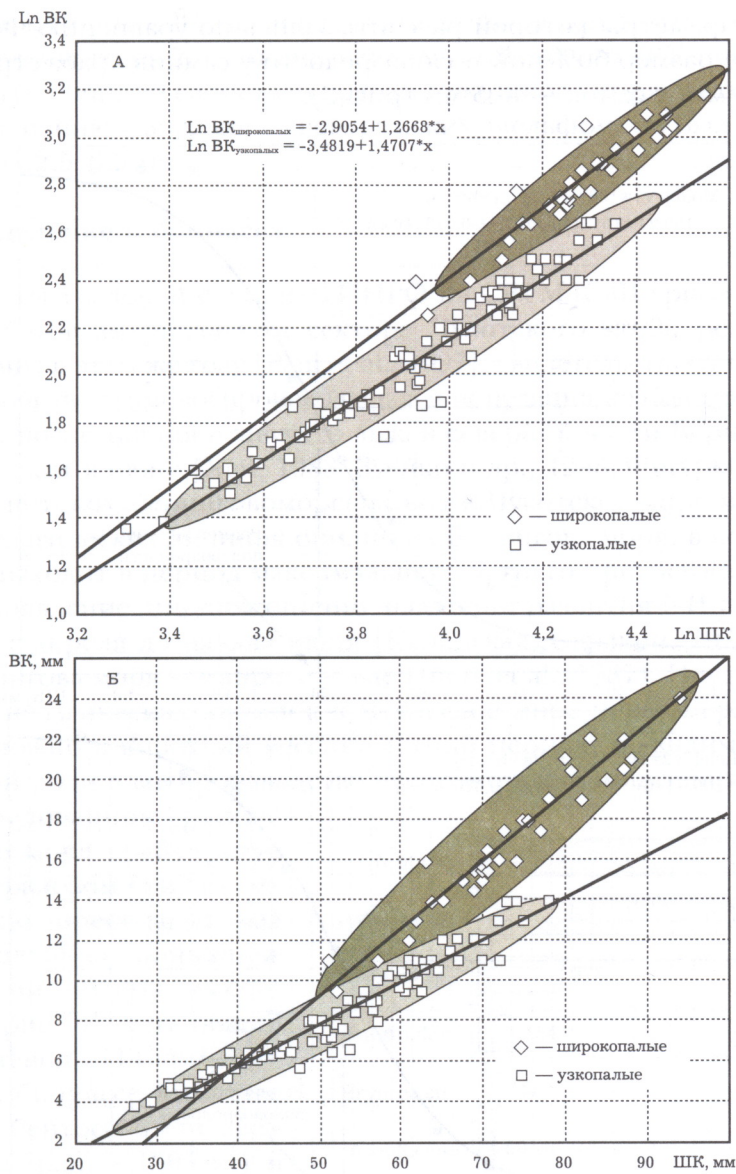


Рис. 2. Зависимость морфометрического созревания самцов краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* от ширины карапакса в Чукотском море (А – масштаб в Ln, Б – масштаб в мм)

Fig. 2. Correlation between the height of the right chela (ordinates) and the carapace width (abscises) in the Snow crab males in the Chukchee Sea (A – Logarithmic scale; B – Scale in mm)

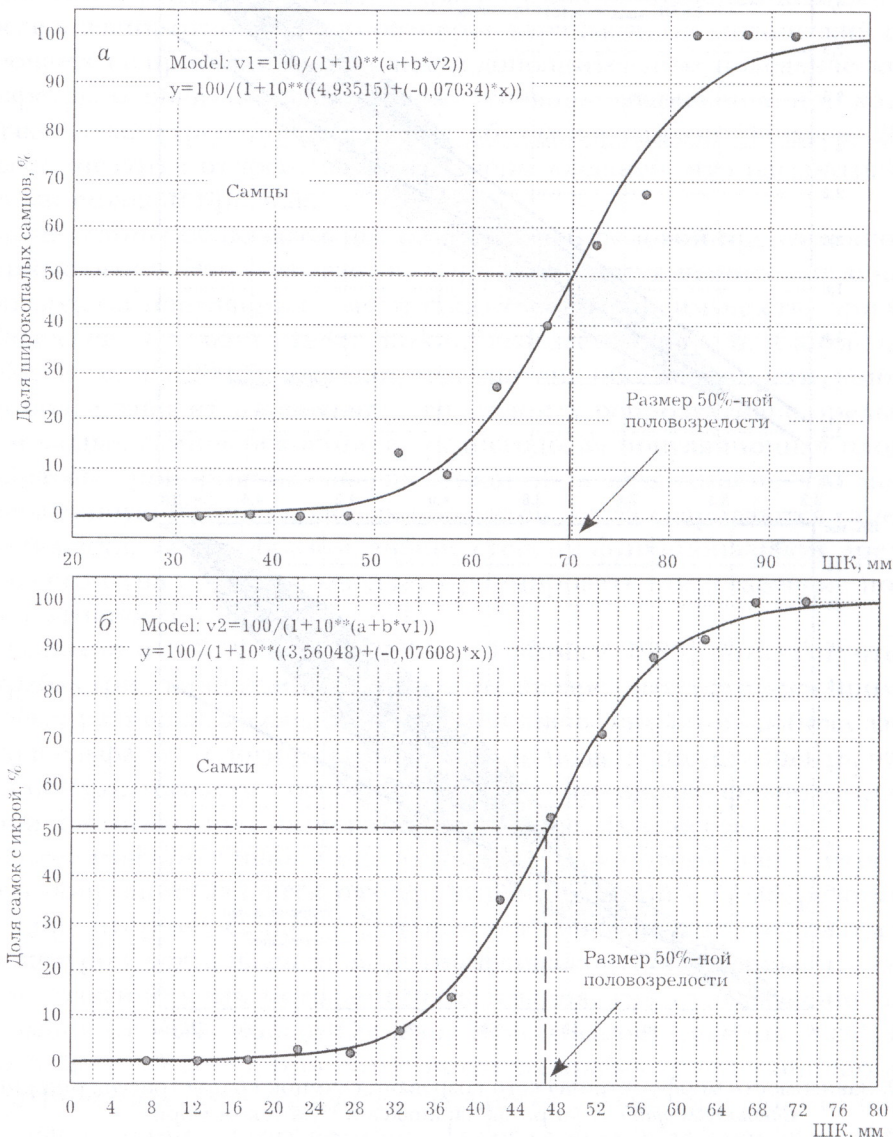
баться [Иванов, 2000, 2001; Первеева, 2006]. Существование линьки половозрелости у самцов краба-стригуна опилио вызывает ряд проблем при регулировании их добычи. Совершенно очевидно, что в целях оптимизации промысла следует уменьшить вылов самцов, достигших минимального промыслового размера, но не претерпевших терминальную линьку и соответственно увеличить вылов морфометрически зрелых особей, прекративших рост.

Многие авторы, изучающие воспроизводство крабов, используют размер, при котором 50% самцов в популяции являются половозрелыми, и считают его одним из показателей популяционной половозрелости [Watson, 1970; Elnor, Robichaud, 1983].

Связь ШК и доли самцов, претерпевших линьку половозрелости, а также половозрелых и неполовозрелых самок аппроксимировалась логистической S-об-



разной кривой, параметры которой рассчитывались по уравнению Ферхюльста. В Чукотском море размер 50%-ной половозрелости у самцов краба-стригуна опилио был равен 70 мм, у самок – 46,5 мм (рис. 3).



**Рис. 3.** Размер 50%-ной половозрелости самцов (а), самок (б) краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в Чукотском море по данным траловой съемки СРТМ-К «Шурша» в 1997 г.

**Fig. 3.** The size of 50% maturity of the Snow crab *Chionoecetes opilio* males (а), and females (б) in the Chukchee Sea, according to the trawling survey aboard the MRT-k «Shursha» in 1997

Полученные Е.Р. Первеевой [2006] данные по размеру 50%-ной половозрелости самцов краба-стригуна опилио в присахалинских водах были неоднозначными. Показатели этого параметра для самцов залива Анива и шельфа восточного Сахалина были близкими по значению – 83 и 86 мм соответственно, а у самцов, обитающих у западного Сахалина, он составил 92 мм. Последний близок к значению доли морфометрически зрелых самцов, рассчитанной А.Н. Карасевым для самцов краба-стригуна опилио североохотоморских вод – 90 мм [Михайлов и др., 2003].

Рассчитанный нами показатель 50%-ной половозрелости для самок анадырско-паваринского шельфа по данным траловой съемки 2001 г. составил 49 мм, а по данным 2005 г. – 53 мм. В Анадырском заливе, по данным траловой съемки 2005 г.,



размер, при котором 50% самцов достигали половозрелости, составлял 80 мм. Из вышеприведенного ряда величин, наименьший размер 50%-ной половозрелости краба-стригуна опилио свойствен крабам Чукотского моря: у самцов из этого района, по сравнению с анадырско-наваринским шельфом, он был меньше на 10 мм, у самок — на 2,5–6,5 мм.

### Распределение и биомасса

Результаты траловой съемки ТИНРО на СРТМ-К «Шурша» в 1997 г. и аналогичных работ в американском секторе Чукотского моря, результаты которых опубликованы в этом же году [Paul et al., 1997], свидетельствуют о том, что в Чукотском море обитает самовоспроизводящаяся популяция краба-стригуна опилио.

Весной, после таяния плавучего льда в северной части Берингова моря, которое происходит в июне [Хен, 1988; Зуенко и др., 1998; Фигуркин, 1998], с усиливающимся потоком берингоморских вод в Чукотское море может переноситься часть пелагических личинок опилио из Берингова моря, в котором выклев личинок происходит в период максимального летнего прогрева воды. В частности, массовое появление личинок опилио на стадии развития I–II у мыса Наварин наблюдается с апреля до начала июня [Канарская, Слизкин, 1975], а в восточной части Берингова моря — в апреле — мае [Incze et al., 1987]. Немногочисленное поступление пелагических личинок в Чукотское море через Берингов пролив, которое возможно в короткий весенне-летний период, по-видимому, не играет существенной роли в воспроизводстве чукотоморской популяции опилио.

В обследованном районе Чукотского моря краб-стригун опилио в траловом бентосе количественно преобладал над всеми остальными пойманными донными видами вместе взятыми (рис. 4), его общий вылов составил 2114 кг. Следующими по биомассе в составе тралового бентоса были звезды (*Asterias* sp.p. — 1304 кг) и губки (*Spongia* sp.p. — 378 кг).

Суммарная биомасса краба-стригуна опилио была оценена в 402,9 тыс. т (табл. 1). Все функциональные группы крабов доминировали в южной части моря в районе с координатами 67–69° с.ш. Взрослые самцы концентрировались на юго-востоке района при температуре воды у дна около 4 °С, плотность скопления составляла 1400 кг/км<sup>2</sup>. В западной, более выхоленной части обследованной акватории, их плотность не превышала 400 кг/км<sup>2</sup> (рис. 5, Г). В среднем по району исследований плотность была равна 79 кг/км<sup>2</sup>.

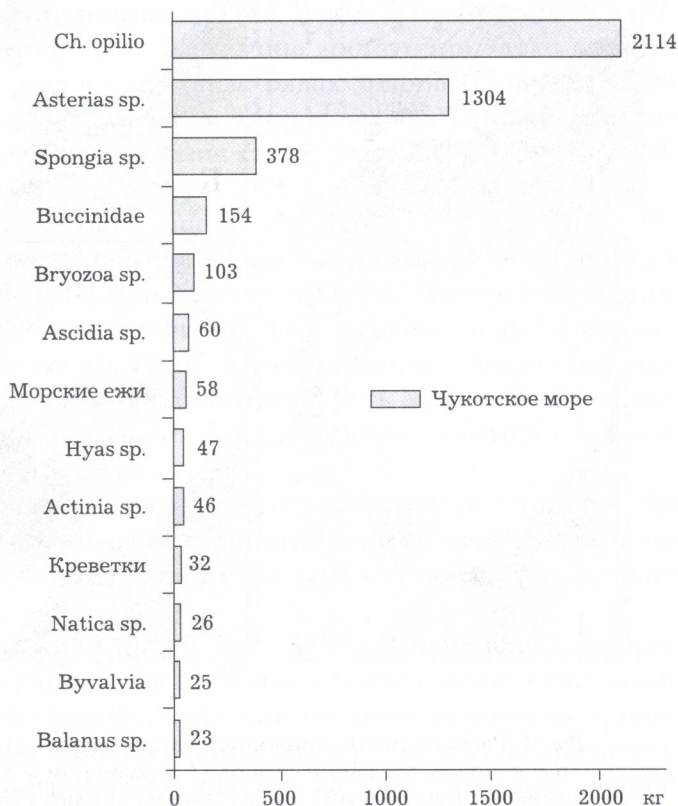


Рис. 4. Масса 13 основных видов и/или таксономических групп донных беспозвоночных в траловых уловах СРТМ-К «Шурша» в Чукотском море в августе — сентябре 1997 г.

Fig. 4. Weight of 13 main species or taxonomic groups of bottom invertebrates from the trawl catches aboard the MRT-K «Shursha» in the Chukchee Sea in August — September, 1997



Таблица 1. Биомасса краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в Чукотском море по данным траловой съемки, выполненной в 1997 г.

Table 1. Biomass of the Snow crab *Chionoecetes opilio* in the Chukchi Sea, basing on the trawling survey conducted in August – September, 1997

Функциональные группы	Средняя плотность, кг/км <sup>2</sup>	Биомасса, тыс. т	Доля, %
Самцы 80 мм и более	79	25,6	6,4
Самцы 60–79 мм	301	97,1	24,1
Самцы менее 60 мм	568	183,1	45,4
Самки с наружной икрой	106	34,4	8,5
Самки без наружной икры	194	62,8	15,6
Всего:	—	402,9	100,0

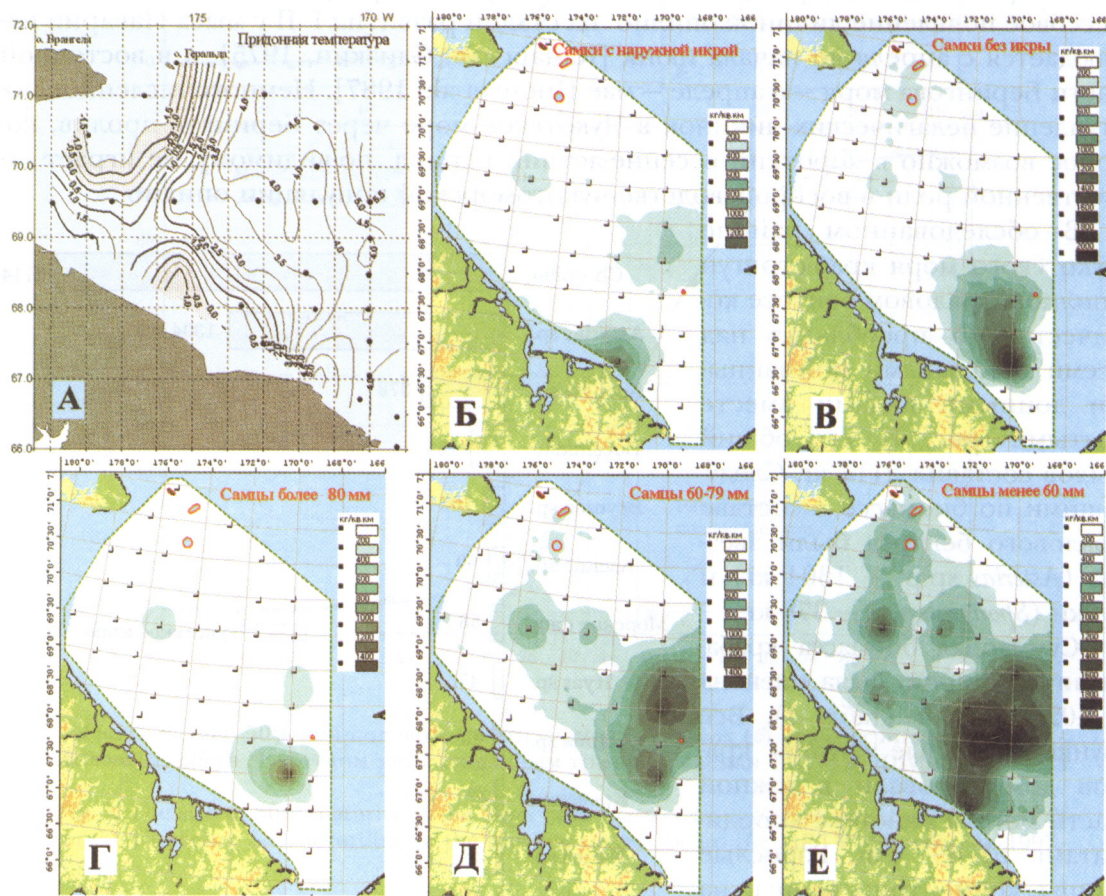


Рис. 5. Распределение придонной температуры (А), самок (Б – с наружной икрой, В – неполовозрелые) и самцов (Г – размером  $\geq 80$  мм, Д – размером 60–79 мм, Е – размером менее 60 мм) краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* в российском секторе южной части Чукотского моря в августе, по данным траловой съемки, выполненной в период с 24 августа по 2 сентября 1997 г.

Fig. 5. Maps of distribution. А. Distribution of near-bottom temperature. В. Distribution of females with external eggs. В. Distribution of females without external eggs. Г. Distribution of males with CW  $\geq 80$  mm. Д. Distribution of males with CW 60–79 mm. Е. Distribution of males with CW  $< 60$  mm



Максимальная плотность самцов с ШК 60–79 мм (рис. 5, Д) и неполовозрелых самок (рис. 5, В) достигала 2000 кг/км<sup>2</sup>, в среднем она составляла 301 и 194 кг/км<sup>2</sup> соответственно. Среди всех групп наибольшая средняя плотность была отмечена у самцов с ШК менее 60 мм — 568 кг/км<sup>2</sup>. Плотность скоплений этих самцов уменьшалась в направлении от Берингова пролива к о. Врангеля в соответствии с понижением температуры воды у дна.

Максимальная доля биомассы краба-стригуна опилио приходилась на самцов размером менее 60 мм — 183,1 тыс. т (45,4%), что в полтора раза превышало суммарную биомассу остальных функциональных групп самцов (табл. 1). Доля половозрелых самок составляла 8,5% (34,4 тыс. т), доля неполовозрелых — 15,6% (62,8 тыс. т).

Характерной особенностью опилио из Чукотского моря являлся его малый размер. Только для юго-восточной части моря, испытывающей влияние относительно теплых берингоморских вод, свойственна и повышенная плотность скоплений краба, и его наибольшие размеры. Это иллюстрируется графиками размерного состава (см. рис. 1), сделанными для трех районов обследованной акватории, находящихся под влиянием вод различного происхождения: холодных арктических вод (запад) (см. рис. 1, 1), трансформированных вод Берингова пролива (северо-восток) (см. рис. 1, 2) и теплых вод Берингова пролива (юг) (см. рис. 1, 3).

В южном районе средний размер самцов 3 межлиночной стадии составлял 54,8 мм, самок с икрой — 56,3 мм. Здесь же были пойманы три самца более 100 мм по ШК. У побережья о. Врангеля, находящегося под влиянием арктических вод, крабы были гораздо мельче. Средний размер самцов 3 стадии был равен 49,3 мм, самок с икрой — 44,7 мм. В размерном составе самцов достаточно четко выделялись модальные группы, разброс мод в размерных рядах крабов составлял от 20 до 28 мм. Соотносить смещение мод с годичным приростом крабов в данном случае будет не корректно. Возможно, это явление свидетельствует об урожайных поколениях, рождаемых не каждый год.

В период исследований большинство самцов находились на 3 межлиночной стадии (61–81%). Доля особей со старым обросшим панцирем (4 межлиночная стадия) была невелика — 0,3–3,3%, это были наиболее крупные особи со средним размером 60 мм (см. рис. 1, 2, А). По свидетельству Л.С. Джадачек и др. [Jadamec, et al., 1999], А. Невизи и др. [Nevisi et al., 1996], в этой межлиночной стадии крабы могут жить до 2–4 лет. Максимальная продолжительность жизни после терминальной линьки, рассчитанная радиометрическими методами, достигает 6–7 лет [Ernst, et al., 2005].

Надо полагать, что по продолжительности жизни краб-стригун опилио в Чукотском море мало отличается от южных популяций, а низкий темп роста и соответственно малые размеры, обуславливаются суровыми термическими условиями среды обитания.

Наибольшая доля самок с наружной икрой (34,4%) была отмечена в северо-восточной части обследованного района, где придонные воды находятся под влиянием теплого течения, несущего трансформированные воды Берингова пролива (см. рис. 1(2), Б). Самые крупные самки (средний размер 56,3 мм) наблюдались на южном участке, наиболее прогреваемом участке шельфа, а самые мелкие (средний размер 44,7 мм) в северо-западном участке, находящемся под влиянием Арктических вод (см. рис. 1, 1, Б). В целом, в траловых уловах минимальный размер самцов и самок равнялся 12 мм, а максимальный — 115 и 72,5 мм соответственно.



## Промысловая мера

При сравнительно малых размерах краба-стригуна опилию Чукотского моря самцы имеют плотную структуру мышечной ткани и хорошее наполнение конечностей, что свидетельствует о нормальной упитанности. Доля самцов 3 межличной стадии в рассматриваемый период составляла от 61 до 81%. Отмечено также практически полное отсутствие травмированных особей. Эта интересная особенность краба-стригуна опилию Чукотского моря, по-видимому, обусловлена отсутствием промысла и низким прессом хищников. При низкой численности крупных рыб – потенциальных потребителей крабов [Савин, 1998] – происходит накопление биомассы стригуна опилию. Не отмечено у краба-стригуна опилию из Чукотского моря признаков заболеваний панциря «black mat syndrome», вызванного хитинолитическим грибом *Trichomarix invadens*, характерного для популяций из южных участков обширного ареала этого вида [Jadamec, et al., 1999; Стеклова, 2000], и «black spot», вызванного хитинолитическими бактериями, главным образом *Vibrio spp.* и *Pseudomonas spp.* [Benhalima, et al., 1998].

Для определения минимальной промысловой меры эксплуатируемого объекта необходимо исходить из размера его половозрелости и линейного прироста за период линьки [Слизкин, Долженков, 1997]. В России промысловая мера для краба-стригуна опилию была установлена в 100 мм по ШК. Это выше, чем размеры половозрелости, определенные для краба-стригуна опилию В.Я. Федосеевым и А.Г. Слизкиным [1988]. В США на основании почти таких же результатов по половозрелости [Somerton, 1981] промысловая мера для краба-стригуна опилию установлена в 78 мм. В Канаде промысловая мера 95 мм не имела биологического обоснования и была выбрана потому, что процессоры не могли извлекать мясо из крабов меньшего размера [Bouchard et al., 1986]. Считалось, что 50% крабов становились половозрелыми при величине карапакса 57 мм [Watson, 1970], и крабы спаривались 1-2 раза до достижения промыслового размера [Elner, 1982]. В Японии промысловая мера для краба-стригуна опилию составляет 90 мм [Sinoda, 1982; Кон, 1996].

Как было отмечено выше, биомасса самцов размером 80 мм и более в Чукотском море была оценена в 25,6 тыс. т (см. табл. 1). Таким образом, крабы-стригуны Чукотского моря в перспективе могут представлять определенный интерес для промысла, если для этого бассейна будет предусмотрена соответствующая промысловая мера. Как показано выше, 50% самцов становятся морфометрически половозрелыми при размере в 70 мм, а физиологически при еще меньших размерах – 50–60 мм. Как видно из рис. 2, при ШК более 80 мм в чукотоморской популяции практически не остается самцов, не претерпевших терминальную линьку. Таким образом, при достижении размеров 80 мм практически все самцы имеют возможность 1–2 раза принять участие в воспроизводстве.

Исходя из этого, минимальная промысловая мера для рассматриваемой популяции краба-стригуна опилию российского сектора Чукотского моря предлагается на уровне 80 мм по ШК.

Исследования на СРТМ-К «Шурша» выполнялись в соответствии с «Планом экспедиционных исследований недоиспользуемых и малоизученных объектов и районов промысла дальневосточных морей на 1997 г.» и целевой программой по изучению состояния ресурсов гидробионтов Чукотского моря и Анадырского залива ТИПРО-Центра. Авторы благодарны В.И. Харламенко за замечания в процессе работы над статьей, Е.Э. Борисовцу за помощь при статистической обработке данных, за рецензию рукописи, а также В.Н. Кобликову за дельные советы при подготовке работы.



## ЛИТЕРАТУРА

- Захаров В.Ф.** 1981. Похолодание Арктики и ледяной покров арктических морей // Труды ААНИИ. Т. 337. 96 с.
- Зуенко Ю.И., Хен Г.В., Юрасов Г.И.** 1998. Водные массы и типы вертикальной структуры вод шельфа Берингова моря // Метеорология и гидрология. № 10. С. 81–91.
- Иванов Б.Г.** 2000. Крабы-стригуны (*Chionoecetes spp.*) в дальневосточных морях: что дают ловушечные съемки? // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки: Тезисы докладов областной научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский, 10–12 июня 1999 г. Петропавловск-Камчатский: Камчатрыбвод. С. 55–56.
- Иванов Б.Г.** 2001. Потери ног у крабов (Crustacea, Decapoda: Brachiura Majidae, Anomura Lithodidae) в западной части Берингова моря // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России: Сборник научных трудов. М. Изд-во ВНИРО. С. 180–205.
- Иванов Б.Г., Соколов В.И.** 1997. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Crustacea Decapoda Brachyura Majidae) в Охотском и Беринговом морях // Arthropoda Selecta. Т. 6. Вып. 3–4. С. 63–86.
- Иванов Б.Г., Соколов В.И.** 1998. Краб-стригун опилио в Охотском и Беринговом морях. Расширенные тезисы докладов региональной научной конференции «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан. Т. 1. С. 117–118.
- Канафская О.А., Слизкин А.Г.** 1975. Сроки нереста и распределение личинок крабов в Беринговом море // Биологические ресурсы морей Дальнего Востока. Владивосток: ТИПРО. С. 65–66.
- Коучмен Л.К., Огофд К., Трип Р.Б.** 1979. Берингов пролив. Л.: Гидрометеиздат. 199 с. (перевод с англ.).
- Лакин Г.Ф.** 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 352 с.
- Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н.** 2003. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 284 с.
- Низяев С.А.** 2005. Биология равношипного краба *Lithodes aequispinus Benedict* у островов Курильской гряды. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 176 с.
- Океанографическая энциклопедия.** 1974. Л.: Гидрометииздат. С. 588–591.
- Первеева Е.Р.** 2006. Особенности полового созревания краба-стригуна опилио (*Brachyura, Majidae*) присахалинских вод // Тр. СахНИРО. Южно-Сахалинск. Т. 8. С. 155–169.
- Первеева Е.Р.** 2005. Распределение и биология стригуна опилио *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) в водах, прилегающих к острову Сахалин // Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 22 с.
- Первеева Е.Р.** 1999. Распределение, условия обитания и динамика численности краба-стригуна *Chionoecetes opilio* у восточного Сахалина // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях: Сб. науч. тр. Южно-Сахалинск: Сах. обл. книжное изд-во. Т. 2. С. 100–106.
- Первеева Е.Р.** 2000. Терминальная линька и аллометрия клешни у самцов стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*) // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки: Тезисы докладов областной научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский. С. 88–90.
- Савин А.Б.** 1998. Предварительные данные о распределении и состоянии запасов основных видов рыб в Чукотском море в августе – сентябре 1997 г. // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения. Расширенные тезисы докладов региональной научной конференции «Северо-Восток России: прошлое, настоящее и будущее». Магадан. Т. 1. С. 74–75.
- Слизкин А.Г., Долженков В.Н.** 1997. К вопросу об изменении и установлении промысловой меры для некоторых видов крабов дальневосточных морей // Рыбное хозяйство. № 2. С. 43–44.



- Стексова В.В.** 2000. Микозное поражение краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*) // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки: Тезисы докладов областной научно-практической конференции. Петропавловск-Камчатский. С. 93–94.
- Федосеев В.Я.** 1994. Длительность и продуктивность оогенеза у краба-стригуна *Chionoecetes opilio*. Волна сперматогенного эпителия // Морские промысловые беспозвоночные: Сборник научных трудов. М.: ВНИРО. С. 36–44.
- Федосеев В.Я., Слизкин А.Г.** 1988. Воспроизводство и формирование популяционной структуры у краба-стригуна *Chionoecetes opilio* в дальневосточных морях // Морские промысловые беспозвоночные: Сборник научных трудов. М.: ВНИРО. С. 24–35.
- Физгуркин А.Л.** 1998. Развитие океанологических условий в Чукотском море и Анадырском заливе // Расширенные тезисы докладов региональной научной конференции «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан. Т. 1. С. 68–69.
- Хен Г.В.** 1988. Сезонная и межгодовая изменчивость вод Берингова моря и ее влияние на распределение и численность гидробионтов // Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. геогр. наук. М. 24 с.
- Якунин Л.П.** 1987. Атлас ледовитости дальневосточных морей. Владивосток: ДВНИИ. 78 с.
- Benhalima K., Moriyasu M., Wade E., Hebert M.** 1998. Exoskeletal lesions in the male snow crab *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae) in the southern Gulf of St. Lawrence // Can. J. Zool. Vol. 76. N. 4. P. 601–608.
- Bouchard R., J., Brkthes G. D., Bailey R.F.J.** 1986. Changes in size distribution of snow crabs (*Chionoecetes opilio*) in the southwestern Gulf of St. Lawrence. J. Northwest Atl. Fish. Sci. 7. P. 67–75.
- Conan G.Y., Comeau M.** 1986. Functional maturity and terminal molt of male snow crabs, *Chionoecetes opilio* // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43. P. 1710–1719.
- Conan G.Y., Moriyasu M., Comeau M., Mallet P., Cormier R., Chiasson Y., Chiasson H.** 2005. Growth and Maturation of Snow Crab, *Chionoecetes opilio* // Proc. of the Int. Work, on Snow Crab Biol, December 8–10, 1987, Montreal, Quebec. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. P. 67–75.
- Elnor R.W.** 1982. An overview of the snow crab *Chionoecetes opilio*, fishery in Atlantic Canada // Proceedings of the International Symposium on the Genus *Chionoecetes*. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-82-10. Fairbanks. P. 3–19.
- Elnor R.W., Robishaud D.A.** 1983. Observation on the efficacy of minimum legal size for Atlantic snow crab, *Chionoecetes opilio* // Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc. 83/63. 26 p.
- Ernst B., Orensanz J.M., Armstrong D.A.** 2005. Spatial dynamics of female snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the eastern Bering Sea // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 62. P. 250–268.
- Hartnoll R.G.** 1969. Mating in the Brachyura // Crustaceana. № 16. P. 161–181.
- Jadamec L.S., Donaldson W.E., Cullenberg P.** 1999. Biological field techniques for *Chionoecetes* crabs. Fairbanks: Alaska Sea Grant College Program. 80 p.
- Incze, L.S., Armstrong, D.A., and Smith, S.L.** 1987. Abundance of larval Tanner crabs (*Chionoecetes* spp.) in relation to adult females and regional oceanography of the southeastern Bering Sea // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44. P. 1143–1156.
- Kon T.** 1996. Overview of Tanner crab fisheries around the Japanese Archipelago // High latitude crabs: Biology, management, and economics. University of Alaska Sea Grant, AK-SG 96-02. Fairbanks, P. 13–24.
- Nevisi A., Orensanz J.M., Paul A.J., Armstrong D.A.** 1996. Radiometric estimation of shell age in *Chionoecetes* spp. from the eastern Bering Sea, and its use to interpret shell condition indices: preliminary results // High latitude crabs: biology, management and economics. Alaska Sea Grant Rep. AK-SG-96-02, University of Alaska. Fairbanks, Alaska. P. 389–396.
- Ogata T.** 1973. Studies on the population biology of the edible crab, *Chionoecetes opilio* O. Fabricius in the Japan Sea Region // Kaii kagaku, Mar. Eci. Men., V. 5. N3. P. 27–33.
- O'Halloran M.J.** 1985. Moul cycle changes and the control of moult in the male snow crab, *Chionoecetes opilio* // M.Sc. thesis, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia. 183 p.
- Paul J.M., Paul A.J., Barber W.E., Reynolds J.B.** 1997. Reproductive biology and distribution of the snow crab from the northeastern Chukchi Sea // Am. Fish. Soc. Symp. 19/ 287–294.
- Sainte-Marie B., Raymond S., Brethes J.** 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae) // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 52. P. 903–924.



**Sainte-Marie B., Sevigny J., Carpentier M.** 2002. Interannual variability of sperm reserves and fecundity of primiparous females of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in relation to sex ratio // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59. № 12. P. 1932–1940.

**Sinoda M.** 1982. Fisheries for the genus *Chionoecetes* in Southwestern Japan Sea // Proceedings of the International Symposium on the genus *Chionoecetes*. P. 21–39.

**Somerton D.A.** 1981. Regional variation in the size of maturity of two species of tanner crab (*Chionoecetes bairdi* and *C. opilio*) in the eastern Bering Sea, and its use in defining management subareas // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38. P. 163–174.

**Taylor D.M., Hooper R.G., Ennis G.P.** 1985. Biological aspects of the spring breeding migration of snow crab, *Chionoecetes opilio*, in Bonne Bay, Newfoundland (Canada) // Fish. Bull. Vol. 83. N. 4. P. 707–711.

**Watson J.** 1970. Maturity, mating, and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio* // J. Fish. Res. Board Canada. Vol. 27. N. 9. P. 1607–1616.

**Woodgate R.K., Aagard K., Weigartner T.J.** 2005. A Year in the Physical Oceanography of the Chukchi Sea: Moored measurements from autumn 1990–1991 // Deep Sea Research. Part II. 52. P. 3116–3149.

**Yoshida H.** 1941. On the reproduction of useful crabs in North Korea (II) // Suisan Kenkyushi. № 36. P. 116–121.