

14

На правах рукописи
УДК 595.384.2:639.281.8(265.53)

КАРАСЁВ
Андрей Николаевич

**КРАБ-СТРИГУН *CHIONOECETES OPILIO* СЕВЕРНОЙ
ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ: ОСОБЕННОСТИ
БИОЛОГИИ, ЗАПАСЫ, ПРОМЫСЕЛ**

Специальность 03.00.18 – гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук



Москва - 2009

Работа выполнена в лаборатории промышленных беспозвоночных
Магаданского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и
океанографии (МагаданНИРО)

Научные руководители: кандидат биологических наук
Иванов Борис Георгиевич

доктор биологических наук
Карпинский Михаил Георгиевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Жирков Игорь Александрович

кандидат биологических наук
Переладов Михаил Владимирович

Ведущая организация: Сахалинский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии
(СахНИРО)

Защита состоится 10 апреля 2009 г. в 11 часов на заседании
диссертационного совета Д 307.004.01 при Всероссийском научно-
исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) по
адресу: 107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, д.17.
Факс 8-499-264-91-87, электронный адрес sedova@vniro.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИРО.

Автореферат разослан « 6 » марта 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



М.А.Седова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) – один из самых массовых и широко распространенных видов крабов на Дальнем Востоке. Встречается во всех его морях, в северо-западной части Атлантического океана, Чукотском море и море Бофорта (Rathbun, 1925; Слизкин, 1974, 1998; Jadamec et al., 1999), а также в Баренцевом море (Кузьмин и др., 1998) и море Лаптевых (Петряшов и др., 1993). В Охотском море это наиболее массовый промысловый вид крабов, вышедший по вылову на первое место среди всех ракообразных на Дальнем Востоке, причем основная часть, более 98%, добывается в северной его части. В то же время изучение характера распределения и особенностей биологии этого вида в северной части Охотского моря началось относительно недавно.

В настоящее время наиболее подробно исследована биология и распределение краба-стригуна, обитающего у о. Сахалин (Первеева, 1996, 2003 и др.). Имеются краткие сведения о его биологии и пространственном распределении на шельфе у юго-западного побережья Камчатки (Слизкин, Мясоедов, 1979) и в Беринговом море (Слизкин, 1974, 1982; Слизкин, Сафронов, 2000). На локальных участках северо-восточной части Охотского моря исследовались распределение, размерный состав и условия обитания краба-стригуна, оценивалась смертность крабов в ловушках (Иванов, Соколов, 1997; Иванов, Карпинский, 2003; Долженков, Жигалов, 2001; Шагинян, 2002).

Однако объем и уровень этих исследований явно не соответствуют тому вниманию, которое этот вид привлекает. Без подробного исследования пространственного распределения краба-стригуна, его размерной структуры, выяснения особенностей его биологии, полного цикла развития и определения, в каких частях моря стадии этого цикла проходят, крайне сложно выяснить реальные возможности промыслового изъятия вида. Эти вопросы представляют не только академический интерес, они важны и для рационального рыбохозяйственного использования. Все это и определило актуальность настоящего исследования.

86

Цель и задачи. Цель – выяснение пространственно-функциональной структуры поселений краба-стригуна опилио в северной части Охотского моря, особенностей его биологии и разработка мер по рациональному ведению промысла. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Определить пространственное распределение различных размерно-функциональных групп краба-стригуна.
2. Оценить миграционную активность крабов, выявить особенности их поведения.
3. Определить размер наступления половозрелости, сроки выклева личинок и откладки икры, продолжительность репродуктивного цикла самок, плодовитость, продолжительность межличиночного периода.
4. Выяснить функциональную структуру ареала краба-стригуна.
5. Оценить состояние промысловых ресурсов краба-стригуна в условиях пресса промысла, определить условия и перспективы рационального использования.

Научная новизна. Впервые проведен анализ пространственного распределения краба-стригуна опилио в северной части Охотского моря. Определены условия обитания краба и выяснены основные причины образования концентраций молоди, половозрелых и неполовозрелых особей с учетом существования терминальной линьки. С помощью мечения оценена миграционная активность крабов, определены основные тенденции в перемещении по материковому склону и продолжительность жизни после терминальной линьки. Установлено, что репродуктивный цикл самок и продолжительность инкубации наружной икры в условиях севера Охотского моря составляет 1.5-2 года и каждая самка дает потомство в течение жизни до 3 раз. Самцы после терминальной линьки живут около 4, самки – около 6 лет. Установлено отсутствие влияния промысла на травмированность крабов. Определен статус единой популяции для поселений краба, обитающих на исследованной акватории. Впервые составлена картина пространственно-функциональной структуры ареала этой популяции. Показана возможность значительного увеличения годового вылова краба в перспективе.

Практическое значение. Полученные данные о закономерностях распределения и поведения крабов-стригунов позволяют точнее определять и прогнозировать состояние популяции, разрабатывать эффективные рекомендации по ведению промысла. В данной работе более точно определена величина общего допустимого улова (ОДУ) краба-стригуна в северной части Охотского моря. Новая оценка объема ОДУ при условии соблюдения разработанных рекомендаций по ведению промысла, в том числе дробного выделения квот по трем подрайонам для обеспечения равномерной промысловой нагрузки, позволяет в будущем увеличить вылов не менее чем в 2 раза.

Основные положения, выносимые на защиту. В северной части Охотского моря крабы-стригуны образуют одну независимую популяцию. В зал. Шелихова крабы могут образовывать субпопуляцию. В функциональной структуре ареала четко выделяются зона обитания молоди, нагула терминальных самцов и зона размножения. В процессе развития крабы-стригуны совершают целенаправленные онтогенетические миграции по направлению от верхней и средней части шельфа в верхнюю зону материкового склона. После терминальной линьки перемещения становятся ненаправленными, и в целом крабы начинают вести оседлый образ жизни и переходят к размножению.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на заседаниях Дальневосточного специализированного совета по промысловым беспозвоночным (Владивосток, 1996 г.), региональной научно-практической конференции «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее» (Магадан, 1998 г.), отчетных сессиях НТО ТИНРО (Владивосток, 1999 г.) и МагаданНИРО (Магадан, 2000-2009 гг.), расширенном коллоквиуме лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей ВНИРО (1997, 1999-2001, 2008 гг.), Дальневосточном совете по промысловым беспозвоночным (Владивосток, 1998 г.), ученых советах ВНИРО (1997 г.) и МагаданНИРО (2007 г.).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, выводов, благодарностей, списка литературы из 272 наиме-

нований, 121 из которых на иностранных языках, и приложений. Общий объем работы 268 страниц, включая 96 рисунков, 16 таблиц, 3 приложения.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ, одна из которых – коллективная монография, три – в издании, рекомендованном ВАК.

Глава I. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Основой работы послужили результаты донных траловых и ловушечных съемок и рейсов на судах-краболовах, проведенных в северной части Охотского моря с 1992 по 2007 г. (табл. 1). Траловые съемки охватывали большую акваторию и потому проводились одновременно на нескольких судах. Автор принимал участие в одной траловой и одной ловушечной съемках и 14 рейсах в составе экспедиций промысловых судов. Материалы траловых съемок на трех из пяти судов, выполнявших работы по единой программе, любезно предоставлены специалистами институтов НТО ТИНРО.

В ходе траловых съемок, которые проводились с июля по сентябрь, было выполнено 405 тралений, проанализировано 11.5 тыс. экз. Донные тралы были оснащены, как правило, мягким грунтропом и вставкой из дели размером 10-12 мм в куте, имели горизонтальное раскрытие от 14 до 38 м. Коэффициент уловистости принимался равным 0.5. Уловы приведены на 1 км².

Наибольший массив данных был получен в ходе учетных ловушечных съемок на шельфе (10.3 тыс. экз.) и при проведении контрольного и промышленного лова (593 тыс. экз.), в процессе которых использовались конусовидные и прямоугольные ловушки. Учетной станцией в обоих видах работ считался ряд ловушек порядка, в которых произведен учет общего улова. Фиксировались дата, время постановки и подъема, координаты, глубина, количество ловушек в выборке (около 15-20), количество самок, коммерческих и некоммерческих самцов. Для достижения единообразия уловы из прямоугольных ловушек, доля которых в общем материале составляла около 30%, были переведены в уловы на конусовидную ловушку с учетом соотношения их эффективных площадей облова (Михайлов и др., 2003).

Таблица 1. Объем используемого в работе материала

Год	Сроки работ	Район работ	Кол-во станций	Кол-во биоанализов	Кол-во экз.
Донные травовые съемки					
1997	24.07-06.08	55°30'-59°00' с.ш., 142°59'-155°04' в.д. (РТМ «Магадан»)	67	56	2266
	24.08-25.09	53°28'-58°27' с.ш., 138°29'-154°45' в.д. (СТМ «ТИНРО»)	111	63	2413
	09.07-19.07	53°42'-56°05' с.ш., 136°30'-149°53' в.д. (СТР «Дмитрий Песков»)	50	18	328
2000*	07.08-06.09	56°25'-61°40' с.ш., 145°56'-159°38' в.д. (СТР «Зодиак»*)	77	53	2676
	25.08-27.09	54°39'-59°11' с.ш., 136°33'-145°28' в.д. (СТР «Владимир Сафонов»)	100	80	3821
Всего			405	270	11504
Ловушечные съемки					
1992*	15.07-29.09	55°36'-58°12' с.ш., 141°59'-145°58' в.д. (РС «Дархон»)	78	58	4294
2001	26.07-04.09	56°45'-58°15' с.ш., 145°59'-149°15' в.д. (СТР «Важгорск», СРТМ «Елань»)	52	51	6028
Всего			130	109	10322
Мониторинг и промысловый лов ловушками					
1992*	12.07-29.10	55°51'-57°40' с.ш., 142°07'-148°56' в.д.	309	282	11856
1993*	27.07-03.12	55°36'-58°44' с.ш., 143°00'-155°17' в.д.	970	227	18507
1994*	30.06-07.12	55°30'-58°55' с.ш., 146°12'-155°08' в.д.	308	68	6185
1995*	16.04-14.12	55°20'-58°09' с.ш., 143°43'-154°21' в.д.	1668	762	94116
1996*	01.05-28.12	55°17'-58°01' с.ш., 141°48'-152°50' в.д.	1468	809	98800
1997	23.04-24.12	55°12'-60°00' с.ш., 138°14'-158°05' в.д.	1162	760	91512
1998*	26.04-15.12	55°10'-58°44' с.ш., 137°56'-154°16' в.д.	452	414	37114
1999*	09.06-31.12	55°40'-58°58' с.ш., 146°42'-156°11' в.д.	209	214	20137
2000	01.08-24.12	55°49'-57°47' с.ш., 147°18'-151°21' в.д.	79	109	11899
2001	05.05-11.11	55°17'-58°50' с.ш., 145°03'-154°18' в.д.	303	324	29207
2002*	25.05-31.12	55°17'-58°44' с.ш., 142°30'-154°07' в.д.	1086	609	62842
2003*	09.08-30.12	55°37'-59°29' с.ш., 141°24'-156°51' в.д.	250	264	14625
2004*	09.06-26.12	55°13'-58°52' с.ш., 147°25'-156°32' в.д.	685	190	21365
2005*	18.05-30.12	55°00'-58°25' с.ш., 148°20'-154°06' в.д.	1422	354	31814
2006	02.05-22.12	55°43'-58°18' с.ш., 148°42'-155°25' в.д.	812	192	20279
2007*	17.04-30.09	55°44'-58°05' с.ш., 142°18'-153°29' в.д.	1284	207	22268
Всего			12467	5785	592526

* Отмечено участие автора в работах

Для биологических анализов отбиралось не менее 100 крабов на ловушечных станциях и весь улов или определенную его часть на травовых. Биоло-

гический анализ проводили по общепринятой на Дальнем Востоке методике (Родин и др., 1979) с рядом дополнений. Вместо термина «межлиночная категория» в работе использован предложенный автором термин «стадия состояния панциря» (ССП) как одинаково приемлемый для описания состояния особей до и после терминальной линьки. Кроме ширины карапакса (ШК), у самцов измерялась высота клешни (включая зубцы), у самок – ширина абдомена; у всех особей отмечались утерянные конечности.

Для определения плодовитости были собраны образцы икры 688 самок. При исследовании географической изменчивости морфологии самцов проводились измерения 11 пластических признаков 619 самцов по схеме, предложенной в «Руководстве по изучению десятиногих ракообразных» (Родин и др., 1979) и модифицированной автором. Для установления характера миграций и скорости передвижения крабов произведено мечение 24.9 тыс. самцов метками Т-типа, собраны сведения о вторичных поимках 1022 экз.

При построении карт распределения признаков использовалась программа *Surfer 8*, метод триангуляции. Вся первичная обработка материала выполнялась с помощью программы *Teutis*, разработанной В.В. Крыловым (ВНИРО), и стандартного набора приложений к *Excel*. При сравнении регрессий использовались макросы для *Excel*, написанные С.Д. Букиным (СахНИРО).

Пользуясь случаем, приношу мою благодарность всем коллегам (из-за малого объема не могу назвать имена всех 95 участников рейсов), без помощи которых было бы невозможно собрать весь привлеченный к анализу материал. Очень признателен В.В. Крылову и С.Д. Букину, без программ которых этот материал не удалось бы обработать и проанализировать, и сотрудникам НТО ТИНРО за любезно предоставленную информацию.

Глава 2. ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ КРАБА-СТРИГУНА

Приводится литературный обзор работ, посвященных крабу-стригуну *S. opilio*, рассматриваются его распространение, условия обитания, особенности роста, воспроизводство, питание и миграции.

Особое внимание уделяется явлению терминальной линьки. Согласно концепции терминальной линьки (Conan, Comeau, 1986), самцы линяют в последний раз при наступлении морфометрической половозрелости. В процессе этой линьки их клешня приобретает новую форму для надежного захвата и удержания самки перед копуляцией. Размер клешней заметно увеличивается по сравнению с шириной карапакса, и самцов называют «широкопальными» (ШС) (термин после перевода с английского, по Иванову, Соколову (1997)). Самцов с маленькой клешней называют «узкопальными» (УС). Несмотря на то что самцы становятся физиологически зрелыми, будучи УС с ШК около 37-40 мм (Sainte-Marie et al., 1995), только дифференцированные по размеру клешней морфометрически зрелые ШС в природных условиях спариваются с самками, поэтому эти функционально половозрелые особи считаются претерпевшими терминальную линьку. Она проходит у крабов при размере от 40 до 120 мм и более. При каждой последующей линьке одна часть крабов остается узкопальными, другая часть превращается в широкопалых особей. ШС подавляют своим присутствием узкопалых и не дают им свободно проникнуть в ловушку (Hoenig, Dawe, 1991). Явление терминальной линьки после некоторой дискуссии нашло поддержку и положило начало более глубоким и результативным исследованиям (Yamasaki, Kuwahara, 1991; Sainte-Marie et al., 1995; Otto, 1998; Соколов, 2001; Первеева, 2006; Слизкин, 2008). Использование этого подхода сыграло важную роль и при анализе полученных данных в настоящей работе. С целью подчеркнуть финальный период в жизненном цикле в качестве синонима понятия «широкопалый самец» использовался термин «терминальный самец».

Глава 3. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Проводится анализ различных данных по факторам среды – геоморфологическому строению дна, осадкам и осадконакоплению, структуре и динамике вод, их гидрохимии и продуктивности, донной фауне (как кормовой базе краба-стригуна), которые были рассмотрены с точки зрения того, как они влияют на особенности распределения, поведения, жизненного цикла, питания краба.

Глава 4. БИОЛОГИЯ КРАБА-СТРИГУНА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

В работе рассматриваются лишь доступные использованным методам процессы. Полученный материал получился отчасти разнородным вследствие того, что пришлось применять данные, собранные двумя различными методами (тралом и ловушками); какие-то особенности биологии вида оставались недоступными для исследования.

По траловым данным исследовались пространственное распределение краба и межгодовые изменения в локализации основных размерных групп. Как активное орудие лова трал облавливают все группы. Молодь (ШК менее 50 мм), расположение которой дает представление о местах оседания личинок, концентрировалась в прибрежной зоне на глубине 30-105 м и на шельфе между изобатами 120 и 190 м, где ее плотность варьировала от 500 до 47 000 экз./км². Отдельные скопления молоди невысокой плотности встречались на материковом склоне на глубине до 290 м (рис. 1). Концентрации самцов более крупного размера отмечались ближе к бровке шельфа, а часть крабов размером более 100 мм обитала на материковом склоне. Наиболее плотные концентрации половозрелых самок (более 1000 экз./км²) чаще формировались в средней и нижней части шельфа на глубине 136-190 м.

Более детальное количественное распределение крабов в нижней части шельфа и на материковом склоне выяснялось по массовым ловушечным данным. Уловы этих пассивных орудий лова характеризовались доминированием самцов, прошедших терминальную линьку и значительно более крупных, чем в уловах трала, – от 70 мм и более. Половозрелые самки, в большинстве проскальзывавшие сквозь ячею, и узкопалые самцы были представлены, как правило, единично. Стригуны встречались на глубине от 21 до 680 м. Концентрации самцов с уловами более 20 экз./лов. размещались на глубинах от 170 до 450 м, но чаще всего отмечались в области бровки шельфа (рис. 2, а). Самки с икрой поселялись на участках с повышенной гидродинамикой: узкие цепочки их локальных скоплений тянулись вдоль всей нижней части шельфа и его бровки

(рис. 2, б), располагались на шельфовых выступах, крутых склонах впадин (до 450 м) с высокоразвитой фауной неподвижных сестонофагов, о чем судили по фрагментам губок, мшанок и кораллов. Крупные скопления найдены на глубине 120-150 м в северо-восточной и северо-западной частях моря, где шельф сужался. Уловы самок иногда превышали 100 экз./лов.

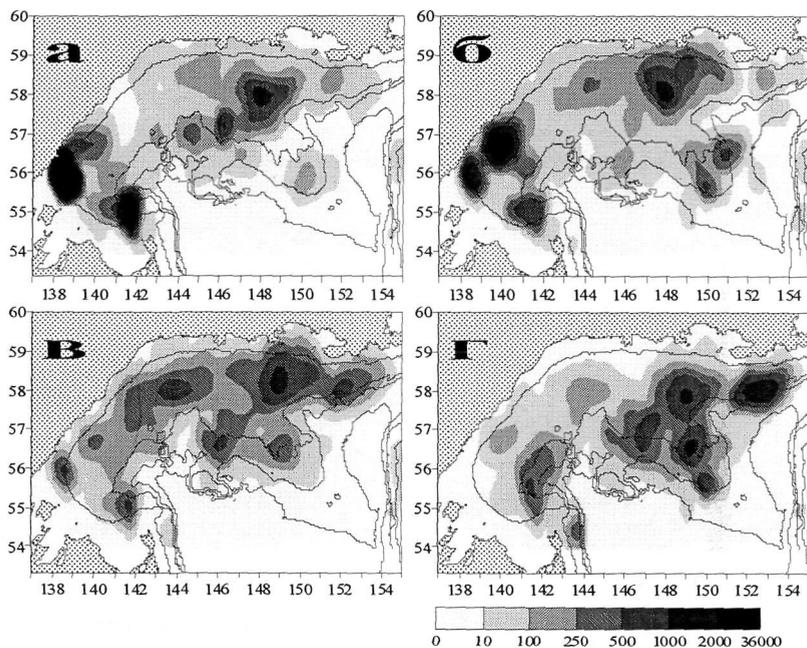


Рис. 1. Распределение численности самцов *C. opilio* размерных групп: а – 25-49 мм, б – 50-74 мм, в – 75-99 мм, г – 100-124 мм (в экз./км²) по данным траловой съемки 1997 г. Изобаты 100, 200, 300 и 500 м

Анализ размерного состава самцов в уловах ловушек показал, что средние размеры крабов увеличиваются в направлении от шельфа к материковому склону (ШК 90-135 мм) вместе с увеличением глубины обитания. Для широкопалых самцов коэффициент корреляции размера с глубиной был высокий ($R = 0.76 \pm 0.12$, $t_{\text{факт}} = 6.28$, $p < 0.001$), указывая на тесную связь. Размеры крабов в среднем также увеличивались с запада на восток, со 113 до 119 мм, что свиде-

тельствовало о тугорослости в западной части района под влиянием более суровых условий обитания.

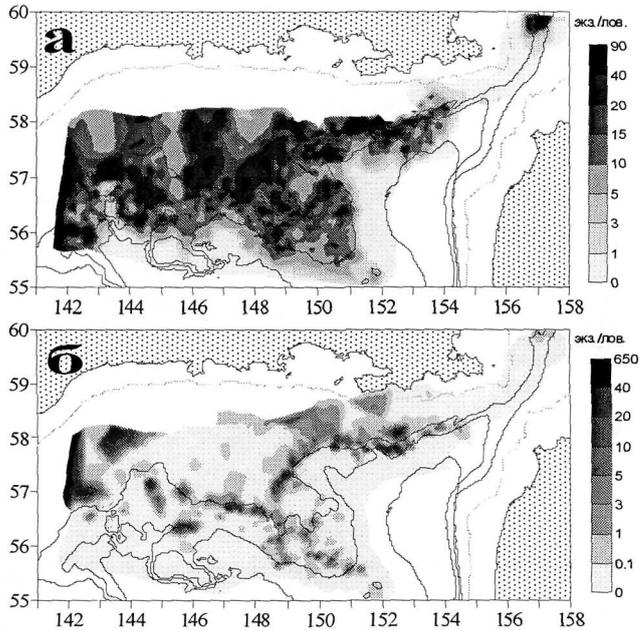


Рис. 2. Распределение самцов (а) и самок (б) *C. opilio* (экз./лов.) по данным 1992-2007 гг. Изобаты, как на рис. 1

Данные о распределении крабов разного размера (см. рис. 1) и изменении размерного состава позволили выявить онтогенетические миграции. Выяснено, что по мере роста крабы совершают миграции в сторону бóльших глубин – из прибрежья в зону шельфа, а затем в верхнюю часть материкового склона. За пределы прибрежной зоны крабы начинают мигрировать по достижении ШК 45 мм. По достижении ШК 75-99 мм самцы начинают смещаться к бровке шельфа. Самцы с ШК 100-124 мм осуществляют массовый выход на материковый склон. Мелкоразмерные широкопалые самцы остаются в пределах шельфа. Самки после первой откладки икры активно мигрируют в течение полутора лет к бровке шельфа, в последующем их миграции прекращаются.

Миграции крабов изучались при помощи мечения, благодаря чему были получены данные о скорости и характере их передвижений. В 1993 г. были помечены 1274 терминальных краба, из которых в том же году было вторично поймано 25 экз., в 1994 г. – 5095 и 27 соответственно, в 1995 г. – 10 962 и 598, в 1996 г. – 1532 и 176, в 1998 г. – 578 и 25, в 1999 г. – 3797 и 19. В 1997, 2000 и 2001 г. крабов не метили, однако были пойманы особи с метками прошлых лет: 148, 3 и 1 экз. Из 1650 помеченных узкопалых крабов вторично пойманных не было. За 3-4 месяца крабы преодолевали расстояние от 0.4 до 50 км, через полгода-год ловились на расстоянии от 2 до 80 км от мест мечения. За 1.5-2.5 года одна часть переместилась на 2-60 км, другая – на 60-240 км. Крабы перемещались хаотически, со средней скоростью 0.27 ± 0.01 км/сут (максимум – 1.6). Выявлена тенденция к переходу на участки, расположенные глубже, в течение первого года после линьки. После периода нагула продолжительностью около 1-1.5 лет самцы проявляли тенденцию к смещению в направлении уменьшения глубины. После терминальной линьки скорость передвижения крабов увеличивалась с 0.29 ± 0.02 до 0.44 ± 0.01 км/сут и по мере старения крабов снижалась более чем вдвое, сокращалась дальность перемещений. В этот период крабы вели наиболее выраженный оседлый образ жизни, локализовались на участках с высокой плотностью самок. Рекордный срок между мечением (после линьки) и поимкой – 3 года 4 месяца. Продолжительность 2-й ССП составила 6-7 месяцев, каждой из трех подстадий 3-й ССП – один год.

В целях изучения функционирования популяции и разработки мер регулирования промысла рассматривалось пространственное распределение узкопалых самцов и особей различных стадий состояния панциря, выявлялись характерные участки линьки крабов, определялись ее сроки. Судя по увеличенной доле в уловах (в редких случаях до 80%), узкопалые самцы держались на безопасном удалении от зон размножения и крупных концентраций широкопалых самцов. Батиметрическое распределение узкопалых самцов и крабов после терминальной линьки совпадало. Крабы начинали линять в конце апреля – июне у внутренней и внешней кромки шельфа на глубине 190-220 м, в сентябре-

октябре – на материковом склоне до глубины 500 м. Установлено, что в «теплые» годы линька происходит в течение более продолжительного периода, чем в «холодные». Крабы 3-0 ССП преобладали в уловах на глубине более 240-250 м, самцы 3-1 ССП, наоборот, проявляли тенденцию доминирования у внешней кромки шельфа, в местах скоплений самок. Крабы 3-2 и 4-й ССП были представлены преимущественно в местах скоплений самок.

Особое внимание было уделено исследованию структуры зон размножения, которые определялись плотными локальными скоплениями самок. Судя по уловам до 650 экз. на конусовидную ловушку, их численность в десятки раз превышает численность самцов. Скопления самок располагались на расстоянии 10-18 км, вытягивались вдоль изобат и полосой шириной около 5 км тянулись на 15-17 км. Самцы в ловушках были представлены единично, но на периферии скоплений самок их количество значительно возрастало (до 90 экз./лов.); преобладали ШС (99%), которых представляли особи 3-1 ССП (41-44% от улова самцов), а также крабы со старым темным панцирем 3-2 и 4-й ССП (29-36%). Доля мелкоразмерных ШС (80-100 мм) была увеличенной.

При исследовании особенностей роста и связанного с ним полового созревания, что было необходимо для разработки мер рационального ведения промысла, определялся рост отдельных частей организма по отношению к размеру тела (ширине карапакса). В процессе роста у краба-стригуна замедлялось увеличение карапакса в длину и ускорялся рост конечностей, особенно клешни (показатель аллометрии, или непропорционального роста, $\alpha = 1.28$) и второй перепопы ($\alpha = 1.14$). Физиологическая зрелость наступала при ШК около 44 мм, что устанавливалось по изменению аллометрии клешни узкопалых самцов. При терминальной линьке уровень аллометрии конечностей резко увеличивался, что определялось графически (точное значение показателя аллометрии использованными методами найти невозможно). Среди рассмотренных 16 пластических признаков (карапакса и пяти конечностей) наибольшему росту подвергалась клешня в высоту, длину и ширину. Рассчитаны параметры дискриминантной функции, позволяющей надежно разделить самцов на УС и ШС (доля

правильных определений 99.1%); для диапазонов размеров 40-49 мм ($\ln y = -2.64189 + 1.23895 \ln x$) и 50-166 мм ($\ln y = -2.77392 + 1.26542 \ln x$, где x – ширина карапакса, y – высота клешни).

Функциональная зрелость, четко устанавливаемая морфометрически, была слабо связана с размерами и проявлялась в широком диапазоне – ШК от 41 до 166 мм, вместе с тем максимальная ШК незрелых самцов достигала 131 мм. У самок колебания размеров были не такие резкие, как у самцов: особи становились половозрелыми при ШК от 44 до 98 мм. По траловым сборам установлено, что 50%-ная функциональная зрелость у самцов наступала при ШК 86 мм, у самок – при 57 мм.

В ходе полевых работ на локальной акватории, в результате сравнения структуры уловов и размерного состава самцов, отобранных до и после линьки, была определена величина прироста за терминальную линьку. У самцов с ШК 110-115 мм она составила в среднем 18 мм. В связи с определением главным образом 3-0 и 3-1 ССП среди узкопалых самцов размером 80-130 мм их личинный цикл следует считать равным двум годам.

В работе приведены размерно-массовые отношения для неполовозрелых, физиологически зрелых узкопалых, а также широкопалых самцов. Показано, что после терминальной линьки наиболее крупных узкопалых самцов их масса увеличивается не менее чем в 2 раза, что подтверждается длительным периодом наращивания мышечной массы – 6-7 месяцев и более.

Исследование биологического цикла самок и определение их плодовитости проведено благодаря массовым ловушечным сборам. По изменению состояния созревающей икры и гонад в весенний период, появлению у самок новой икры было установлено, что выклев личинок и откладка икры происходят с апреля по июль с максимумом в мае. Продолжительность репродуктивного цикла, оцененная в два года, была определена главным образом в весенний период, когда перед массовым выклевом личинок в уловах присутствовали две различные категории самок: одна часть имела на плеоподах оранжевую икру без глазков и продолжала с предшествующего года наращивать массу гонады, а

другая часть освобождалась от созревшей икры и откладывала новую. Отложенная икра оранжевого цвета оставалась без изменений до ноября следующего года, когда появлялись крупные глазки и цвет икры изменялся на бурый. В стадии «икра бурая» крабы пребывали около 7 месяцев. В результате сопоставления состояния панциря и стадий репродуктивного цикла было определено, что большинство самок за свою жизнь мечет икру 3 раза. Абсолютная плодовитость варьировала от 6 до 133 тыс. икринок. Относительная популяционная плодовитость краба-стригуна, обитавшего на северо-западном участке, составила 29,2, центральном – 53,0, северо-восточном – 56,5 тыс. икринок. Плодовитость самок, откладывавших икру в первый раз, в среднем была на 14,8% ниже, чем плодовитость вторично участвовавших в размножении самок. Икры в третьей кладке было меньше на 8,0%, чем во второй. По признаку высокой плодовитости в репродуктивной стратегии краб-стригун может быть отнесен к г-стратегам, тогда как сам краб – типичный К-стратег.

Анализ внутривидовой изменчивости краба-стригуна при помощи обобщенного расстояния Махаланобиса D_M^2 показал, что по набору 10 пластических признаков (карапакса – 3, клешни – 3, ходильных конечностей – 4) достоверно ($p < 0.001$) различались широкопалые самцы из четырех участков: 1) из зал. Шелихова, 2) центрального участка, включающего акватории от 56° до 58° с.ш. между 149° и 153° в.д., 3) северо-западного и 4) восточносахалинского. Определено, что в более суровых по термическим характеристикам районах (3) происходит удлинение конечностей и укорочение длины карапакса по отношению к его ширине, а в более мягких условиях обитания (1, 2, 4) отмечаются противоположные процессы.

При исследовании травмированности крабов и влияния промысла на ее уровень собирались данные по потерям конечностей. Травмы дифференцировались на полученные до и после терминальной линьки. До линьки травмировалось в среднем 19% особей, а в посттерминальный период доля поврежденных крабов увеличивалась с 8,3 до 40,6%. Более резкий рост травмированности связан с послелиночным периодом и затем с началом агрессивного репродуктив-

ного поведения. В зонах размножения травмируются чаще 1-я и 5-я конечности. Учитывая, что самцы 3-0 ССП еще не подвержены в полной мере хэндлингу (операции при разборе и сортировке уловов), сравнение травмированности крабов 3-0 и 3-1 ССП позволило считать, что воздействие промысла на поврежденность краба-стригуна невелико и оценивается в пределах 1%. Определены условия корректной оценки поврежденности – дифференцирование травм, учет пространственно-функциональной структуры популяции и сравнение поврежденности в группах крабов, сходных по биологическому состоянию.

Глава 5. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА АРЕАЛА КРАБА-СТРИГУНА *C. OPILIO* В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

Приведенный в предыдущей главе материал охватывает многие аспекты биологии исследуемого объекта, однако в силу специфики его сбора какие-то детали остались неохваченными, и для создания целостного представления их недостаток пришлось восполнять литературными данными наблюдений либо непосредственно в Охотском море, либо в других частях ареала. Применение такого подхода позволило полностью проследить цикл развития краба-стригуна и детально выяснить функциональную структуру его ареала в северной части Охотского моря.

Выклев личинок в северной части Охотского моря происходит с апреля по июль с максимумом в мае. Локализация зоа I строго соответствует расположению крупных концентраций икроносных самок у бровки шельфа и в верхней части материкового склона. Личинки остаются в водах над шельфом благодаря крупномасштабной циркуляции, которую создают Северо-Охотское течение и одноименное противотечение, антициклоническим круговоротам, образующимся по правую сторону от стрежня сильных вдольбереговых течений, а также круговоротам более мелкого масштаба, возникающим в Притауйском районе. Циркуляция вод приводит к удержанию личинок в своих границах, не давая им выйти далеко к югу, за пределы района обитания.

Немигрирующая молодь, с ШК до 45 мм и в большинстве своем физиологически неполовозрелая, обитает в прибрежье на глубине от 32 до 105 м и на

шельфе в диапазоне 120-190 м. Основные скопления ее находятся в пределах крупномасштабной циклонической циркуляции, ветвями которой являются Северо-Охотское течение и Северо-Охотское противотечение. На материковом склоне молодь малочисленна и встречается в основном на юго-восточной периферии района обитания краба-стригуна, в непосредственной близости от зон размножения, так как личинки разносятся слабыми разнонаправленными потоками вод.

По мере роста и полового созревания крабы смещаются в направлении увеличения глубины, совершая целенаправленные онтогенетические миграции. Часть самцов, рано претерпевающих терминальную линьку, образуют на шельфе агрегации в зонах обитания немигрирующей молодежи, осуществляя спаривание с впервые созревающими самками. Не прекращающие расти узкопалые самцы мобильными плотными скоплениями продолжают миграции, держась на удалении от зон размножения и крупных концентраций терминальных самцов, выходят к бровке шельфа или на участки материкового склона, где они претерпевают последнюю линьку. Верхняя часть материкового склона становится широкой сплошной зоной нагула крупных терминальных самцов.

После терминальной линьки онтогенетические миграции прекращаются и крабы в целом ведут оседлый образ жизни. В период нагула крабы перемешаются хаотически, теряя общую направленность, благодаря чему они широко рассредоточиваются по всей площади района. Однако частично направленность перемещений сохраняется, и за полгода-год около половины крабов смещается в глубоководную зону. После 1-2 лет нагула терминальные самцы, двигаясь разнонаправленно, проявляют тенденцию к смещению обратно вверх по материковому склону и концентрируются в местах скоплений самок. После терминальной линьки самцы живут около 4 лет. Последние 1-2 года они строго привязаны к районам размножения.

При размере карапакса чуть меньше 50 мм большая часть самок уже имеет развитые гонады. Линьку созревания они претерпевают в августе. После откладки икры самки мигрируют и группируются у бровки шельфа, где повы-

шенная гидродинамика благоприятствует выносу личинок к поверхности. Здесь миграционная активность самок резко снижается. Последующие массовые спаривания у крабов проходят каждую весну (апрель-май). Самки за репродуктивный период, оцениваемый в 6 лет (столько же составляет продолжительность жизни после терминальной линьки), дают потомство 3 раза.

В пределах ареала краба-стригуна выделены: 1) зона обитания немигрирующей молодежи, 2) зона нагула крупных (размером более 100 мм) широкопалых самцов после терминальной линьки, 3) зона размножения (рис. 3). Зоны обитания молодежи размещены отдельными протяженными участками в прибрежье, на шельфе и материковом склоне. Немногочисленные агрегации мелко-размерных широкопалых крабов, спаривающихся с впервые созревающими самками, располагаются в зонах обитания немигрирующей молодежи и в нижней части шельфа.

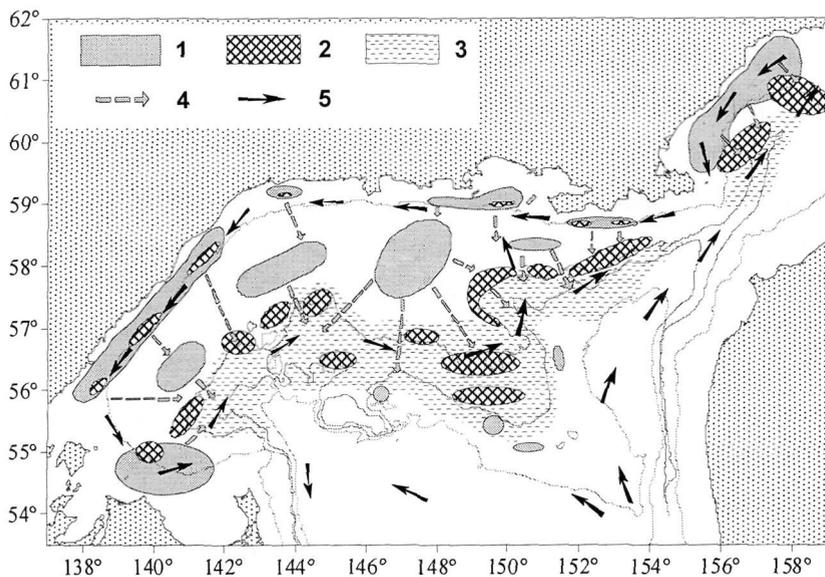


Рис. 3. Пространственно-функциональная структура ареала краба-стригуна *C. opilio* в северной части Охотского моря: 1 – зона обитания молодежи, 2 – зона размножения, 3 – зона нагула терминальных самцов, 4 – онтогенетические миграции, 5 – основные поверхностные течения (по Чернявскому и др., 1993). Изобаты, как на рис. 1

Непрерывная зона нагула крупных терминальных самцов образуется в верхней части материкового склона за счет миграций более крупных узкопалых самцов за пределы шельфа. Данная зона хорошо выделяется по одновершинной кривой размерного состава, доминированию самцов размером 110-130 мм в уловах ловушек, а также по присутствию в уловах главным образом крабов 3-0 и 3-1 стадий состояния панциря и относительно низкой травмированности конечностей. В период линьки в этой зоне высока доля крабов 2-й стадии (июль-ноябрь), часто присутствуют узкопалые самцы. Самки встречаются редко. Нижняя граница зоны, проходящая по глубоководной части склона, соответствует границе распространения краба-стригуна.

Зоны размножения характеризуются пятнистым распределением и прилегают к зоне нагула самцов в основном в области бровки шельфа (180-230 м). Размещенные в прибрежье (100-110 м) и на материковом склоне (270-300 м), они занимают значительно меньшие площади, чем у бровки шельфа. Зоны размножения определялись плотными скоплениями немигрирующих самок на стадиях выклева личинок и инкубации второй и третьей кладки, которые в десятки раз превышают численность самцов. Характерной особенностью репродуктивных зон было присутствие терминальных самцов со старым потемневшим панцирем 3-2 и 4 стадий, составлявших 20-40% от уловов самцов, и высокая доля травмированных особей (до 80%). В прибрежных зонах размножения терминальные самцы более мелкие, чем в зонах, расположенных у бровки шельфа (ШК 75 против 98 мм в среднем по уловам трала).

Краб-стригун *C. opilio* образует на севере Охотского моря популяцию, которая непрерывно населяет акватории зал. Шелихова, Притауйского района, североохотоморского и северо-западного шельфа и прилегающие участки склона. Непрерывность популяции осуществляется дрейфом личинок и хорошо видна по распределению самцов с ШК до 75 мм. За счет онтогенетических миграций крабы из соседних зон развития молоди при ШК 75-100 мм оказываются объединены. Они сплошным фронтом продолжают смещаться к материковому склону. Там, в зависимости от орографии, расположения концентраций поло-

возрелых самок и с учетом благоприятных условий среды (в том числе температурного фактора) формируют зоны высокой плотности. И только в горле зал. Шелихова сильные течения препятствуют полному смыканию группировок терминальных самцов, приводя к значительной пространственной обособленности зон размножения.

Наличие отдельного круговорота мезомасштабного порядка в зал. Шелихова, существование в его пределах зон размножения позволяет говорить об относительной самостоятельности группировки краба-стригуна в зал. Шелихова. Обмен особями между группировками зал. Шелихова и северной части Охотского моря посредством личинок и миграций ранних бентосных стадий есть. Тем не менее существует некоторая обособленность группировки краба зал. Шелихова от остальных по морфологическим признакам особей. Полученные данные, несмотря на малое количество материала, собранного в районе зал. Шелихова, позволяют сделать вывод о том, что группировка краба-стригуна в исследованном районе представляет собой одну большую независимую популяцию. Группировка краба в зал. Шелихова проявляет черты обособленности и, возможно, является субпопуляцией, связанной с основной.

На материковом склоне центральной части Охотского моря, в периферийной глубоководной зоне своего местообитания, краб-стригун опилио живет в одних условиях вместе с равношипым крабом *Lithodes aequispinus* (рис. 4). Области распространения этих группировок широко перекрываются. По мере увеличения глубины до 400 м доля равношипного краба в уловах увеличивалась до 80%, и, напротив, на глубине менее 350 м основу уловов (60-80%) составляли промысловые самцы *C. opilio*.

Практически отсутствует контакт у опилио с крабом-стригуном *Chionoecetes angulatus* (Низяев, 1992; Первеева, 2001). Более отчетливо границы их распространения соприкасаются на северной периферии впадины ТИНРО, чем в районе к востоку от б. Кашеварова, что связано с большим влиянием тихоокеанской водной массы на северо-востоке моря. Здесь, кроме ангулятуса, вместе с опилио встречается и краб Веррилла *Paralomis verrilli*.

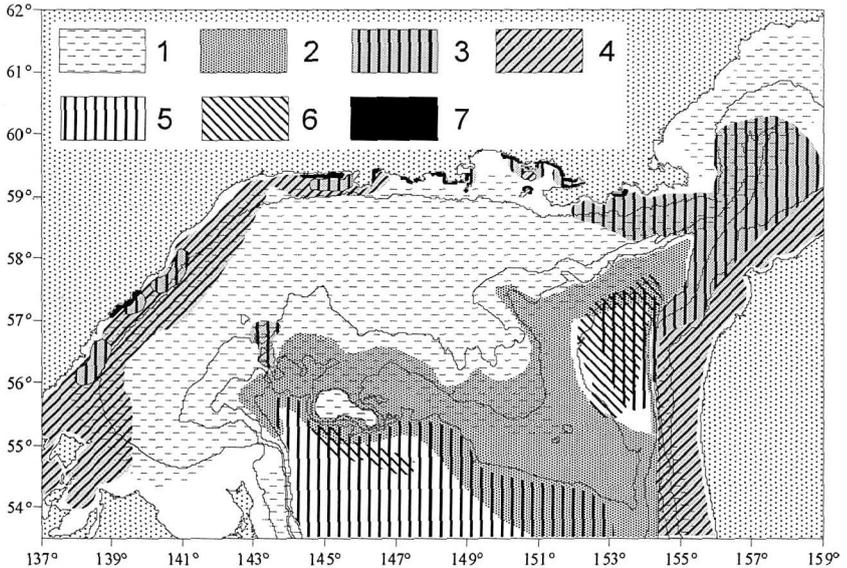


Рис. 4. Районы обитания основных видов крабов в северной части Охотского моря: 1 – краб-стригун опилио, 2 – равношипый краб, 3 – синий краб, 4 – камчатский краб, 5 – краб-стригун ангулятус, 6 – краб Веррилла, 7 – колючий краб. Изобаты, как на рис. 1

В Притауйском районе и в зал. Шелихова популяция краба-стригуна граничит с популяцией синего краба *Paralithodes platypus*, и на глубине 160-250 м возможен их двухвидовой промысел. Широкое распространение краба-стригуна приводит к совместному освоению узкой прибрежной зоны от Шантарских островов до п-ова Лисянского камчатским *Paralithodes camtschaticus*, синим крабами (Родин, Мясоедов, 1982; Переводчиков, 2003; Ландшафты ..., 2006) и молодь *S. opilio*. Колючий краб *Paralithodes brevipes*, обитающий на глубине до 40 м (Неевина, 2001; Неевина, Хованский, 2002; Ландшафты ..., 2006), с крабом-стригуном практически не встречается.

Глава 6. ПРОМЫСЕЛ КРАБА-СТРИГУНА И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ

Промысел краба-стригуна в северной части Охотского моря впервые стали проводить японские рыбаки по межправительственному соглашению в 1988-1989 гг., используя конусовидные ловушки. Ежегодный вылов 2-3 судами-

процессорами составлял 0.6 тыс. т. С 1990 г. стригун стал осваиваться российскими предприятиями, получившими возможность выходить на внешний рынок, и вылов, осуществлявшийся 10-20 судами, увеличился до 1.4-1.7 тыс. т. Благодаря поисковым работам Мо ТИНРО/МагаданНИРО в 1992-1995 гг. было разведано много новых промысловых акваторий, включая Притауйский район. Накапливавшиеся данные о запасах позволили с каждым годом постепенно увеличивать ОДУ и довести его уровень к 2005 г. до 16.0 тыс. т (рис. 5). Вместе с ОДУ рос вылов, максимальная величина которого достигла 12.3 тыс. т в 2007 г. В промысле обычно участвует 60-80 судов.

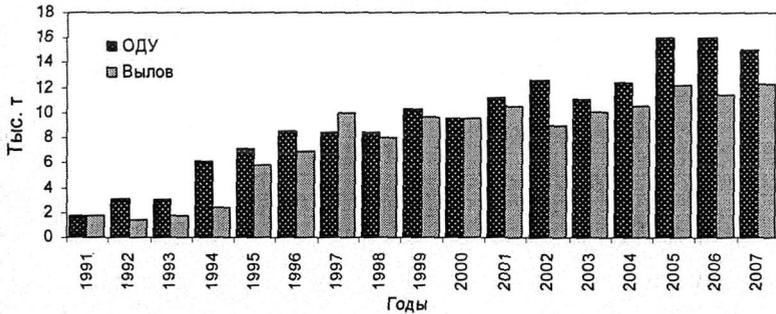


Рис. 5. Динамика ОДУ и официального вылова краба-стригуна *S. orilio* в Северо-Охотоморской подзоне в 1991-2007 гг.

В настоящее время запасы краба на северо-восточных участках, вследствие высоких размерно-весовых показателей крабов и их большой плотности, используются промысловым флотом в большей степени, чем на остальных акваториях, и поэтому испытывают наибольший пресс промысла. Для этого участка рекомендуется вылавливать 30% от годового ОДУ, центрального – 40%, северо-западного – 30%.

Суточные уловы колебались от 0.2 до 29.7 т на одно судно. Улов на конусовидную ловушку варьировал от 0.5 до 36 кг (средний 4.8 кг). В настоящее время суточный вылов на судах составляет в среднем около 4 т. В течение промыслового сезона высокие уловы сохраняются в первые 3-4 месяца промысла с

апреля по июнь, затем они постепенно снижаются и достигают минимума в августе–сентябре, их постепенное увеличение происходит в октябре–декабре. Среди причин падения уловов в летний период указываются переход судов из периферии зон размножения в зону нагула, разреженность скоплений и низкий показатель наполнения крабов в зоне нагула, снижение пищевой активности крабов.

В последние годы (2003-2007) значительная часть краба добывается нелегально. Объем неучтенного вылова приблизился к официальному, при этом фактический вылов стал превышать ОДУ на 50%. Несмотря на браконьерский промысел и неравномерное изъятие, плотность крабов и размерные характеристики остаются стабильными.

Отмечены значительные флуктуации плотности крабов промыслового размера в исследуемом районе, причем на ее динамику оказывают существенное влияние естественные факторы. В последние шесть лет (2002-2007) средняя плотность крабов изменялась мало. В 2007 г. промысловый запас краба на площади 80 тыс. км² составил 257 млн. экз. (168 тыс. т). При 10%-ном изъятии из промыслового запаса возможно добывать до 16.8 тыс. т краба в год.

На основании расчетов скорости роста популяции, а также исходя из выясненных особенностей биологии и функциональной структуры ареала возможно постепенно довести величину изъятия с 10 до 20% от промыслового запаса. Переход к повышенному изъятию должен осуществляться при условии результативной борьбы с браконьерством, сохранения промысловой меры на уровне 100 мм, биологически обоснованной в данной работе, соблюдения норм вылова по участкам в целях равномерной промысловой нагрузки. При этом необходимо ежегодно проводить полномасштабный контроль и тщательный анализ состояния популяции.

Все это позволило сделать следующие выводы.

ВЫВОДЫ

1. В северной части Охотского моря крабы-стригуны образуют одну независимую популяцию. Обособленность зал. Шелихова, а также данные морфометрического анализа позволяют полагать, что там крабы могут образовывать субпопуляцию, связанную с основной.

2. Физиологической зрелости самцы достигают при ширине карапакса 44 мм. Функциональная половозрелость наступает одновременно с терминальной линькой и с размерами жестко не связана. Размер 50%-ной половозрелости составляет 57 мм для самок и 86 мм для самцов. После терминальной линьки самцы живут около 4 лет.

3. Выклев личинок и последующая откладка икры происходят с апреля по июль. Репродуктивный цикл самок составляет 2 года. За репродуктивный период продолжительностью 6 лет самки дают потомство до 3 раз. Абсолютная плодовитость варьирует от 6 до 133 тыс. икринок. В репродуктивном цикле крабы-стригуны проявляют черты г-стратегии.

4. В функциональной структуре ареала *C. opilio* четко выделяются зона обитания молодежи, нагула терминальных самцов и зона размножения. Молодь обитает в прибрежье и шельфовой зоне. Крабы-стригуны совершают онтогенетические миграции в нижнюю часть шельфа и верхнюю зону материкового склона. После терминальной линьки перемещения самцов теряют общую направленность и крабы переходят к оседлому образу жизни и размножению, которое происходит в основном у бровки шельфа.

5. Популяция краба-стригуна обладает большой устойчивостью к промыслу. Несмотря на браконьерский промысел и неравномерное изъятие, плотность крабов и размерные характеристики остаются стабильными. При условии искоренения браконьерства и соблюдения норм вылова по районам возможно постепенно довести величину изъятия с 10 до 20% от промыслового запаса.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. *Афанасьев Н.Н., Михайлов В.И., Карасев А.Н., Горничных А.В., Бандурин К.В., Фомин А.В.* Состояние запасов и перспективы освоения промысловых беспозвоночных в северной части Охотского моря // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения: расширенные тез. докл. регион. науч. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее» (Магадан, 31 марта – 2 апреля 1998 г.): В 2 т. Т. 1. Магадан: ОАО «Северовостокзолото», 1998. С. 115-117.
2. *Карасев А.Н.* Особенности распределения и биологии краба-стригуна опилио в северной части Охотского моря // Там же. С. 118-120.
3. *Карасев А.Н.* Общая характеристика промысла краба-стригуна опилио в Охотском море и проблемы рационального использования его запасов // Там же. С. 120-121.
4. *Афанасьев Н.Н., Фомин А.В., Карасев А.Н.* Перспективы двувидового промысла равноножного краба и краба-стригуна опилио в северной части Охотского моря // Вопросы рыболовства. 2000. №1. С. 121-125.
5. *Михайлов В.И., Фомин А.В., Горничных А.В., Карасев А.Н., Бандурин К.В., Васильев А.Г.* Промысловые беспозвоночные и водоросли северной части Охотского моря. Магаданское отделение ТИПРО. Деп. ВИНТИ 07.06.00, №1643-В00. 2000. 83 с.
6. *Михайлов В.И., Горничных А.В., Карасев А.Н.* Современное состояние и характеристика запасов промысловых беспозвоночных северной части Охотского моря // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря: сб. науч. тр. МагаданНИРО. Магадан: МагаданНИРО, 2001. Вып. 1. С. 61-70.
7. *Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н.* Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО, 2003. 284 с.
8. *Карасев А.Н.* Перспективы промыслового освоения запасов краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (Fabricius) в северной части Охотского моря // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря: сб. науч. тр. МагаданНИРО. Магадан: МагаданНИРО, 2004. Вып. 2. С. 83-97.
9. *Карасев А.Н.* О коэффициенте промыслового изъятия краба-стригуна опилио северной части Охотского моря // Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее: Материалы II регион. науч.-практич. конф. (Магадан, 27-28 ноября 2003 г.): В 2 т. Т. 2. Магадан: Кордис, 2004. С. 29-33.
10. *Карасев А.Н.* Проблемы прогнозирования величины запасов краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) на основе данных ловушечных съемок // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы V науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22-24 ноября 2004 г.). Петропавловск-Камчатский: Кф ТИГ ДВО РАН, 2004. С. 219-221.
11. *Карасев А.Н.* Состав уловов краба-стригуна *Chionoecetes opilio* в районах его размножения и на смежных с ними акваториях северной части Охотского моря // Наука Северо-Востока России – начало века: Материалы Всерос. науч. конф., посвященной памяти акад. К.В. Симакова и в честь его 70-летия (Магадан, 26-28 апреля 2005 г.). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2005. С. 393-395.
12. *Карасев А.Н.* Об уровне травмированности краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (Fabricius) в северной части Охотского моря и ее причинах // Чтения памяти академика К.В. Симакова: тез. докл. Всерос. науч. конф. Магадан, 27-29 ноября 2007 г. / отв. ред. И.А. Черешнев, редкол. Н.А. Горячев и др. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2007. С. 161-162.
13. *Карасев А.Н.* Плодовитость краба-стригуна *Chionoecetes opilio* в северной части Охотского моря // Вопросы рыболовства. 2008. Т. 9. № 1(34). С. 373-394.
14. *Метелев Е.А., Карасев А.Н.* Особенности полового созревания самок краба-стригуна *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) в северной части Охотского моря // Вопросы рыболовства. 2008. Т. 9. № 1(34). С. 395-405.



Автореферат

Карасев Андрей Николаевич

КРАБ-СТРИГУН *CHIONOECETES OPILIO* СЕВЕРНОЙ
ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ: ОСОБЕННОСТИ
БИОЛОГИИ, ЗАПАСЫ, ПРОМЫСЕЛ

Подписано к печати 04.03.2009 г. Формат 60×84/16. Бумага «Люкс».
Гарнитура «Таймс». Усл. п. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,39. Тираж 150. Заказ 9.

Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии.
685000, Магадан, ул. Портовая, 36/10

Отпечатано с оригинала-макета в МПО СВНЦ ДВО РАН.
685000, Магадан, ул. Портовая, 16