

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ САМОК КРАБА - СТРИГУНА *CHIONOECETES ORILIO* У ПОБЕРЕЖЬЯ ВОСТОЧНОГО САХАЛИНА

На основании материалов траловых учетных съемок в 1988 - 1992 и 1994 гг. и результатов морфометрического анализа рассмотрены распределение, динамика численности икроносных самок стригуна опилио, их плодовитость и размер, при котором впервые происходит откладка наружной икры.

### ВВЕДЕНИЕ

Крабы-стригуны широко распространены в зоне шельфа западной части Охотского моря у восточного побережья Сахалина в интервале глубин от 18 до 600 м. В настоящее время отечественным флотом ведется их интенсивный промысел. Лов крабов производится, как правило, во время нереста, поэтому для биологического обоснования мер по регулированию промысла необходимо хорошо представлять биологию их размножения.

Репродуктивная стратегия крабов-стригунов такова, что предполагает практически прямую зависимость величины пополнения от численности половозрелых самок, точнее, от начального объема воспроизводства. Поэтому основным критерием биологического состояния популяции является численность половозрелых самок (Низяев, Федосеев, 1994).

Известно, что самцы и самки стригунов становятся физиологически зрелыми примерно при одинаковых размерах карапакса. Самки после линьки созревания прекращают рост, а самцы продолжают периодически линять и расти, вследствие чего для старших размерно-возрастных групп стригунов характерен ярко выраженный половой диморфизм. Определение возраста наступления половой зрелости у крабов-стригунов представляет определенные трудности, так как может быть установлено при проведении гистологических исследований репродуктивной системы. У самок наступление половой зрелости хорошо определяется по наличию оплодотворенной икры и степени ее развития. Кроме того, учитывая особенности линейного роста самок, для этих же целей используют морфометрические измерения - соотношение ширины карапакса и пятого абдоминального сегмента.

В ряде работ эта зависимость для самок

стригунов рассмотрена достаточно подробно (Watson, 1970, Donaldson et al., 1980, Conan et al., 1989). Установлено, что размеры карапакса половозрелых и неполовозрелых самок широко варьируют, сообщается о возможности выявления различий в аллометрическом росте абдомена относительно ширины панциря. Некоторые данные о репродуктивных особенностях *Ch. bairdi* и популяций *Ch. orilio* из Берингова моря и залива Св. Лаврентия представлены в работе Е. Haynes с соавторами (1976). Что касается стригуна опилио, обитающего в Охотском море, в том числе у побережья восточного Сахалина, то сведений о его репродуктивных особенностях в литературе практически нет.

Цель данной работы состоит в том, чтобы в определенной мере восполнить существующий пробел в изучении экологии вида, представив данные о межгодových изменениях численности половозрелых самок, сроках наступления половозрелости и плодовитости самок стригуна у восточного Сахалина.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы материалы, собранные автором при траловых учетных съемках 1988, 1989 и 1990 - 1994 гг. Пробы икры на плодовитость отбирали на шельфе северо-восточного Сахалина в 1988, 1990 и 1994 гг., на морфометрический анализ - в заливе Анива, у юго-восточного и северо-восточного Сахалина в 1994 г. Оценка численности самок с икрой выполнена по результатам наиболее репрезентативных съемок, проведенных в 1988, 1989 и 1992 гг.

Морфометрический анализ заключался в измерении у самок краба ширины карапакса (мезобранхиальная область) и абдомена в самой широкой его части (пятый абдоминальный сегмент) с точностью до 0.1 мм. Для оценки

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Самки краба-стригуна в летний период встречались на шельфе северо-восточного Сахалина совместно с самцами. В данной работе мы рассмотрим только распределение самок с наружной оплодотворенной икрой, то есть половозрелых.

В августе 1988 г. отмечено два локальных скопления с наибольшей плотностью на участках шельфа (рис. 1). Плотность крабов в этих скоплениях варьировала от 6 до 30 тыс. экз./кв. км. На остальной акватории уловы самок были единичными. Распределение самок с икрой и плотность их скоплений с 1988 по 1994 гг. показаны в таблице 1.

В ноябре - декабре 1992 г. самки с икрой образовывали скопление с высокой плотностью особей в южной части района исследований. Средняя плотность особей в скоплениях изменялась с 1988 по 1994 г. от 7.1 до 23.9 тыс. экз./кв. км (табл. 1). Что касается численности самок с наружной оплодотворенной икрой, то в 1988, 1989 и 1992 гг., когда были получены репрезентативные данные, величина этого показателя варьировала от 107.2 до 166.8 млн. шт. (таблица 2).

Колебания численности икроносных самок могут быть обусловлены неодинаковым их количеством, участвующим в спаривании в разные годы. Кроме того, процессы линьки, спаривания и откладки икры полностью завершаются осенью. Этот период и следует считать наиболее приемлемым для оценки их численности. Известно, что плотность запаса (численность или биомасса на единице площади) является наиболее достоверной величиной для оценки состояния ресурсов (Столяренко, Иванов, 1988). Как можно видеть, оценка запаса может флуктуировать в широких пределах, в том числе вследствие разницы в площади ис-

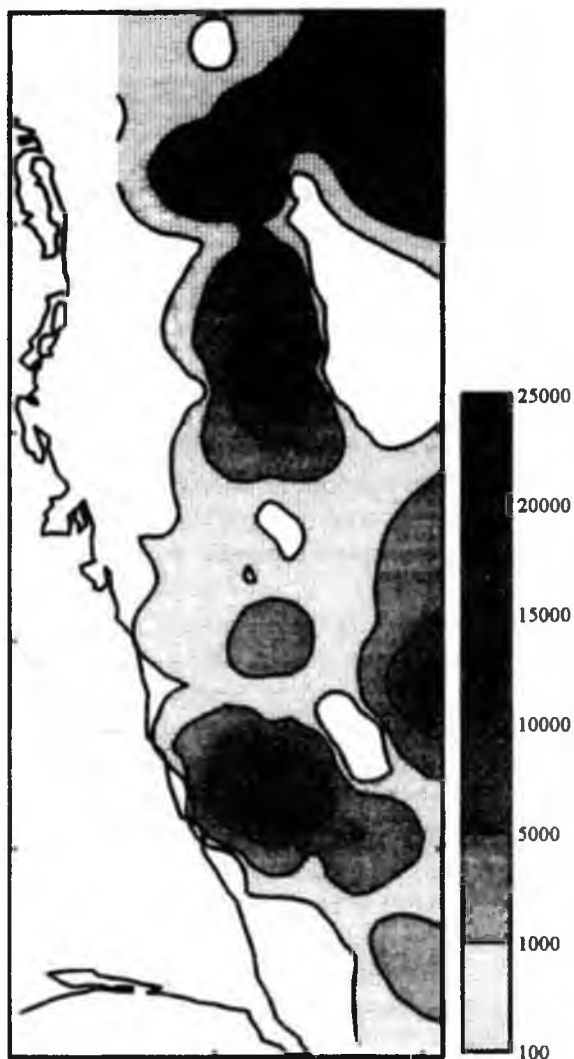


Рис. 1. Распределение половозрелых самок *Ch. orilio* с икрой на плевоподах у северо-восточного Сахалина в августе 1988 г.

запаса использовали коэффициент уловистости 0.5. Статистическую обработку материалов проводили с помощью пакетов программ Statgraphics и Surfer.

Таблица 1. Локализация и плотность в скоплениях самок краба-стригуна опилио с икрой у северо-восточного Сахалина.

Год, сезон	Координаты скоплений, с.ш.	Обследованные глубины, м	Ср. плотность особей в скоплениях, тыс. экз./кв. км
1988-й, летний	50°10' - 50°35'	100 - 250	22.634
	52°00' - 52°30'	100 - 120	19.952
1989-й, летний	50°40' - 51°10'	100 - 145	14.156
	51°30' - 52°30'	93 - 210	15.038
1991-й, летний	51°15' - 51°40'	100 - 250	7.082
1992-й, осенний	49°50' - 50°35'	100 - 270	23.930
1994-й, летний	52°10' - 52°40'	97 - 200	14.312

Таблица 2. Численность и плотность запаса самок с икрой у северо-восточного Сахалина.

Год	Координаты, с.ш.	Численность, млн. шт.	Обследованная площадь, кв. км	Плотность запаса, экз./кв. км
1988	49°00' - 54°00'	161.8	41791.3	3871.6
1989	49°00' - 53°30'	107.2	33057.3	3242.8
1992	49°00' - 54°00'	166.8	46904.1	3556.2

следованной акватории (в нашем случае - в 1.6 раза).

Относительная стабильность пространственной локализации скоплений половозрелых самок (см. таблицу 1 и рис. 1) объясняется тем фактом, что в процессе вынашивания икры они, вероятно, не совершают выраженных миграций, в отличие от самок литодид. Особенности распределения самок стригунов, в частности, довольно высокая степень агрегированности по сравнению с самцами, распространенными гораздо более широко, могут быть связаны с особенностями строения и функционирования их половой системы (наличие внутренних семяприемников, где сперма может храниться до 3 лет, внутреннее оплодотворение), что позволяет в гораздо меньшей степени зависеть от партнеров, чем самкам крабов литодид. Кроме того, следует учитывать половой диморфизм, свойственный всем стригунам. Известно, что половозрелые самки стригуна имеют гораздо меньшие размеры, чем самцы, поэтому они не в состоянии совершать значительных перемещений. Причина же различий в размерах заключается в том, что самки, в отличие от самцов, не линяют после наступления половозрелости и прекращают рост. Существует мнение, что диморфизм между самцами и самками обусловлен более высокими энергетическими затратами последних на размножение (Copan et al., 1988). Следовательно, для стригунов нет необходимости в выраженных нерестовых миграциях, предполагающих образование локальных центров воспроизводства.

Репродуктивная стратегия у стригунов приспособлена для широкого расселения вида.

Этому способствуют разнос личинок на значительные расстояния, их высокая численность, невысокие требования к району подращивания молоди. При выносе в другие районы особи после достижения половозрелости могут там же участвовать в процессе воспроизводства. Такие особенности обуславливают практически непрерывное распределение крабов-стригунов в Северной Пацифике, что, в свою очередь, не дает возможности четко выделить границы какой-либо популяции или популяционной группировки (Слизкин, 1982).

Как известно, индивидуальная плодовитость является таким же приспособительным свойством вида, как и многие другие, например скорость роста и возраст наступления половой зрелости (Анохина, 1969). Средние плодовитость, ширина карапакса и масса икры самок краба-стригуна показаны в таблице 3.

Средняя ширина карапакса самок с икрой, отобранных для оценки индивидуальной плодовитости, была практически одинаковой, а масса особей и икры варьировала незначительно - от 53.3 до 60.4 г и от 5.3 до 6.7 г соответственно. Отмечена тенденция к некоторому снижению абсолютной и относительной плодовитости от 1988 г. к 1994 г. Отсутствие значимых различий по некоторым параметрам самок (размер, масса тела, масса икры) в разные годы позволяет предположить, что колебания средней плодовитости, как относительной, так и абсолютной, являются случайными, и оценки плодовитости могут быть объединены. Далее приводятся средние оценки плодовитости и уравнения регрессии плодовитость - ширина карапакса самок стригуна опилию восточного

Таблица 3. Индивидуальная и относительная плодовитость самок краба-стригуна (Wк - ширина карапакса, Mc - масса самки, Mi - масса икры, ИАП - индивидуальная абсолютная плодовитость, ИОП - индивидуальная относительная плодовитость).

Год	Wк, мм	Mc, г	Mи, г	ИАП, тыс. шт.	ИОП, шт./мм
1988	55+1	55.9+2.2	5.8+0.3	28.7+1.5	518.6+27.4
1990	53+2	53.3+4.9	6.7+0.5	30.4+2.6	594.7+45.7
1994	55+5	60.4+0.9	5.3+0.2	20.0+0.8	331.3+9.3

Таблица 4. Значения индивидуальной абсолютной плодовитости и уравнения зависимости ее от ширины карапакса у самок стригуна в пределах ареала.

Район, автор	Средняя ИАП, тыс. шт.	Пределы вариации	r	Уравнение регрессии	Количество экземпляров
Остров Ньюфаундленд, Davidson, 1985	52.1	37.9 - 81.2	0.79	$Y = 6.408X^{2.169}$	51
Залив Святого Лаврентия, Haynes et all, 1976	-	20.0 - 40.0	0.81	$Y = 0.0012X^{4.299}$	99
Восточное Побережье Канады, Elner, Gass, 1984	58.1	23.1 - 85.4	0.50	$Y = 147.2X^{1.42}$	98
Берингово море, Haynes et all, 1976	36.3	-	0.73	$Y = 0.490X^{2.721}$	42
Чукотское море, Jewett, 1981	-	12.9 - 37.1	0.77	$Y = 0.025X^{3.482}$	63
Восточный Сахалин, наши данные	24.3	6.5 - 54.2	0.54	$Y = 0.165X^{2.296}$	126

Примечание: Y - индивидуальная абсолютная плодовитость, X - ширина карапакса, а и b - параметры степенного уравнения.

Сахалина. Оценка плодовитости самок р. *Chionoecetes* и зависимости ее от ширины карапакса проводилась многими исследователями (Conan et al., 1989, Elner, Gass, 1984, Elner, Robichaud, 1983), в том числе и нами (таблица 4).

Средняя плодовитость самок стригуна опилио из различных районов обитания варьировала от 24.3 (восточный Сахалин) до 58.1 тыс. икринок (побережье восточной Канады). Haynes с соавторами (1976) объясняет различия в плодовитости неодинаковой скоростью роста, а следовательно, и размерами самок стригуна из разных частей ареала. Несмотря на варьирование в широких пределах индивидуальной плодовитости, в общем случае она увеличивается с ростом ширины панциря. Необходимо отметить, что самки, размножающиеся впервые и принимавшие участие в размножении неоднократно, имеют разную плодовитость. Так, Somerton и Meyers (1983) указывали, что количество икринок в кладке у самок, размножающихся впервые, составляет около 70% от количества их у самок краба, ранее участвовавших в размножении. Эти отличия они объясняют как энергетическими затратами на пубертатную линьку самками, впервые откладывающими

икру, так и меньшим объемом полости тела, где развиваются будущие икринки. Таких самок можно отличить по состоянию панциря, который более чистый, коричневого цвета, имеет мало царапин и обрастаний.

Таким образом, от соотношения самок, подвергшихся линьке созревания и не линяющих более до конца жизненного цикла, и особей, ранее размножавшихся, имеющих разную плодовитость, может зависеть и популяционная плодовитость.

Коэффициенты степенной регрессии плодовитость - ширина карапакса для самок из различных участков ареала этого вида, определяемые скоростью увеличения количества икринок с ростом ширины панциря, варьировали от 1.4 до 4.3. Можно отметить, что наибольшее увеличение количества икринок с ростом ширины карапакса имеет место для самок из залива Св. Лаврентия, наименьшее - для самок восточного побережья Канады. Самки, обитающие у восточного Сахалина, занимают по рассматриваемому признаку промежуточное положение (см. табл. 4).

До 1986 г. считалось, что линька созревания (или терминальная линька, по терминологии зарубежных исследователей) характерна

Таблица 5. Уравнения регрессии плодовитость - ширина карапакса для икроносных и неполовозрелых самок у восточного Сахалина.

Район сбора проб	Для самок с икрой	r	Для самок без икры	r
Залив Анива	$Wa = -0.389 + 0.698Wc$	0.67	$Wa = -0.730 + 0.627Wc$	0.73
Юго-восток Сахалина	$Wa = -2.217 + 1.082Wc$	0.90	$Wa = -0.589 + 0.607Wc$	0.96
Северо-восток Сахалина	$Wa = 0.281 + 0.624Wc$	0.94	$Wa = -0.456 + 0.583Wc$	0.90

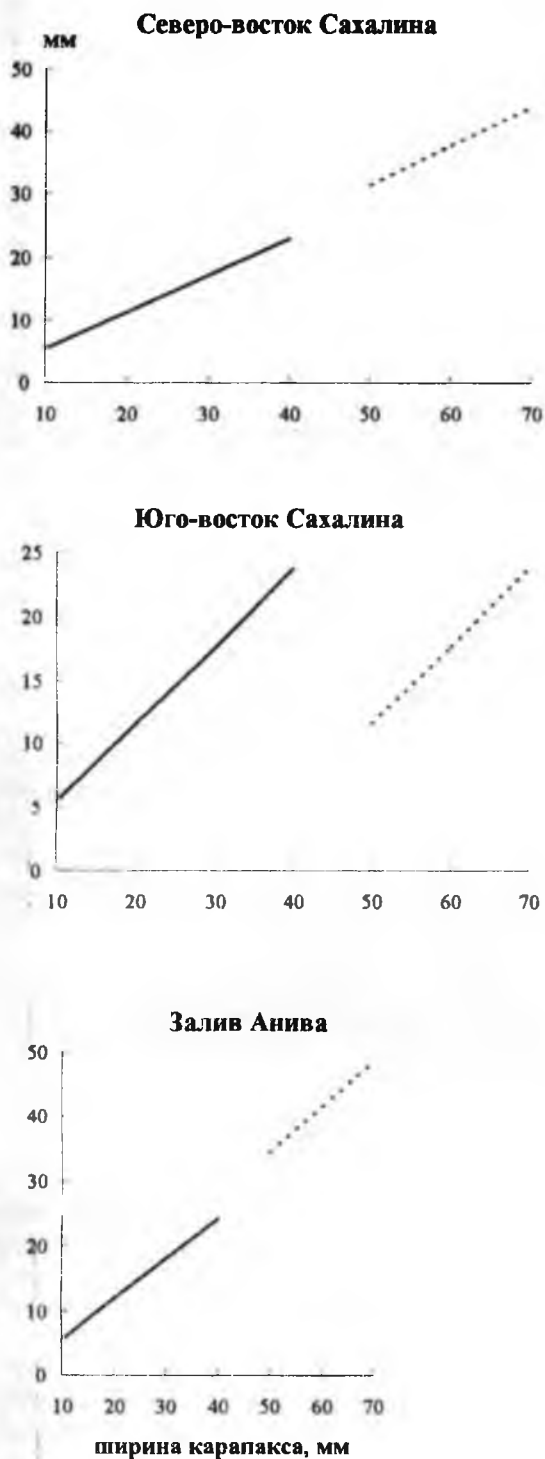


Рис. 2. Зависимость ширины живота от ширины карапакса для самок восточного Сахалина. Сплошная линия - самки без икры, пунктир - самки с икрой.

для семейства Majidae, за исключением крабов-стригунов. Тем не менее, по некоторым данным, терминальная (последняя) линька для самок, хоть и не показанная экспериментально, имеет место (Yoshida, 1941). В пользу этого утверждения Yoshida приводит следующие до-

воды: ярко выраженный половой диморфизм самцов и самок, спаривание самцов с самками после линьки и то, что самки не линяют между выпуском личинок и откладкой новой икры и весь период вынашивания икры. Несмотря на единичные случаи обнаружения самок с икрой, начавших экдизис, и сброшенных панцирей с оболочками икринок (Ito и Kobayashi, 1967, Ноорег, 1986), можно считать постпубертатную линьку для самок аномальной. Таким образом, самки, подвергшиеся терминальной линьке, считаются половозрелыми. Некоторые авторы используют размер, при котором 50% самок в популяции достигают половозрелости, и считают его показателем популяционной половозрелости. Watson (1970), Elner и Robichaud (1983) для *Ch. opilio* из Ньюфаундленда и залива Св. Лаврентия указывали на 50% созревание самок по достижении ими размера 50 и 51 мм соответственно. Для *Ch. bairdi* размер созревания намного больше - 83 мм. (Donaldson at all, 1980). Тем не менее Somerton (1981) предпочитает использовать средний размер созревания, так как эта величина не зависит от соотношения в популяции размерно-возрастных классов и изменения показателя естественной смертности. Ito (1957) предложил различать ювенильных самок размером менее 30 мм, неполовозрелых - от 30 до 70 мм и половозрелых - от 50 до 75 мм.

Установлено, что для крабов-стригунов характерна высокая корреляция между степенью зрелости гонад и внешней морфологией, что выражается в изменении скорости роста живота по отношению к ширине карапакса (Watson, 1970, 1972, Somerton, 1980). Живот меняет форму и растет значительно быстрее по отношению к ширине карапакса. Биологический смысл изменения пропорций тела заключается в необходимости вынашивания оплодотворенной икры. Зависимость ширины живота от ширины карапакса аппроксимируется уравнением вида  $W_a = a + bW_c$ , где  $W_a$  - ширина пятого абдоминального сегмента,  $W_c$  - ширина карапакса. Уравнения, описывающие эти зависимости для неполовозрелых и половозрелых самок с икрой из различных районов их обитания у восточного побережья Сахалина, показаны в таблице 5.

Коэффициенты регрессии для неполовозрелых самок из различных районов их обитания у восточного Сахалина различаются весьма незначительно. Параметры  $a$  и  $b$  уравнения

зависимости ширины абдомена от ширины панциря для самок с икрой варьируют в гораздо большей степени (табл. 5). Увеличение скорости роста абдомена после линьки созревания выражается в изменении угла наклона прямой (рис. 2). Для самок юго-восточного Сахалина ( $46^\circ - 49^\circ$  с.ш.) после созревания в большей степени изменяется коэффициент регрессии  $b$  (угол наклона прямой), а для самок из залива Анива и северо-восточного Сахалина - коэффициент  $a$  (таблица 5, рис. 2). Средний размер созревания самок краба-стригуна опилио восточного Сахалина составил 4.8 см.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменение численности икроносных самок может быть обусловлено их неодинаковым количеством, участвующим в спаривании в разные годы.

В период вынашивания икры самки, вероятно, не совершают выраженных миграций. Особенности распределения икроносных самок крабов-стригунов, в частности довольно высокая степень агрегированности по сравнению с самцами, распространенными гораздо более широко, могут быть связаны с особенностями строения и функционирования их половой системы, что позволяет им в гораздо меньшей степени зависеть от партнеров, чем самкам крабов литодид. Следовательно, для стригунов нет необходимости в выраженных нерестовых миграциях, предполагающих образование локальных центров воспроизводства. Кроме того, гораздо меньшие размеры самок по сравнению с самцами не позволяют первым совершать миграции на большие расстояния.

Средняя плодовитость самок стригуна опилио у восточного Сахалина в 1988, 1989 и 1994 гг. составила 24.3 тыс. икринок. Отмечена тенденция к некоторому снижению в 1994 г. абсолютной и относительной плодовитости, что может быть обусловлено изменением соотношения в популяции самок, впервые спарившихся с самцами и неоднократно откладывавших икру.

Массовое половое созревание самок стригуна у побережья Восточного Сахалина наступает, когда ширина карапакса достигает 48 мм. В дальнейшем сравнение численности самок с вновь отложенной икрой и всех половозрелых особей даст возможность оценить долю самок, не участвующих в спаривании в текущем году.

Считаем необходимым продолжить начатые работы, в том числе с привлечением гистологических методов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Анохина Л.Е.* 1969. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере весенне-осенненерестующей салаки // М.: Наука. 294 с.

*Леонов А.К.* 1960. Региональная океанография // Л.: Гидрометиздат. 765 с.

*Низяев С.А., Федосеев В.Я.* 1994. Причины редукации численности поколения и их отражение в его репродуктивной стратегии // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство. С. 57 - 67.

*Слизкин А.Г.* 1982. Распределение крабов-стригунов рода *Chionoecetes* и условия их обитания в северной части Тихого океана // Известия ТИНРО. Т.106. С. 26 - 33.

*Столяренко А.Д., Иванов Б.И.* 1988. Метод сплайн-аппроксимации плотности для оценки запасов по результатам траловых донных съемок на примере креветки *Pandalus borealis* у Шпицбергена // Москва. ВНИРО. С. 45 - 67.

*Федосеев В.Я., Слизкин А.Г.* 1988. Воспроизводство и формирование популяционной структуры у краба стригуна *Chionoecetes opilio* в дальневосточных морях // Москва: ВНИРО. С. 24 - 35.

*Conan G.Y., Moriyasu M., Comeau M., Mallet P., Cormier R., Chiasson Y. and Chiasson H.* 1988. Growth and Maturation of Snow Crab, *Chionoecetes opilio* // in Proc. of the Int. Work. on Snow Crab Biol., December 8 - 10, 1987. Montreal. Quebec. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 2005. P. 67 - 75.

*Conan G.Y., Elnor R.W., Moriyasu M.* 1989. Review of Literature on Life Histories in the Genus *Chionoecetes* in Light of the Recent Findings on Growth and Maturity of *C. opilio* in Eastern Canada // Proc. Int. Symp. King & Tanner Crab. Anchorage. Alaska. P. 163 - 179.

*Davidson K, Roff J.C., Elnor R.W.* 1985. Morphological, electrophoretic and fecundity characteristics of Atlantic snow crab *Chionoecetes opilio*, and implications for fisheries management. Can. Fish. Aquat. Sci. 42. P. 474 - 482.

*Donaldson W., Hilsinger J., Cooney R.T.* 1980. Growth, age and size at maturity of Tanner crab, *Chionoecetes bairdi* in the northern Gulf of Alaska // Alaska Dep. Fish Game (Juneau) Inf. Leaf No. 185. 52 p.

*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.

*Elnor R.W., Gass C.A.* 1984. Observations on

the reproductive of female snow crabs from NW Cape Breton Island // Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. Doc. 84/11. 11 p.

*Haynes E., Karinen J.F., Watson J., Hopson D.J.* 1976. Relation of Number of Eggs and Egg Length to Carapace Width in the Brachyuran Crabs *Chionoecetes bairdi* and *C.opilio* from the Southeastern Bering Sea and *C.opilio* from the Gulf of St. Lawrence // J.Fish. Res. Board Can. Vol.33. P. 2592 - 2593.

*Hooper R.G.* 1986. A spring breeding migration of the snow crab, *Chionoecetes opilio*, (O.Fabr.) into shallow water in Newfoundland // Crustaceana. N 50. P. 257 - 264.

*Ito K.* 1957. On the relative growth of abdomen and five paried thoracic appendages of Zuwaigani, *Chionoecetes opilio* // Annu. Rep. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.3. P. 117 - 129.

*Ito K., Kobayashi T.* 1967. A female specimen of the edible crab, *Chionoecetes opilio*, O.Fabricius with the unusual symptom of additional ecdysis // Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab. 18. P. 127 - 128.

*Jewett S.C.* 1981. Variations in some reproductive aspects of female snow crabs *Chionoecetes*

*opilio*. J. Shellfish Res. 1. P. 95 - 99.

*Somerton D.A.* 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37. P. 1488 - 1494.

*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 of defining management subareas // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38. P. 183 - 186.

*Somerton D.A., Meyers W.S.* 1983. Fecundity differences between primiparous and multiparous female Alaskan tanner crab (*Chionoecetes bairdi*) // J. Crust. Biol. 3. P. 183 - 186.

*Watson J.* 1970. Maturity, mating and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio* // J. Fish. Res. Board Can. 27. P. 1607 - 1616.

*Watson J.* 1972. Mating behavior in the spider crab, *Chionoecetes opilio* // J. Fish. Res. Board Can. 29. P. 447 - 449.

*Yoshida H.* 1941. On the reproduction of useful crabs in North Korea // 2 Suishan Kenkyushi. 36. P. 116 - 123. (in Japanese with English summary)

***E. R. Perveeva.* PRELIMINARY RESULTS OF RESEARCHES OF SNOW CRAB (CHIONOCETES OPILIO) FEMALES REPRODUCTIVE PECULIARITIES NEAR THE EAST COAST OF SAKHALIN.**

Based on data of trawl registering surveys in 1988 - 1992 and 1994 years and results of morphometric analysis, distribution, dynamics of number of egg-having females of snow crab (opilio), their fecundity and size, at which outer eggs deposit takes place for the first time are considered.