

УДК 595.384.2:591.9

Е.Р.Первеева, Е.В.Абрамова
(СахНИРО, г. Южно-Сахалинск)

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
СТРИГУНА ОПИЛИО (BRACHYURA, MAJIDAE)
НА РАННИХ СТАДИЯХ ОНТОГЕНЕЗА
В САХАЛИНСКИХ ВОДАХ**

По литературным данным рассмотрены особенности репродуктивной системы краба, особенности пелагического типа развития, продолжительность личиночного и эмбрионального развития, а также факторы, влияющие на выживаемость личинок. На основании собственных данных изучено пространственное распределение личинок, молоди и половозрелых самок краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio* Fabricius, 1788) в водах Сахалина. Получены предварительные данные о локализации репродуктивных и питомных зон краба в местах его обитания у сахалинских берегов в связи с системой поверхностных течений. Результаты исследований могут служить основой для дальнейших исследований в области изучения воспроизводства и формирования популяционной структуры краба-стригуна опилио.

Perveeva E.R., Abramova E.V. Biological features and distribution of the snow crab opilio (*Brachyura, Majidae*) at early ontogenetic stages in the Sakhalin waters // *Izv. TINRO.* — 2005. — Vol. 143. — P. 63–83.

Reproductive system, features of pelagic development, duration of larval and embryonic development of the snow crab opilio *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) are considered by cited data, as well as the factors affecting its larvae survival. Besides, spatial distribution of larvae, juveniles and adult females of this species in the waters adjacent to Sakhalin Island is investigated by original data. Following to these preliminary results, localization of reproductive and nursery zones is related with a system of surface currents.

Планктотрофные личинки морских беспозвоночных, в том числе и некоторых видов крабов, являются существенным компонентом пелагиали прибрежных вод (Касьянов, 1989; Первеева, 2002). На ранних этапах развития крабов личиночная стадия является самой уязвимой (Низяев, Федосеев, 1994; Клитин, 2002), поэтому доля погибших личинок стригунов, относительно долго живущих в планктоне, чрезвычайно высока. Учитывая все многообразие хищников, естественную смертность и смертность от влияния неблагоприятных абиотических факторов, не приходится удивляться, что до оседания на субстрат и метаморфоза в донную форму доживает лишь ничтожная часть личинок донных беспозвоночных (Милейковский, 1976). Без знания особенностей пространственного распределения, районов преимущественного оседания личинок и развития молоди, а также основных причин их смертности на ранних этапах онтогенеза невозможен долгосрочный прогноз численности популяции, а следовательно, охрана и рациональное использование ресурсов крабов (Низяев, Федосеев, 1994; Клитин, 2002). Сопоставление мест массового оседания личинок и районов концентрации по-

ловозрелых самок, молоди и взрослых особей имеет исключительно важное значение для формирования представлений о пространственно-функциональной структуре популяций крабов (Клитин, 2002).

Наиболее полно изучено распределение личинок крабов в Татарском проливе и зал. Анива (Клитин, 1990, 2002; Клитин, Кочнев, 1999; Абрамова, 2002, 2003, 2004; Абрамова, Первеева, 2003; Первеева, 2003). Для северо-восточного и юго-восточного Сахалина данные о распределении личинок краба-стригуна опилио практически отсутствуют. Поэтому основной задачей настоящей работы было определение районов массовых концентраций личинок, изучение пространственного распределения половозрелых самок и молоди для получения представления о локализации основных репродуктивных и питомных зон, а также уточнение некоторых особенностей эмбрионального развития и раннего донного периода жизни стригуна опилио у берегов о. Сахалин.

Материалом для данной работы послужили результаты планктонных съемок (1998, 2000–2004 гг.), а также траловых учетных съемок (2000, 2002 гг.), проведенных в Татарском проливе, зал. Анива и у северо-восточного Сахалина. Объем собранного материала и сроки проведения работ показаны в табл. 1, схема выполненных планктонных и траловых станций представлена на рис. 1.

Таблица 1
Сроки и объем выполненных работ по личинкам, молоди и самкам стригуна опилио у берегов о. Сахалин

Table 1
Dates and a scope of performed works on larvae, juveniles and adult females of a snow crab opilio along Sakhalin coast

Судно	Район исследований	Год, сроки	Орудия сбора	Кол-во станций	Кол-во выловленных личинок
НПС "Дмитрий Песков"	Татарский пролив	17–26.04.1998	ИКС-80	108	25
То же	То же	29.04–14.05.2001	"	127	393
"	"	23.04–2.05.2002	"	116	105
"	"	24–31.05.2002	"	93	529
"	"	15–26.05.2003	"	34	212
РШ "Мия"	Зал. Анива	11–15.06.2000	"	86	56
НПС "Дмитрий Песков"	"	26–31.05.2004	"	80	79
НИС "Павел Гордиенко"	Северо-восточный Сахалин	5–28.08.2002	"	43	800
НПС "Дмитрий Песков"	Татарский пролив	5.05–14.06.2002	Донный трал 34/26,8	147	–
То же	Зал. Анива	29.10–1.11.2000	То же	23	–
"	Юго-восточный Сахалин	14.08–1.09.2002	"	79	–
"	Северо-восточный Сахалин	24.09–18.10.2002	"	119	–

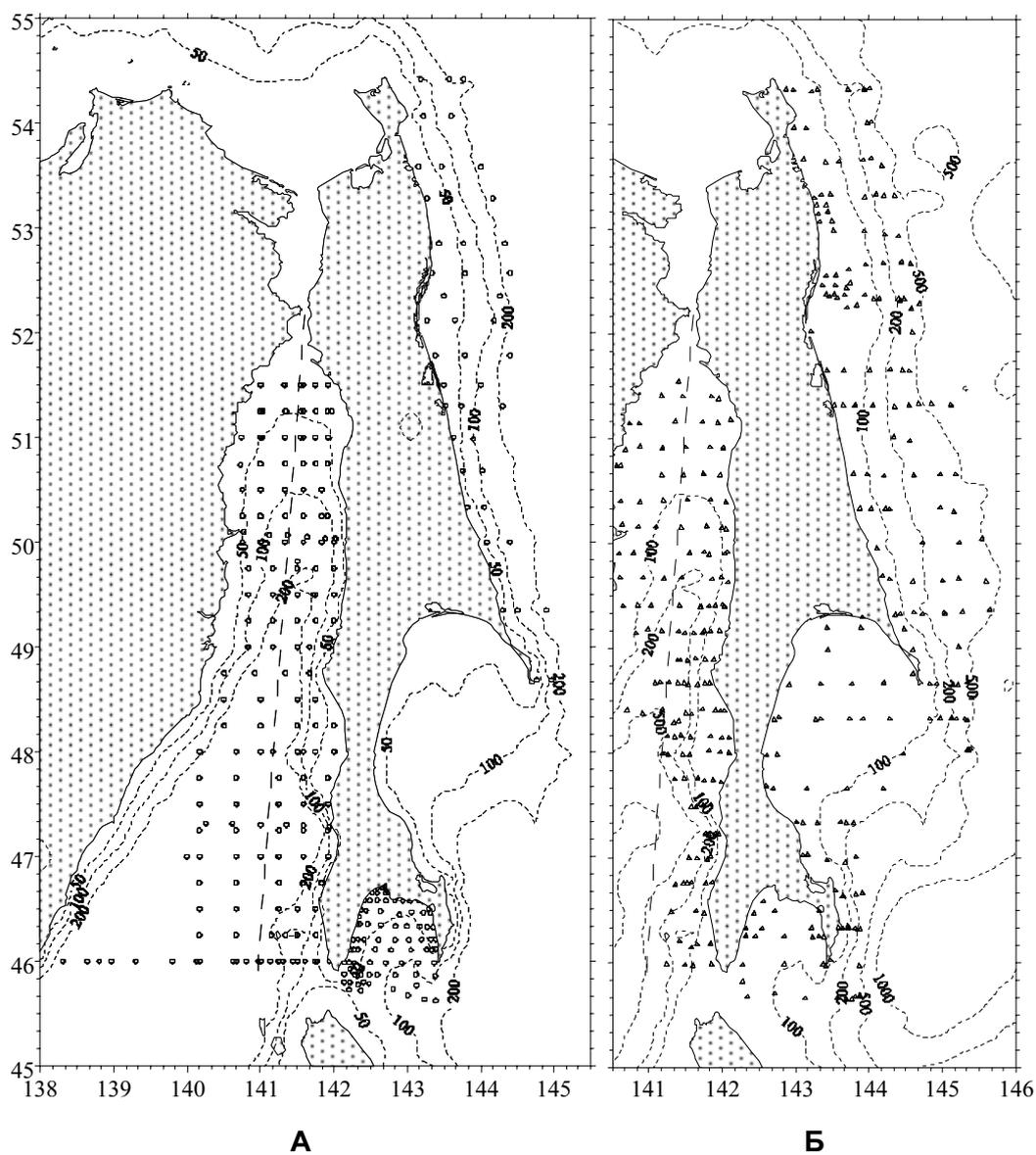


Рис. 1. Схема планктонных (А) и траловых (Б) станций, выполненных у берегов о. Сахалин в 1998, 2000–2004 гг.

Fig. 1. A scheme of plankton (A) and trawl (B) stations, performed along Sakhalin coast in 1998, 2000–2004

Отбор планктонных проб выполняли вертикально в слое 200 (дно)—0 м икорной сетью ИКС-80 ($d = 0,8 \text{ м}$, $S = 0,5 \text{ м}^2$, газ № 14) в соответствии с “Инструкцией по сбору ...” (1980). Минимальная глубина лова в зависимости от района сбора проб составила 7 м, максимальная — 200 м.

В лабораторных условиях пробы планктона подвергались качественно-количественной обработке экспресс-методами с предварительным разделением на фракции. В частности, из каждой пробы выбирали личинок крабов, просчитывали, определяли вид и стадию развития. Всего было просмотрено 2199 экз. личинок краба-стригуна опилио. Полученные количественные данные были пересчитаны в соответствии с “Инструкцией по обработке проб ...” (1978) на 1 м^2 поверхности моря.

Коэффициент агрегированности скоплений рассчитывали по формуле Ю.Э.Романовского и А.В.Смура (1975), при этом траления с нулевыми уловами не учитывали:

$$K_a = 1 - C_{avg}/C_{max}, \quad (1)$$

где C_{avg} — средняя плотность, C_{max} — максимальная плотность, экз./км².

Частоту встречаемости личинок стригуна опилио оценивали по формуле:

$$K_m = 100 \cdot N_m/N, \quad (2)$$

где N_m — количество станций с ненулевыми уловами личинок, N — суммарное количество планктонных станций.

Частоту доминирования рассчитывали по формуле:

$$K_d = 100 \cdot N_d/N, \quad (3)$$

где N_d — количество станций, на которых личинки стригуна опилио доминировали над личинками других видов крабов, N — суммарное количество планктонных станций. Был определен индекс развития личинок, аналогичный индексу зрелости личинок по Р.Р.Макарову (1966), который рассчитывали как отношение суммы произведений числа личинок на каждой стадии на номер этой стадии к общему числу пойманных личинок.

Под основными центрами воспроизводства понимали репродуктивные зоны (ядра), объединяющие наиболее плотные, чаще стационарные, скопления половозрелых самок и участки выпуска личинок (иногда и аккумуляции). Питомные зоны, в пределах которых проходил рост и развитие молоди, включали повышенные концентрации молоди обоих полов (неполовозрелые самки и самцы размером до 40 мм по ширине панциря). В связи с тем, что зоэа стригуна держатся в приповерхностных слоях воды, плотность их скоплений оценивали в экземплярах под 1 м². При расчетах численности краба коэффициент уловистости трала для стригунов принимали равным 0,4 (Мирошников, 1988).

Авторы выражают благодарность сотрудникам СахНИРО А.К.Клинтину, О.Н.Мухаметовой и Н.В.Печеновой за предоставление первичных материалов планктонных съежек и частичную их обработку.

Эмбриональный период

По сравнению с крабами-литодидами стригун опилио имеет ряд особенностей в строении и функционировании половой системы: внутреннее оплодотворение и наличие внутренних семяприемников у самок, особенности сперматогенеза и волна сперматогенного эпителия у самцов (Федосеев, 1988; Федосеев, Слизкин, 1988). Самец спаривается с перелинявшей самкой, помещая на длительное хранение в ее семяприемники (сперматеки) упакованные сперматофоры. Вымет икры и ее оплодотворение происходит в отсутствие самца, икринки проходят через сперматеку, и каждая из них оплодотворяется, экономно расходуя запас семени (Слизкин, Сафронов, 2000).

Внутреннее оплодотворение и способность оплодотворять созревшие порции икринок в отсутствие самцов запасенной после спаривания спермой, причем не менее чем двух—трех кладок (Watson, 1970; Paul, 1984), позволяет самкам не встречаться с самцами ежегодно (Федосеев, 1988). Другие исследователи (Михайлов и др., 2003) также полагают, что получение самками жизнеспособного потомства в третий раз после единственного спаривания вполне вероятно. В то же время имеются данные, что у содержащихся в неволе икросных самок к третьему вымету сперма в сперматеках теряла способность оплодотворять яйца (Paul, 1984).

Развитие яиц стригуна опилио проходит в выводковой камере, образованной грудными и брюшными сегментами тела самки. Зародыши питаются за счет запасного питательного вещества икринки, называемого, как и у высших животных, желтком. Вновь отложенная икра имеет оранжевый цвет, в процессе развития она темнеет, приобретая темно-оранжевый, бурый или буро-коричневый цвет, за

счет черного цвета развивающегося “глазка” эмбриона. В зависимости от района обитания оттенки цвета икры могут различаться.

Для стригуна опилио, обитающего в зал. Вакаса у япономорского побережья Хоккайдо, были выделены 7 стадий эмбрионального развития: 1) дробление и бластула — 28 сут; 2) гастрюла — 74 сут; 3) науплиальная стадия, до появления рудиментарных максиллопедов — 27 сут; 4) метанауплиальная стадия, до отложения пигмента в сложных глазах — 60 сут; 5) стадия пигментированных глаз — 34 сут; 6) стадия появления хроматофоров в максиллопедах, до возникновения складчатой структуры в рудименте спинного шипа — 60 сут; 7) стадия вылупления — 40 сут (Коп, 1980). Таким образом, общая продолжительность эмбрионального развития стригуна опилио из этого района составляет около 323 сут. По другим данным, “глазки” эмбрионов у самок стригуна опилио из зал. Св. Лаврентия появляются после 16–19 мес развития (Sainte-Marie, 1993). Поскольку в зависимости от температурных условий самки из зал. Св. Лаврентия вынашивают икру в течение 1–2 лет (Sainte-Marie, 1993), то, по мнению В.И.Михайлова с соавторами (2003), учитывая сходство условий обитания краба в Охотском море и зал. Св. Лаврентия, длительность инкубации икры в Охотском море также должна составлять не менее одного года. Такого же мнения придерживаются и другие исследователи (Слизкин, Сафронов, 2000).

Планктонный период

Большое внимание развитию пелагических личинок уделил С.А.Милейковский (1976), который рассмотрел типы личиночного развития морских донных беспозвоночных и их распространение. Если виды сохраняют пелагическое развитие не в самых лучших для себя условиях, они обычно являются процветающими и многочисленными в местной фауне (Thorson, 1950; Милейковский, 1976). Краб-стригун опилио, например, действительно является наиболее многочисленным видом крабов у сахалинского побережья (Первеева, 1999, 2003). Во многом благодаря пелагическому типу развития для стригунов характерно широкое распространение в Северной Пацифике, что, в свою очередь, не дает возможности четко выделить границы какой-либо популяции или популяционной группировки (Слизкин, 1978, 1982). Кроме того, широкий разнос личинок краба-стригуна опилио, их высокая численность, невысокая требовательность к району подращивания молоди делают очевидным тот факт, что репродуктивная стратегия стригунов направлена прежде всего на расселение вида (Федосеев, Слизкин, 1988; Первеева, 2002).

Одно из преимуществ видов с пелагической личинкой заключается в возможности более быстрого восстановления отдельных местных популяций соответствующих видов в случае их гибели или обеднения за счет переноса личинок из других частей их ареалов. Следовательно, пелагический тип развития должен иметь большое значение для интенсивно эксплуатируемых промыслом видов, это касается и стригуна опилио восточного и западного Сахалина. Таким образом, пелагическое развитие, в особенности через стадию долго живущей в планктоне личинки, вполне может обеспечивать носителю подобной стратегии лучшие возможности для расселения вида за пределы репродуктивных зон и завоевания новых биотопов (Милейковский, 1976). Именно в этом заключается основной биологический смысл планктонной личиночной стадии (Милейковский, 1976; Слизкин, Сафронов, 2000).

До образования малькового стада редукция численности поколения стригунов практически ограничивается личиночной стадией, при этом смертность личинок в немалой степени определяется поднятием их в фотическую зону, где весьма значителен хищнический пресс планктонофагов (Pereira, 1967; Федосеев, Слизкин, 1988). От успешного оседания молоди в районах, где их выживаемость

наиболее велика, зависит численность будущих поколений (Pereira, 1967; Милейковский, 1976; Низяев, Федосеев, 1994). Вынос личинок течениями в биотопы, не пригодные для их существования, по-видимому, является одним из основных факторов, приводящих к гибели их значительных масс (Thorson, 1950). Именно поэтому для планктотрофных личинок большое значение имеет местоположение их выклева, связанное с системой поверхностных течений.

Промежуток года, в течение которого могут выжить личинки в умеренных зонах, приходится на весенне-летний период (Слизкин, Сафронов, 2000). Выживаемость личинок крабов-стригунов зависит также от характера их дрейфа и наличия благоприятного субстрата для оседания, а мальков — от наличия тонкозернистых грунтов (Федосеев, Слизкин, 1988). Определяющими факторами расселения личинок другие исследователи называют также продолжительность их пелагического развития (Милейковский, 1976), скорость течений и динамику вод (Клинтин, 2002). Пелагические личинки задерживаются в местах пониженных скоростей течений, например в антициклонических круговоротах, где происходит опускание вод, а также на стыке водных масс и течений (Слизкин, Сафронов, 2000).

Детальное описание личинок краба-стригуна опилио приводится в ряде работ (Kurata, 1963; Макаров, 1966; Kuwatani et al., 1971; Motoh, 1973, 1976). Линия и увеличиваясь в размерах, личинки стригуна опилио проходят несколько стадий развития (презоза, зоа I, II и декаподитная стадия мегалопа) (Kurata, 1963; Motoh, 1976). Продолжительность периода личиночного развития варьирует довольно широко. Стадия презоза является самой непродолжительной — от 1 до 2 ч (Kuwatani et al., 1971). Длительность пелагического развития в стадии зоа составляет около 2 мес (Макаров, 1964; Ogata, 1973; Слизкин, 1982), а личиночного периода в целом — от 63–66 (Kon, 1970) до 240 сут (Ito, 1970).

Выклюнувшиеся личинки поднимаются в приповерхностные и поверхностные слои воды, распространяясь на обширных площадях. По прошествии приблизительно двухмесячного периода со дня их появления в планктоне личинки, готовясь к оседанию, опускаются в придонные слои воды и накапливаются в местах, наиболее благоприятных для их выживания. Небезынтересной особенностью мегалопа является положительный таксис на тип субстрата. В этом проявляется своеобразный личиночный “интеллект” (Слизкин, Сафронов, 2000). После линьки мегалопа превращается в краба-малька и оседает на дно. Продолжительность стадии мегалопа значительно больше, чем зоа, и может достигать 2–4 мес (Motoh, 1976; Федосеев, Слизкин, 1988). Часть личинок опускается на дно близ места своего рождения, пополняя родительское стадо. Молодь краба постепенно продвигается на мелководье, где достигает зрелости.

Зоной, где главным образом держатся самки для выведения личинок и спаривания, являются глубины 200–300 м. Выклев личинок происходит примерно в тех же местах, где была отложена икра — в районах обитания маточных стад, преимущественно в нижних отделах шельфа и на материковом склоне, поэтому наибольшее количество личинок ранних стадий развития появляется в планктоне в местах скоплений самок (Слизкин, Сафронов, 2000). О сроках выклева личинок судят по появлению в планктоне ранней стадии развития (зоа I). Личинки стригунов встречаются на всей акватории Японского, Охотского и Берингова морей и в тихоокеанских водах, прилегающих к Курильским, Алеутским островам и восточной Камчатке (Takeuti, 1972; Слизкин, 1978, 1982). У о. Хоккайдо со стороны Японского моря личинки появляются с февраля, в северо-западной части Японского моря — в марте—мае (Motoh, 1976), со стороны Охотского моря — в мае, у западной Камчатки — в мае—июне, в юго-восточной части Берингова моря — в апреле—мае (Макаров, 1966), у восточного Сахалина — в июне—июле (Федосеев, Слизкин, 1988).

Распределение личинок краба-стригуна опилио у сахалинских берегов характеризуется широким их распространением и весьма неоднородной плотнос-

тью (табл. 2, 3). Частота встречаемости личинок стригуна опилио во всех районах исследований достаточно высокая и варьирует от 12 до 81 %, достигая наибольших значений у северо-восточного Сахалина, что определяется более высокой численностью родительского стада и более поздними сроками проведения съемки.

Таблица 2

Некоторые показатели распределения и индекс развития личинок краба-стригуна опилио у берегов о. Сахалин в 1998, 2001–2004 гг.

Table 2

Some distribution indices and a maturation index for larvae of a snow crab opilio along Sakhalin coast, 1998, 2001–2004

Район	Год, месяц сбора	K_m , частота встречаемости, %	K_d , частота доминирования, %	Доля в суммарном количестве личинок, %	Индекс развития личинок
Западный Сахалин	1998, апрель	11,9	11,9	16,8	1,00
Западный Сахалин	2001, апрель—май	36,2	34,6	77,7	1,00
Западный Сахалин	2002, апрель—май	38,8	36,2	66,5	1,00
Западный Сахалин	2002, май	50,5	50,5	78,1	1,02
Западный Сахалин	2003, май	82,4	73,5	82,2	1,00
Зал. Анива	2000, июнь	25,6	8,1	18,7	1,04
Зал. Анива	2004, май	35,0	13,8	25,3	1,01
Северо-восточный Сахалин	2002, август	81,4	69,8	90,8	2,01

Таблица 3

Показатели плотности скоплений и некоторые условия обитания зоэа стригуна опилио у побережья о. Сахалин

Table 3

Density indices and some habitat conditions for zoea of a snow crab opilio along Sakhalin coast

Район сахалинского побережья	Год, месяц сбора	Плотность, экз./м ²		Глубины*, м		Температура поверхностных слоев воды, °С	
		Средняя/Максим.	Диапазон	Макс. улова/Средняя	Диапазон	Макс. улова/Средняя	
Западный Сахалин	1998, апрель	0,5/12,0	77–200	113/148	+0,1–+3,6	+1,6/+2,0	
Западный Сахалин	2001, апрель—май	6,2/182,0	20–200	105/143	+0,9–+5,2	+5,2/+2,9	
Западный Сахалин	2002, апрель—май	1,8/16,0	23–200	126/157	+0,7–+6,5	–0,6/+2,6	
Западный Сахалин	2002, май	6,2/104,0	23–200	31/128	+2,7–+12,2	+7,8/+7,3	
Западный Сахалин	2003, май	12,5/86,0	20–200	70/79	Н.д	Н.д	
Зал. Анива	2000, июнь	1,3/22,0	20–128	80/Н.д	+3,7–+7,9	+6,5/Н.д	
Зал. Анива	2004, май	2,0/20,0	20–115	31/81	+4,1–+8,0	+6,9/+6,1	
Северо-восточный Сахалин	2002, август	37,2/466,0	10–200	200/91	+1,6–+12,7	+12,7/+7,8	

* Указаны глубины, над которыми встречались личинки.

У западного и восточного Сахалина было больше планктонных станций, на которых личинки стригуна опилио доминировали над личинками других видов крабов. Зал. Анива в данном случае является исключением, так как в этом районе численность стригуна опилио невысока. Доля личинок стригуна в сум-

марном количестве пойманных личинок здесь также минимальна (табл. 2). Поскольку за рассматриваемый период в Татарском проливе и в зал. Анива абсолютно доминировали личинки на стадии зоэа I, индексы развития личинок были близки к 1. Если в апреле—мае 2001—2002 гг. у западного Сахалина индекс развития составлял 1, то в мае 2002 г. его величина была чуть выше. У северо-восточного Сахалина вследствие того, что исследования проводили в гораздо более поздние сроки, чем в других районах, среди личинок преобладали зоэа II, индекс развития личинок здесь превышал 2 (табл. 2). С другой стороны, в мае 2003 г. индекс развития личинок также не превышал 1. Однако в 2003 г. личинки были собраны с 15 по 26 мая, тогда как в 2002 г. — на неделю позже (см. табл. 1). Таким образом, в течение последней недели мая в Татарском проливе начинается переход личинок от стадии зоэа I к зоэа II. В зал. Анива к концу мая зоэа II составляют 1,3 % всех личинок стригуна опилио, достигая к середине июня 3,7 % их суммарного количества. Об этом свидетельствует увеличение индекса развития с 1,01 до 1,04 (см. табл. 2).

Экспериментальным путем Кон (Кон, 1970) установил продолжительность личиночных стадий стригуна опилио с япономорского побережья Хоккайдо. Сумма эффективных температур, необходимая для развития личинок от стадии зоэа I до стадии зоэа II, варьировала при температуре воды 5–18 °C от 215 до 255 градусо-дней, от стадии зоэа II до мегалопа — от 217 до 299 градусо-дней, от стадии мегалопа до оседания — от 262 до 442 градусо-дней. Поскольку время развития при температуре воды от 5 до 10 °C от стадии зоэа I к зоэа II по Кон (1970) составляет около 1 мес, приблизительно столько же времени проводит в планктоне зоэа I. В Татарском проливе при сходных температурах воды выклев личинок начинается в начале апреля, в зал. Анива — в конце апреля — начале мая, у восточного Сахалина — в июне—июле.

Плотность скоплений зоэа краба-стригуна опилио, а также интервалы глубины и температуры воды, в пределах которых они были встречены, приведены в табл. 3.

Самая высокая плотность личинок была отмечена у северо-восточного Сахалина. У западного Сахалина наименьшей плотность личинок была в апреле 1998 г., когда была проведена самая ранняя по времени съемка (см. табл. 1). В апреле—мае 2001 и мае 2002 гг. величины средней и максимальной плотности скоплений личинок в этом районе были весьма сходными. В зал. Анива личинки были самыми малочисленными (см. табл. 3). Средняя температура поверхностных слоев воды везде была положительной. Диапазон глубин, над которыми присутствовали личинки, во всех районах был сходным. Средние глубины, над которыми были встречены личинки в зал. Анива и у северо-восточного Сахалина, не достигали 100 м, тогда как у западного Сахалина они были близки к 150 м (табл. 3).

Пространственное распределение личинок стригуна опилио в Татарском проливе в 2001—2003 гг. показано на рис. 2. Зоэа были встречены на большей части акватории Татарского пролива над глубинами 20–200 м. При этом наиболее плотные и многочисленные скопления зоэа стригуна опилио наблюдали в северной части Татарского пролива, где сосредоточены основные скопления взрослых особей (Первеева, 2003). Все личинки находились на стадии зоэа I. Температура поверхностного слоя воды в 2001 г. в районе распределения личинок варьировала от 0,9 до 5,2 °C. Наибольших значений (182 экз./м²) плотность личинок краба-стригуна опилио достигла в районе 50°15' с.ш. 141°55' в.д. над глубиной 105 м при температуре воды 5,2 °C.

В 2002 г. были выполнены две планктонные съемки в Татарском проливе — в конце апреля — начале мая и конце мая. В конце апреля — начале мая зоэа данного вида крабов были встречены (частота встречаемости 39 %) над глубинами 23–200 м. Температура поверхностного слоя воды в районе распределения личинок варьировала от 0,7 до 6,5 °C (средняя 2,6 °C). Наибольших значе-

ний (16 экз./м²) плотность личинок краба-стригуна опилио достигала в районе 50°15' с.ш. 141°2' в.д. над глубиной 126 м при отрицательной температуре воды (минус 0,6 °С). В этот период все личинки находились на стадии зоеа I, о чем свидетельствует индекс развития, равный 1 (см. табл. 2).

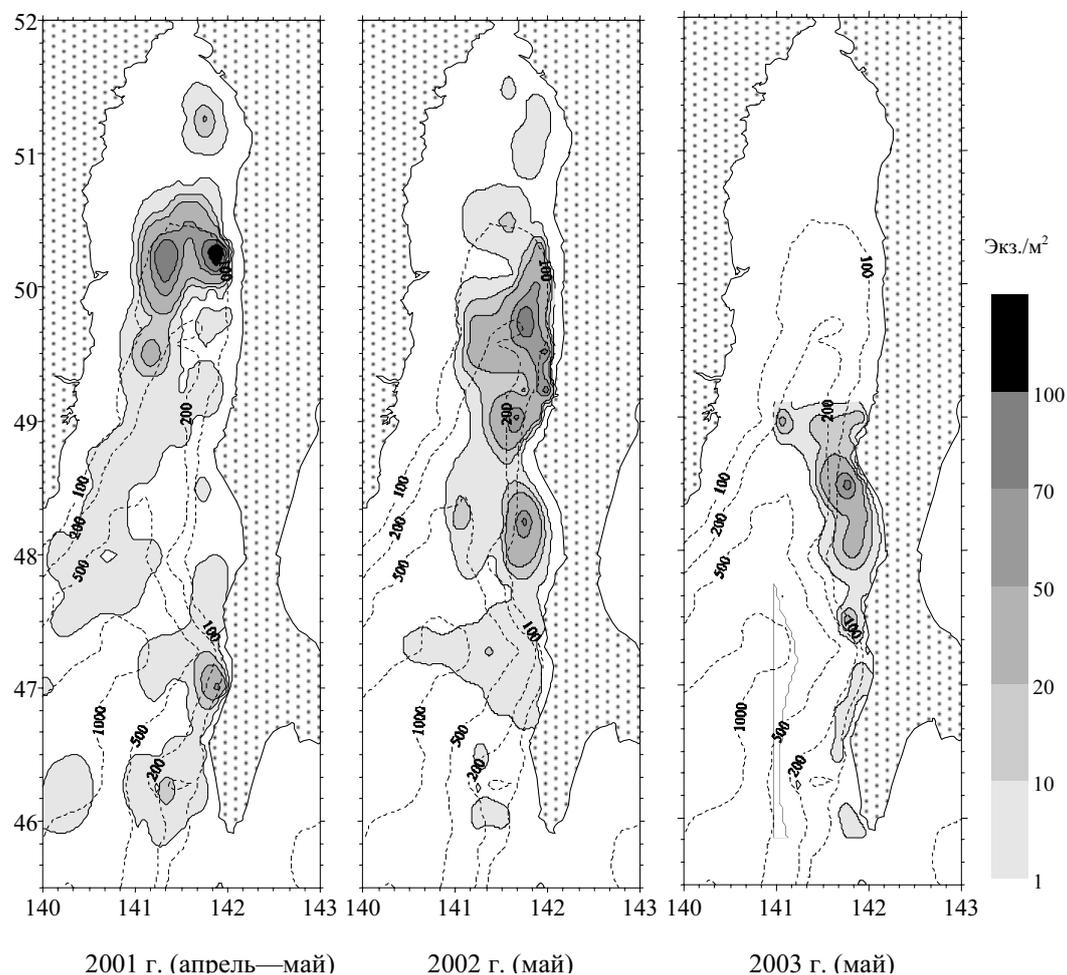


Рис. 2. Распределение зоеа краба-стригуна опилио у западного Сахалина в 2001–2003 гг.

Fig. 2. Distribution of zoea of a snow crab opilio along the western Sakhalin coast in 2001–2003

В конце мая 2002 г. зоеа краба-стригуна опилио были встречены (частота встречаемости 51 %) в Татарском проливе в том же интервале глубин (см. табл. 3). Повышенные концентрации личинок (80–104 экз./м²) отмечены на участке шельфа с координатами 49°15'–49°45' с.ш., как и в другие годы исследований (Абрамова, 2003), при температуре воды от 7,4 до 7,8 °С. Индекс развития составлял 1,02 (см. табл. 2). Количество личинок стригуна опилио к концу мая увеличилось в 5 раз (см. табл. 1), что объясняется их массовым выходом к этому времени в планктон.

В зал. Анива зоеа стригуна опилио в июне 2000 г. были встречены (частота встречаемости 24 %) над глубинами 20–128 м при температуре воды от 3,7 до 7,9 °С. Наибольшая плотность личинок (22 экз./м²) отмечена в районе 46°07' с.ш. 142°34' в.д. над глубиной 80 м при температуре поверхностного слоя воды 6,5 °С (рис. 3). В мае 2004 г. зоеа стригуна опилио наблюдали (частота встречаемости 35 %) преимущественно в южной части акватории зали-

ва над глубинами 20–115 м. Температура поверхностного слоя воды в районе распределения личинок варьировала от 4,1 до 7,9 °С (средняя 6,1 °С). Средняя плотность личинок краба-стригуна опилио не превышала 6 экз./м², достигая наибольших значений (до 20 экз./м²) в районе 45°57′ с.ш. 142°19′ в.д. над глубиной 31 м при температуре воды 6,9 °С. Личинки находились на стадии зоэа I и II (см. табл. 2).

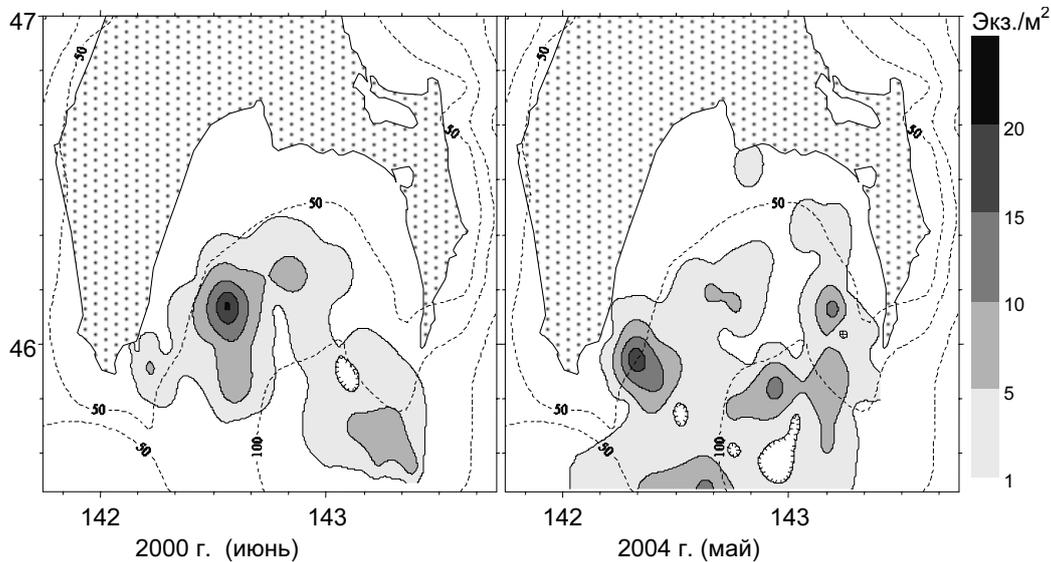


Рис. 3. Распределение зоэа краба-стригуна опилио в зал. Анива в 2000 и 2004 гг.
Fig. 3. Distribution of zoea of a snow crab opilio in Aniva Bay in 2000 and 2004

У северо-восточного Сахалина в августе 2002 г. личинки стригуна зарегистрированы практически на всей акватории района исследований, однако их распределение было неравномерным, пятнистым (рис. 4). Личинки пойманы над глубинами 10–200 м, частота встречаемости достигала 81 %. Температура поверхностного слоя воды в районе распределения личинок варьировала от 1,6 до 12,7 °С (средняя 7,8 °С). Наиболее плотное скопление личинок локализовалось в северной части района исследований. Средняя плотность скоплений, образуемых зоэа краба-стригуна опилио, не превышала 46 экз./м², достигая максимума (466 экз./м²) в районе 53°17′ с.ш. 144°10′ в.д. над глубиной 200 м при температуре воды 12,7 °С и солёности 28,7 ‰. Индекс развития личинок составлял 2,01 (табл. 2). Мегалопы краба-стригуна опилио были пойманы над глубинами 10–134 м при температуре воды от 4,6 до 10,3 °С. Плотность их скоплений была низкой и не превышала 8 экз./м² (рис. 4).

Поскольку исследования у северо-восточного Сахалина проводили в августе, в планктоне были представлены личинки стригуна опилио на всех стадиях развития (в том числе декаподитная стадия мегалопы). Наиболее многочисленными были личинки на стадии зоэа II, которые составляли 98 % пойманных личинок. Средняя плотность зоэа II была весьма высокой (45 экз./м²). Поскольку выход личинок в планктон у восточосахалинского побережья, по некоторым данным, начинается в июне при температуре поверхностного слоя воды от минус 1 до плюс 10 °С (Первеева, 1999), понятно, что к августу количество личинок на стадии зоэа I становится минимальным. В этот же период незначительная часть зоэа II линяет, переходя на стадию мегалопы. В сентябре, по-видимому, количество мегалоп достигает максимума и начинается процесс оседания.

По материалам проведенных планктонных и траловых съёмок была рассчитана численность личинок стригуна опилио, оценены степень агрегированности личинок в скопления и некоторые другие параметры (табл. 4).

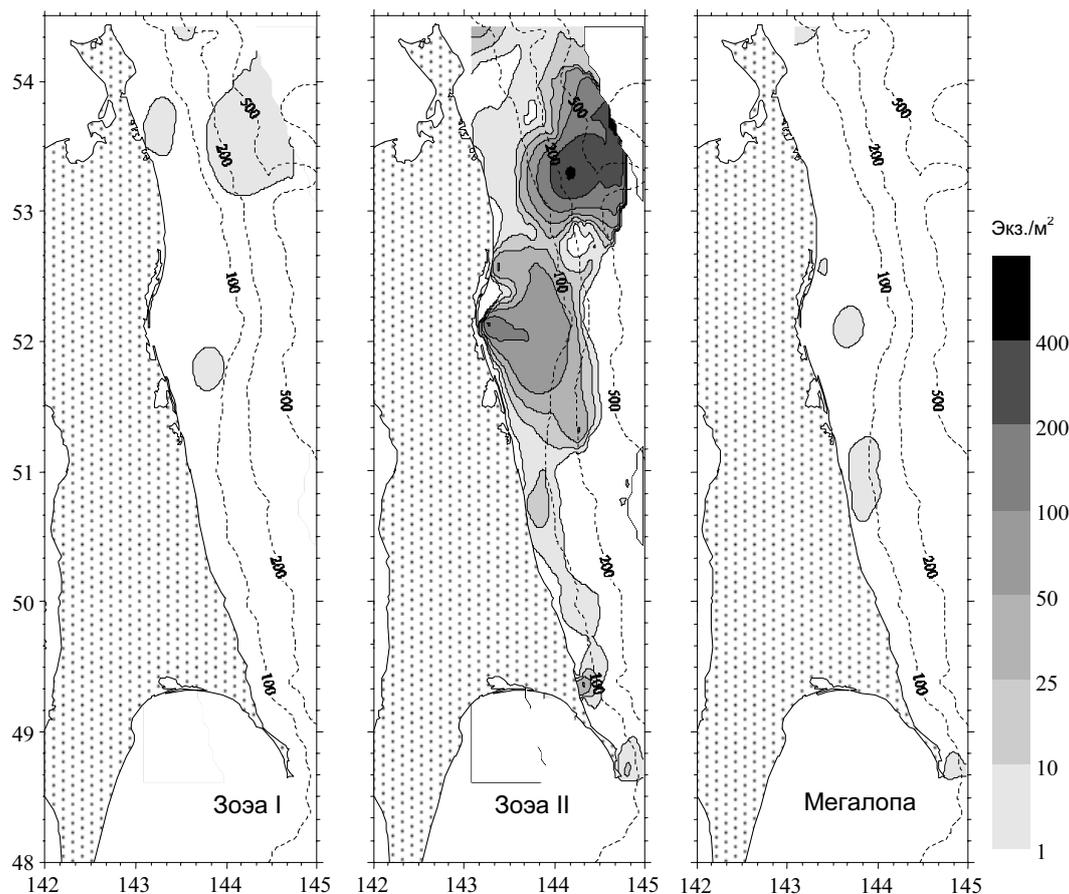


Рис. 4. Распределение личинок краба-стригуна опилио на разных стадиях развития у северо-восточного Сахалина в августе 2002 г.

Fig. 4. Larval distribution of a snow crab opilio at different stages of maturity along northeastern Sakhalin in August, 2002

Таблица 4

Численность личинок, половозрелых самок и популяционная плодовитость стригуна опилио у сахалинского побережья в 1998, 2000–2004 гг.

Table 4

Abundance of larvae and mature females, and population fecundity of a snow crab opilio along Sakhalin coast in 1998, 2000–2004

Район сбора	Год сбора	Площадь, тыс. м ²	Численность личинок, млрд экз.	Стадия развития	K_a , %	ПП, млрд икр.	ОПП, тыс. икр.	Численность половозрелых самок, млн экз.
ЗС	1998	7339	20	Зоа I	0,680	—	—	—
ЗС	2001	38017	377	Зоа I	0,906	—	—	—
ЗС	2002	32505	98	Зоа I	0,611	—	—	—
ЗС	2002	30639	428	Зоа I+II	0,790	—	—	—
ЗС	2002	701	1	Мегалопы	—	—	—	—
ЗС	2002	52787	429	Все у ЗС	0,797	488	92,954 ± 3,186	5,247 ± 1,339
ЗС	2003	31657	122	Зоа I	0,824	—	—	—
Анива	2000	4658	18	Зоа I	0,769	—	—	—
Анива	2004	6357	24	Зоа I+II	0,718	—	—	—
СВ	2002	7146	12	Зоа I	0,600	—	—	—
СВ	2002	34022	1092	Зоа II	0,904	—	—	—
СВ	2002	2569	5	Мегалопы	0,571	—	—	—
СВ	2002	34253	1109	Все у СВ	0,902	1326	45,749 ± 1,256	28,989 ± 5,841

Примечание. ЗС — западный Сахалин, СВ — северо-восточный Сахалин, K_a — коэффициент агрегированности, ПП — популяционная плодовитость, ОПП — относительная популяционная плодовитость.

В мае 2002 г. площадь акватории, на которой встречались личинки стригуна, достигала максимума у западного Сахалина, минимальной она была в зал. Анива. Как и следовало ожидать, наибольшей численность личинок была у восточного Сахалина, наименьшей — в зал. Анива. В зависимости от времени проведения личиночной съемки и других причин численность личинок по годам варьировала довольно существенно. Так, в Татарском проливе в апреле 1998 и 2002 гг. она была минимальной, так как массовый выход их в планктон еще не начался. В мае 2001–2002 гг. численность зоэа у западного Сахалина имела сходные значения, а некоторые различия были вызваны конкретными сроками проведения исследований. Меньшее их количество у западного побережья Сахалина в 2003 г. (табл. 4) объясняется проведением личиночной съемки южнее 49° с.ш., где плотность личинок не так велика, как на севере пролива (см. рис. 1, 2). Проведенные приблизительно в один и тот же период планктонные съемки в зал. Анива показали сравнимые величины численности личинок краба и площади, на которой они распространялись (табл. 4).

Поскольку в 2002 г. были проведены наиболее детальные личиночные съемки и обследованы акватории сахалинского побережья на наибольшей площади, за основу для сравнения популяционной плодовитости и численности личинок взяли именно эти данные. Для этого была рассчитана численность половозрелых самок, составившая по данным 2002 г. у северо-восточного Сахалина около 29 млн экз., а у западного Сахалина — более 5 млн экз. (табл. 4). Данными по плодовитости самок, обитающих в зал. Анива, к настоящему моменту мы не располагаем.

Популяционная плодовитость (ПП), т.е. общее количество эмбрионов, продуцируемое популяцией за один нерестовый сезон (Анохина, 1969), была рассчитана как произведение суммарной численности половозрелых самок на относительную популяционную плодовитость (ОПП). ОПП — средняя абсолютная плодовитость самок разного размера, вычисленная по относительной численности каждого этого класса в пересчете на одну “среднюю” самку (Иванков, 1974). Таким образом, суммарная численность личинок стригуна опилио у северо-восточного Сахалина в 2002 г. составляла 1109 млрд экз., а ПП — 1326 млрд икринок. ПП самок стригуна опилио у западного Сахалина была значительно меньшей — 488 млрд икринок, а численность личинок составляла 429 млрд экз. (табл. 4). Разница между ПП и численностью личинок северо-восточного Сахалина составляла около 16 % особей, западного Сахалина — около 12 %. При этом ошибка средней численности половозрелых самок достигала соответственно 20 % и 26 %. Оценить убыль особей в процессе личиночного развития имеющиеся данные, таким образом, пока не позволяют. За весь период нахождения в планктоне смертность личинок (от момента их вылупления из икринки до оседания на дно) очень велика и по некоторым данным может достигать 96 % и более (Слизкин, Сафронов, 2000). Ранее было высказано предположение, что численность продуцируемых самкой стригунов личинок практически равна ее плодовитости (Низяев, Федосеев, 1994). Вероятно, это так и есть, если плодовитость оценивается для икринок на поздних стадиях развития, поскольку в процессе вынашивания икры имеют место ее потери — до 14 % (Первеева, 2002).

Пространственное распределение половозрелых самок и молоди

Для выяснения особенностей распределения самок и молоди стригуна опилио были проанализированы результаты траловых учетных съемок, проведенных в весенне-летний период у западного, восточного Сахалина и в зал. Анива (см. табл. 1). Средняя плотность ювенильных крабов (самцов размером менее 40 мм по ширине панциря и неполовозрелых самок) достигала наибольших значений в зал. Анива и у юго-восточного Сахалина (табл. 5), частота встречаемости этой группы крабов была наибольшей у западного и юго-восточного Сахалина; плот-

ность половозрелых самок в среднем у северо-восточного Сахалина многократно превышала таковую на других исследуемых участках обитания стригуна опилио; молодь была наиболее многочисленной у юго-востока острова, ее численность составляла 19 млн экз. Численность половозрелых самок у северо-востока Сахалина достигала 29 млн особей, в других районах исследований она была значительно меньше. Наименьшая по численности группировка стригуна опилио обитает в зал. Анива.

Таблица 5

Частота встречаемости, площадь распределения и численность молоди и половозрелых самок стригуна опилио у побережья о. Сахалин в 2000 и 2002 гг.

Table 5

Frequency, distribution area and abundance of juveniles and mature females of a snow crab *Opilio* along Sakhalin coast in 2000 and 2002

Район, год исследований	Средняя/максим. плотность, экз./км ²		Частота встречаемости K _m , %		Численность, тыс. экз.		Площадь распространения, тыс. км ²	
	Молодь, самцы + самки	Половозр. самки	Молодь, самцы + самки	Половозр. самки	Молодь, самцы + самки	Половозр. самки	Молодь, самцы + самки	Половозр. самки
Зап. Сахалин, 2002 г.	322,7/9406	103/2259	45,6	31,3	10639	5247	29,87	20,25
Зал. Анива, 2000 г.	346,3/6215	43/944	27,3	9,5	2396	922	4,37	0,65
Юго-восточ. Сахалин, 2002 г.	410,3/6336	133/4571	43,0	20,2	19591	7029	22,39	29,35
Северо-восточ. Сахалин, 2002 г.	171,3/4375	415/14960	39,9	16,8	14770	28989	37,59	49,80

Пространственное распределение молоди обоих полов и половозрелых самок стригуна опилио у сахалинских берегов приведено на рис. 5. Половозрелые самки стригуна образовывали скопления различной плотности в пределах всего района исследований. У северо-восточного Сахалина в 2002 г. наиболее плотное скопление половозрелых самок было отмечено вблизи мыса Терпения. Плотность самок здесь, по результатам учетной съемки 2002 г., достигала 25 тыс. экз./км² (рис. 5, а). В центральной части юго-восточного Сахалина в 2002 г. наибольшая плотность половозрелых самок не превышала 4,5 тыс. экз./км². В зал. Анива в 2000 г. самки были локализованы в восточной части залива, их скопление было вытянуто по направлению к прол. Лаперуза. В Татарском проливе половозрелые самки стригуна опилио в 2002 г. концентрировались в его северной части, а их наиболее плотные скопления были локализованы южнее 50° с.ш. (рис. 5, а).

Места повышенных концентраций маломерных самцов у западного Сахалина частично совпадали со скоплениями половозрелых самок. Значительное по площади скопление непромысловых особей стригуна было отмечено в самой северной части района исследований (50°55'–51°30' с.ш.). Интересно отметить, что совместно с самками в весенний период года у западного Сахалина обитала исключительно молодь краба размером менее 40 мм, тогда как локализованное севернее скопление маломерных самцов в значительно большей степени было образовано особями с шириной панциря от 41 до 99 мм (Первеева, 2003).

В зал. Анива молодь держалась в центральной части залива, образуя наибольшие концентрации на малых глубинах (рис. 5, б). У юго-восточного Сахалина молодь обитала преимущественно в зал. Терпения, занимала меньшие глубины, чем половозрелые самки, и была сконцентрирована ближе к его кутовой части. У северо-восточного Сахалина скопления ювенильных крабов были расположены

цепочкой практически вдоль всего побережья, образуя повышенные концентрации севернее мыса Терпения.

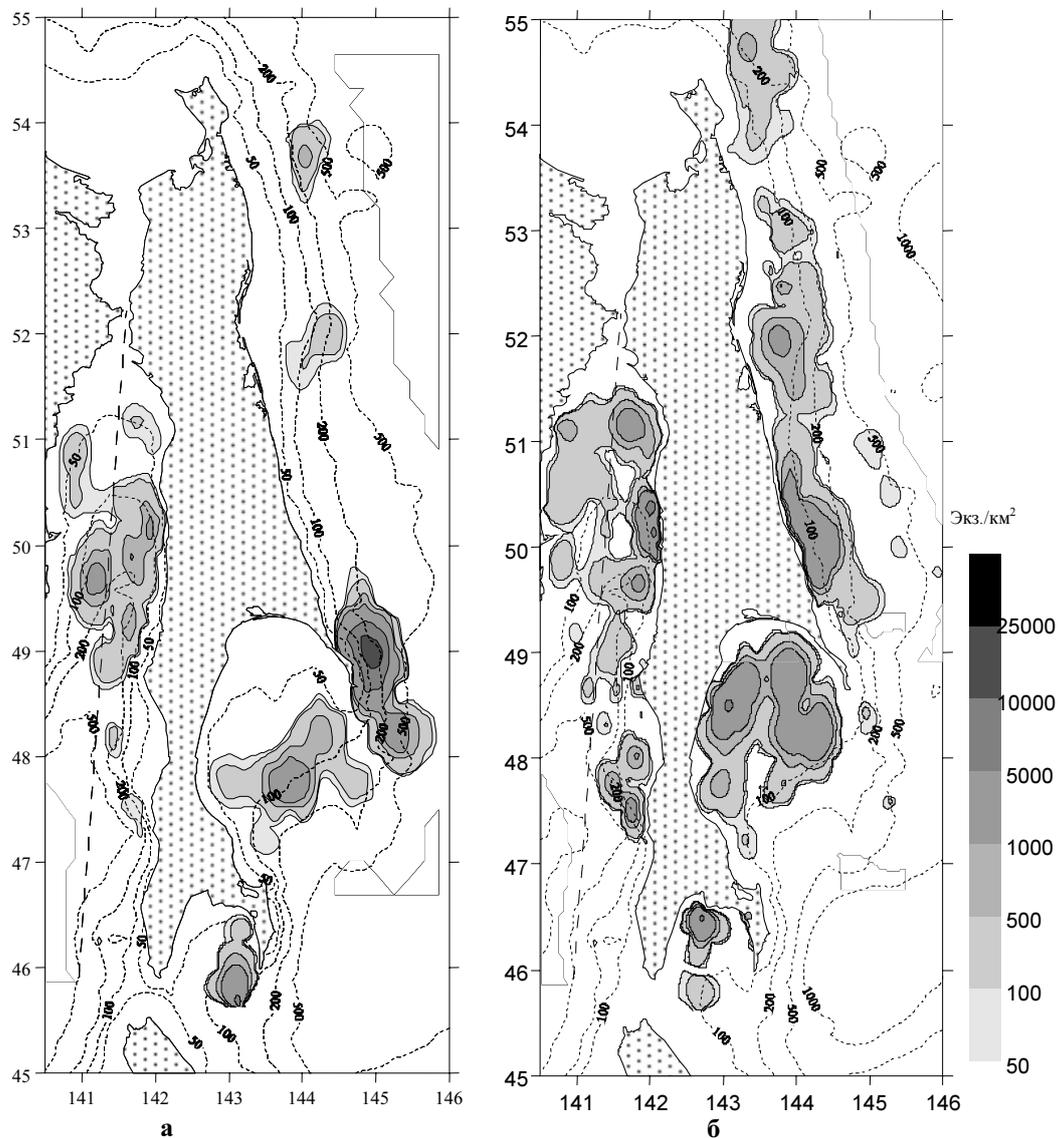


Рис. 5. Пространственное распределение половозрелых самок (а) и молоди (б) стригуна опилио у берегов о. Сахалин по результатам траловых съемок 2000 г. (зал. Анива) и 2002 г. (западный и восточный Сахалин)

Fig. 5. Spatial distribution of mature females (а) and juveniles (б) of a snow crab opilio along Sakhalin coast by the results of trawl surveys in 2000 (Aniva Bay) and 2002 (western and eastern Sakhalin)

Полученные результаты позволяют выделить основные центры воспроизводства стригуна опилио в исследуемом районе, под которыми мы понимаем репродуктивные зоны, включающие наиболее плотные скопления половозрелых самок и участки выпуска личинок. Рассмотрено также расположение питомных зон, в пределах которых происходит дальнейший рост и развитие мальков краба, которые характеризуются значительными концентрациями немигрирующих ювенильных особей обоих полов.

Составить общее представление об основных чертах распределения личинок, молоди стригуна опилио позволяет осредненная схема циркуляции поверхностных

водных масс у о. Сахалин (Покудов, Власов, 1980; Маркина, Чернявский, 1984; Лучин, 1987; Юрасов, Яричин, 1991; Пищальник, 1997; Пищальник, Архипкин, 1999) (рис. 6). Предварительная схема расположения репродуктивных и питомных зон, выполненная на основании данных о местах повышенных концентраций личинок, молоди самцов и самок, а также половозрелых самок, показана на рис. 7.

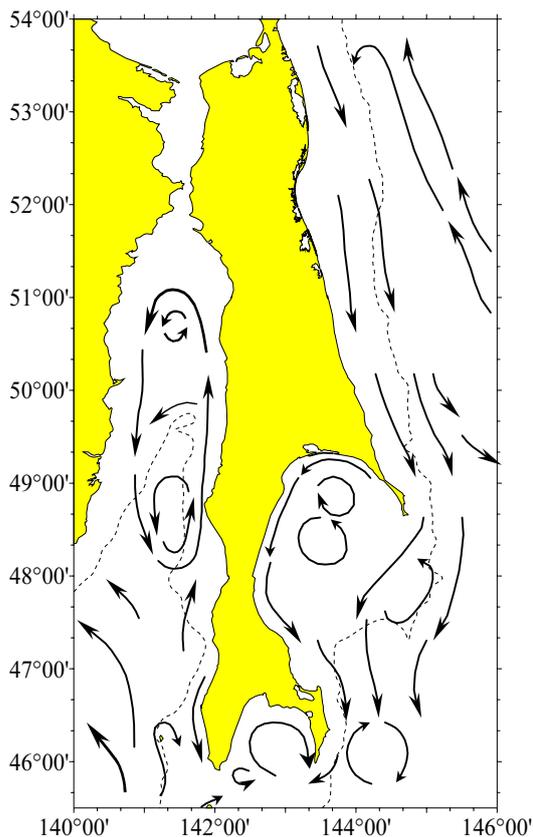


Рис. 6. Осредненная схема течений в водах, прилегающих к о. Сахалин (Покудов, Власов, 1980; Маркина, Чернявский, 1984; Лучин, 1987; Юрасов, Яричин, 1991; Пищальник, 1997; Пищальник, Архипкин, 1999)

Fig. 6. Averaged scheme of currents in waters adjoining to Sakhalin Island (Покудов, Власов, 1980; Маркина, Чернявский, 1984; Лучин, 1987; Юрасов, Яричин, 1991; Пищальник, 1997; Пищальник, Архипкин, 1999)

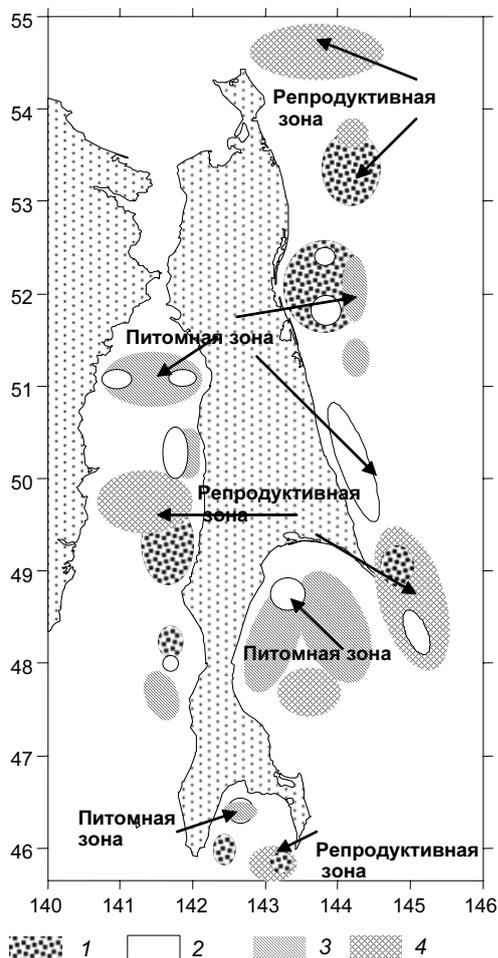


Рис. 7. Схема локализации репродуктивных зон краба-стригуна опилио у о. Сахалин: 1 — зоэа I и II, 2 — молодь (самцы), 3 — молодь (самки), 4 — половозрелые самки

Fig. 7. Schematic localization of reproductive zones of a snow crab opilio along Sakhalin coast: 1 — zoea I and II, 2 — juveniles (males), 3 — juveniles (females), 4 — mature females

Накопление выпущенных личинок обычно происходит в непосредственной близости от репродуктивной зоны популяции на участках акватории с низкой гидродинамической активностью и невысокой биомассой бентоса (Милейковский, 1976; Фадеев, 1988). Такие условия часто создаются в зонах мезоциркуляции вод, позволяющей личинкам дольше оставаться и развиваться именно в пределах этих участков акватории и в условиях пониженных скоростей течений

успешно осесть на дно (Милейковский, 1976; Михайлов и др., 2003). У западного Сахалина, действительно, личинки накапливаются вблизи мест своего массового выпуска и скоплений половозрелых самок, то же в определенной степени касается и зал. Анива.

У северо-восточного Сахалина выпущенные личинки, возможно, сносятся несколько южнее нисходящими потоками Восточно-Сахалинского течения (см. рис. 4, 6, 7), о чем свидетельствует наличие двух плотных скоплений личинок на стадии зоа II южнее места концентрации половозрелых самок.

У западного Сахалина зона аккумуляции выпущенных личинок в весенний период 2002 г. располагалась несколько южнее наиболее плотного скопления самок, пространственно совпадающего с местом повышенной концентрации молодежи (Абрамова, Первеева, 2003; Первеева, 2003). На этом участке шельфа преобладает перенос вод на север, но часть потока поверхностных водных масс устремляется к юго-западу, объединяясь с нисходящей ветвью стационарного циклонического круговорота, что и обуславливает снос выпущенных личинок в южном направлении (см. рис. 2, 6, 7). В весенний период здесь нередко формируется устойчивый поток вод южного направления со скоростями 0,2 м/с (Будаева и др., 1981), препятствующий проникновению личинок в самую северную часть Татарского пролива (Милейковский, 1976). По мере развития зоа до стадии мегалопа основная часть личинок, вероятно, пассивно дрейфует с восходящей правой ветвью циклонического круговорота и оседает севернее 50° с.ш., где было отмечено большое количество ювенильных крабов (рис. 2, 6). Скорости течений в северной части пролива значительно ниже (0–2 см/с), чем в южной (до 20 см/с) (Яричин, 1982). В северной мелководной части пролива располагалась зона с высокой плотностью неполовозрелых крабов обоих полов (Первеева, 2003). Основные скопления взрослых самцов ранее отмечали в центральной части пролива севернее 50° с.ш. (Первеева, 2003). Таким образом, молодь и взрослые животные по большей части обитают отдельно, по крайней мере в весенний период года.

Известно, что краб-стригун опилио населяет преимущественно центральную часть зал. Анива, которая частично совпадает с халистатической зоной антициклонического круговорота вод и занята охотоморской водной массой (Абрамова, Клитин, 2005). Охотоморская водная масса заполняет наиболее глубоководную часть залива, тогда как его мелководная западная и отчасти северо-западная части находятся под влиянием теплых вод Цусимского течения. По этой причине западная часть залива оказывается теплее восточной. Вся центральная часть залива заполнена илистыми осадками (Безруков, 1960), что делает ее пригодной для обитания краба-стригуна опилио.

В зал. Анива молодь и взрослые крабы также обитают отдельно, по крайней мере их наиболее плотные концентрации не совпадают в пространстве. Основные скопления молодежи самцов и самок в 2000 г. были отмечены в северо-западной части залива на мелководье (см. рис. 5, б; 7), а половозрелые самки краба тяготели к южной части залива и прол. Лаперуза. Там же концентрировались самцы промыслового размера (более 10 см по ширине панциря).

Несомненно, что общее направление циркуляции вод в заливах в весенне-летний период играет основную роль при переносе личинок крабов (Крутченко, 2005). Для распределения личинок крабов в зал. Анива важно, что в теплый период года движение вод здесь имеет антициклоническую направленность (Абрамова, Клитин, 2005; Крутченко, 2005). Личинки стригуна опилио в июне 2000 г. и мае 2004 г. были распределены по большей части акватории зал. Анива, но, в соответствии с основным направлением переноса поверхностных вод (см. рис. 6), их максимальные концентрации отмечали в южной и юго-западной частях залива. Основные зоны аккумуляции выпущенных личинок локализуются по данным 2000 г. у юго-западного берега залива восточнее мыса Анастасии, по данным

2004 г. — между мысами Крильон и Анастасии (см. рис. 3). В 2000 г. в южной части залива отмечали более 80 %, а в 2004 г. — более 90 % общего количества личинок. Именно у юго-восточного побережья п-ова Крильон проходит северная периферия циклонического вихря, которая формируется, с одной стороны, в результате разнонаправленных потоков трансформированных вод Восточно-Сахалинского течения и течения Соя, с другой — подъема придонных вод Восточно-Сахалинского течения при натекании их на подводную часть скалы Камень Опасности (Пищальник, 1997; Пищальник, Архипкин, 1999).

Таким образом, не вызывает сомнения тот факт, что распределение личинок стригуна опилио в зал. Анива связано в первую очередь с двумя основными элементами циркуляции вод: циклоническим круговоротом у западного входа в залив и антициклоническим макрокруговоротом, охватывающим весь залив (Пищальник, Архипкин, 1999). Район оседания мегалоп и питомная зона, где идет рост и развитие молоди обоих полов краба-стригуна опилио, расположены в северо-западной части зал. Анива, куда личинки дрейфуют с правой ветвью антициклонического круговорота, формирующегося в весенне-летний период года. Выпуск личинок преимущественно происходит в районе локализации наиболее плотного скопления половозрелых самок у восточного входа в залив, где и находится, по нашему мнению, основная репродуктивная зона группировки. Скопление личинок также было отмечено в зоне действия циклонического круговорота у юго-восточной части п-ова Крильон.

У юго-восточного Сахалина ювенильные самцы и самки концентрировались в центральной части зал. Терпения, причем маломерные самцы по большей части держались в его кутовой части. Южнее 48° с.ш. было отмечено скопление половозрелых самок. Скопления с высокой плотностью ювенильных и половозрелых животных обоих полов не совпадали в пространстве (рис. 7), хотя в единичных количествах представители этих групп могут встречаться и совместно.

Сложная картина течений у юго-восточного Сахалина формируется вследствие взаимодействия двух потоков: холодного Восточно-Сахалинского, поступающего с севера, и теплого течения Соя, часть вод которого подходит к сахалинскому побережью с юга. В результате взаимодействия противоположно направленных потоков, сложного рельефа дна, конфигурации берегов в зал. Терпения формируется микро-, а у юго-восточного Сахалина — мезоциркуляция вод антициклонической направленности. В самом зал. Терпения и на прилегающих к нему мелководных акваториях весной формируется антициклоническое движение вод, а в летне-осенний период горизонтальная циркуляция представлена системой круговоротов различных знаков (Маркина, Чернявский, 1984). Вдоль Тонино-Анивского полуострова формируется вдольбереговой поток вод Восточно-Сахалинского течения (см. рис. 6).

У северо-восточного Сахалина повышенные концентрации половозрелых самок были локализованы в районе, прилегающем к мысу Терпения, и на участке севернее 54° с.ш. Южнее наиболее плотного скопления самок на севере исследуемой акватории располагались повышенные концентрации личинок. По-видимому, в северной части района исследований существует репродуктивная зона, в южной части района работ — еще одна, но плотность личинок там была меньшей (см. рис. 4, 7). Между обеими зонами накопления личинок и взрослых самок можно наблюдать два скопления молоди обоих полов, одно из которых весьма значительно по площади и плотности особей (см. рис. 5, б; 7), т.е. у северо-восточного Сахалина имеется не менее двух репродуктивных зон, одна из которых локализуется в северной части исследуемого района, откуда личинки частично сносятся Восточно-Сахалинским течением, направленным на юг. Вторая репродуктивная зона локализуется вблизи мыса Терпения.

В то же время вблизи мыса Терпения плотность личинок была небольшой (см. рис. 4), хотя половозрелые самки были там достаточно многочисленны (см.

рис. 5, а). Невысокая плотность личинок у мыса Терпения, возможно, объясняется их сносом в южном направлении. По мнению некоторых исследователей, Восточно-Сахалинское течение единым потоком, направленным к югу, в летний период обнаруживается приблизительно со стометровой глубины (Пищальник, Архипкин, 1999). Если вновь обратиться к рис. 6, можно предположить, что личинки, выпущенные самками в южной части исследуемого района, были снесены потоком Восточно-Сахалинского течения на юг или аккумуляровались в пределах циклонического круговорота южнее мыса Терпения.

Таким образом, у западного Сахалина репродуктивная зона, включающая в себя район выпуска личинок и плотные скопления половозрелых самок, располагается на участке шельфа от 49 до 50° с.ш., а несколько севернее находится питомная зона. В зал. Анива выпуск личинок происходит в районе локализации наиболее плотного скопления половозрелых самок у восточного входа в залив, где и находится основная репродуктивная зона стригуна опилио. Питомная зона располагается в северо-западной части залива, куда личинки дрейфуют с потоком вод антициклонической направленности. У юго-востока о. Сахалин зона выпуска и аккумуляции личинок, по-видимому, находится в кутовой части зал. Терпения, о чем свидетельствует наличие замкнутой циркуляции вод в прибрежье залива. Питомная зона, т.е. зона дальнейшего развития и роста молоди обоих полов, располагается там же. У северо-восточного побережья Сахалина выпуск личинок происходит как в южной, так и в северной части района исследований. При этом существует не менее двух репродуктивных зон: в северной части и на юге вблизи мыса Терпения. По имеющимся данным, личинки накапливаются в основном севернее 51° с.ш., южнее локализуется плотное скопление молоди обоих полов.

Проведенные исследования показали следующее.

Длительность инкубации икры краба-стригуна опилио должна составлять не менее одного года. Длительность периода личиночного развития варьирует довольно широко и зависит от температуры поверхностных слоев воды. Продолжительность самой короткой в личиночном развитии стадии презоэа составляет 1–2 ч, зоэа I и II — около 2 мес, стадии мегалопа — до 2–4 мес.

В Татарском проливе выклев личинок начинается в начале апреля, в зал. Анива — в конце апреля — начале мая, у Восточного Сахалина — в июне—июле.

Для пространственного распределения личинок краба-стригуна опилио у сахалинских берегов характерно широкое их распространение и весьма неоднородная плотность. При этом наиболее плотные и многочисленные скопления зоэа стригуна опилио образуют в Татарском проливе севернее 49° с.ш., в зал. Анива — в южной и юго-западной частях залива, у северо-восточного Сахалина — севернее 51° с.ш. Степень агрегированности личинок в скоплениях была довольно высокой и составляла в разные годы исследований для западного Сахалина 0,61–0,91, для зал. Анива — 0,72–0,77, для северо-восточного Сахалина — 0,60–0,90.

Распределение личинок стригуна опилио находится во взаимосвязи с системой поверхностных течений у сахалинских берегов. Получены предварительные данные о локализации основных репродуктивных и питомных зон краба стригуна. У западного Сахалина репродуктивная зона, включающая в себя район выпуска и накопления личинок, плотные скопления половозрелых самок, располагается на участке шельфа от 49 до 50° с.ш. Севернее находится питомная зона, характеризующаяся наличием плотных концентраций ювенильных крабов обоих полов. В зал. Анива выпуск личинок происходит в районе локализации наиболее плотного скопления половозрелых самок у восточного входа в залив, где и находится основная репродуктивная зона стригуна опилио. Питомная зона отмечена в северо-западной части залива. У юго-востока о. Сахалин зона выпуска и аккумуляции

личинки может находиться в кутовой части зал. Терпения, о чем свидетельствует наличие замкнутой циркуляции вод в прибрежье залива, питомная зона располагается там же. У северо-восточного побережья острова выпуск личинок происходит как в южной, так и в северной части района исследований. При этом существует не менее двух репродуктивных зон, одна из которых локализуется в северной части исследуемого района, откуда личинки частично сносятся Восточно-Сахалинским течением, направленным на юг. Вторая репродуктивная зона локализуется вблизи мыса Терпения. Личинки аккумулируются преимущественно севернее 51° с.ш. Между двумя репродуктивными зонами находятся скопления молоди обоих полов.

Оценены абсолютная численность личинок, молоди краба обоих полов, а также половозрелых самок. Наибольшей численности достигают личинки краба-стригуна опилио у северо-восточного Сахалина, наименьшей — в зал. Анива, что, несомненно, определяется численностью родительского стада.

Литература

Абрамова Е.В. О распределении личинок крабов в Татарском проливе в апреле—мае 2001 г. // Комплекс. исслед. и переработка мор. и пресновод. гидробионтов: Тез. докл. Всерос. конф. мол. ученых. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. — С. 3–5.

Абрамова Е.В. О распределении личинок промысловых крабов в Татарском проливе весной 2002 г. // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 239–248.

Абрамова Е.В. Распределение личинок крабов в заливе Анива // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. — 2002. — Т. 3, ч. 1. — С. 79–83.

Абрамова Е.В., Клитин А.К. Распределение личинок промысловых крабов в заливе Анива (Охотское море) весной 2004 г. // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. — 2005. — Т. 7. — С. 59–70.

Абрамова Е.В., Первеева Е.Р. Об основном центре воспроизводства краба-стригуна опилио западного Сахалина // Комплекс. исслед. и переработка мор. и пресновод. гидробионтов: Тез. докл. Всерос. конф. мол. ученых. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. — С. 5–7.

Анохина Л.Е. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере весенне-осенней нерестующей салаки. — М.: Наука, 1969. — 270 с.

Безруков П.Л. Донные отложения Охотского моря // Тр. ИОАН СССР. — 1960. — Т. 32. — С. 15–95.

Будаева В.Д., Макаров В.Г., Булгаков С.Н. Циркуляция вод в Татарском проливе и ее сезонная изменчивость // Тр. ДВНИГМИ. — 1981. — Вып. 83. — С. 35–43.

Иванков В.Н. К методике определения плодовитости пойкилотермных животных // Гидробиол. журн. — 1974. — Т. 10, ч. 1. — С. 99–102.

Инструкция по обработке проб планктона счетным методом. — Иркутск: ИГУ, 1978. — 51 с.

Инструкция по сбору и первичной обработке планктона в море. — Владивосток: ТИНРО, 1980. — 45 с.

Касьянов В.Л. Репродуктивная стратегия морских двустворчатых моллюсков и иглокожих. — Л.: Наука, 1989. — 179 с.

Клитин А.К. О центрах воспроизводства камчатского краба у юго-западного Сахалина // Экол. основы рац. природопользования на Сах. и Курил. о-вах: Тез. докл. 4-й науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск, 1990. — С. 186–187.

Клитин А.К. Распределение и продолжительность развития личинок камчатского краба у западного побережья Сахалина // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. — 2002. — Т. 4. — С. 212–228.

Клитин А.К., Кочнев Ю.Р. О распределении личинок и молоди камчатского краба в заливе Анива (о. Сахалин) // Тез. докл. 11-й Всерос. конф. по промысл. океанологии. — М.: ВНИРО, 1999. — С. 83–84.

Кругченко А.А. Некоторые особенности сезонного распределения четырехугольного волосатого краба в заливе Анива // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. — 2005. — Т. 7. — С. 45–58.

Лучин В.А. Циркуляция вод Охотского моря и особенности ее внутрigoдовой изменчивости по результатам диагностических расчетов // Тр. ДВНИГМИ. — 1987. — Вып. 36. — С. 3–13.

Макаров Р.Р. Личинки креветок, раков-отшельников и крабов западнокамчатского шельфа и их распределение. — М.: Наука, 1966. — 162 с.

Макаров Р.Р. Распределение пелагических личинок камчатского краба у западного побережья Камчатки // Рыб. хоз-во. — 1964. — № 7. — С. 23–27.

Маркина Н.П., Чернявский В.И. Количественное распределение планктона и бентоса в Охотском море // Изв. ТИНРО. — 1984. — Т. 109. — С. 109–119.

Милейковский С.А. Типы личиночного развития морских донных беспозвоночных, их распространенность и экологическая обусловленность: критическая переоценка существующих схем // Тр. ИОАН СССР. — 1976. — Т. 105. — С. 214–248.

Миροшников В.В. Предварительные данные по коэффициенту уловистости орудий лова для донных промысловых беспозвоночных // Сырьевые ресурсы и биологические основы рационального использования промысловых беспозвоночных: Тез. докл. Всесоюз. совещ. — Владивосток, 1988. — С. 41–42.

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.

Низяев С.А., Федосеев В.Я. Причины редукции численности поколения и их отражение в его репродуктивной стратегии // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. — 1994. — С. 57–67.

Первеева Е.Р. Распределение, условия обитания и динамика численности краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. — 1999. — Т. 2. — С. 100–106.

Первеева Е.Р. Плодовитость крабов-стригунов (*Brachyura, Majidae*) в водах Сахалина и Северных Курильских островов // Вопр. рыб-ва. — 2002. — Т. 3, № 4(12). — С. 639–653.

Первеева Е.Р. Распределение, условия обитания и функциональная структура популяции краба-стригуна опилио (*Brachyura, Majidae*) у западного Сахалина // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях: Тр. СахНИРО. — 2003. — Т. 5. — С. 146–162.

Пищальник В.М. Опыт создания компьютеризованного гидролого-гидрохимического атласа Сахалинского шельфа // Комплексные исследования экосистемы Охотского моря. Экология морей России. — М.: ВНИРО, 1997. — С. 67–78.

Пищальник В.М., Архипкин В.С. Сезонные вариации геострофической циркуляции вод в шельфовой зоне острова Сахалин // Тез. докл. 11-й Всерос. конф. по промысл. океанологии. — М.: ВНИРО, 1999. — С. 34–35.

Покудов В.В., Власов Н.А. Температурный режим прибрежных вод Приморья и о. Сахалин по данным ГМС // Тр. ДВНИГМИ. — 1980. — Вып. 86. — С. 109–118.

Романовский Ю.Э., Смунов А.В. Методика исследования пространственного распределения организмов // Журн. общ. биол. — 1975. — Т. 36, № 2. — С. 227–236.

Слизкин А.Г. Некоторые черты экологии *Chionoecetes opilio* в дальневосточных морях // Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. по биологии шельфа. — Киев: Наук. думка, 1978. — № 2. — С. 104–105.

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

Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. Промысловые крабы прикамчатских вод. — Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика, 2000. — 180 с.

Фадеев В.И. Сообщества макробентоса шельфа западного Сахалина: Дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток: ИБМ ДВО АН СССР, 1988. — 352 с.

Федосеев В.Я. Длительность и продуктивность сперматогенеза у краба-стригуна опилио *Chionoecetes opilio* (волна сперматогенного эпителия) // Морские промысловые беспозвоночные. — М.: ВНИРО, 1988. — С. 36–44.

Федосеев В.Я., Слизкин А.Г. Воспроизводство и формирование популяционной структуры у краба стригуна *Chionoecetes opilio* в дальневосточных морях // Морские промысловые беспозвоночные. — М.: ВНИРО, 1988. — С. 24–35.

Юрасов Г.И., Яричин В.Г. Течения Японского моря. — Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. — 173 с.

Яричин В.Г. Некоторые особенности горизонтального движения вод в Японском море к северу от 40° с.ш. // Тр. ДВНИГМИ. — 1982. — Вып. 96. — С. 111–120.

Ito K. Ecological studies on the edible crab, *Chionoecetes opilio*, in the Japan Sea // Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Lab. Res. — 1970. — № 22. — P. 81–116.

Kon T. The duration of planktonic stages estimated by rearing experiments of larvae. Fisheries biology of the Tanner Crab — IV // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1970. — Vol. 36, № 3. — P. 219–224. (Fish. Res. Board Can. Translation; Ser. 1603.)

Kon T. Studies on the Life History of the Zuwai Crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) // Sado Marine Biological Station, Series 2, Niigata. — 1980. — P. 1–64.

Kurata H. Larvae of Decapoda Crustacea of Hokkaido 2. *Majidae* (*Pisinae*) // Bull. Hokk. Reg. Fish. Res. Lab. — 1963. — № 27. — P. 25–31.

Kuwatani Y., Wakui T., Nakanishi T. Studies on the larvae and the post-larvae of a Tanner crab, *Chionoecetes opilio elongatus* Rathbun I. On the protozoal larvae // Bull. Hokk. Reg. Fish. Res. Lab. — 1971. — № 37. — P. 32–40.

Motoh H. Laboratory-reared zoeae and megalopae of Zuwai crab from the Sea of Japan // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1973. — Vol. 39, № 12. — P. 1223–1230.

Motoh H. The larval stages of Benizuwai-gani, *Chionoecetes japonicus* Rathbun reared in the laboratory // Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. — 1976. — Vol. 42, № 5. — P. 533–542.

Ogata T. Studies on the population biology of the edible crab, *Chionoecetes opilio* O. Fabricius in the Japan Sea Region // Mar. Sci. Man. — 1973. — Vol. 5, № 3. — P. 27–33.

Paul A.J. Mating frequency and viability of stored sperm in the Tanner crab *Chionoecetes bairdi* (Decapoda, *Majidae*) // J. Crustacean Biol. — 1984. — № 4(3). — P. 375–381.

Pereira W.T. Distribution of juvenile tanner crab *Chionoecetes tanneri* Rathbun, life history model, and fisheries management // Proc. Nat. Shellfish. Assoc. — 1967. — Vol. 58. — P. 66–70.

Sainte-Marie B. Reproductive cycle and fecundity of primiparous and multiparous females snow crab *Chionoecetes opilio* of northwest Gulf of Saint Lawrence // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1993. — Vol. 50. — P. 2147–2156.

Takeuti J. Food animals collected from three salmon fishes (*Oncorhynchus*) and their distribution in the natural environments in the northern north Pacific: Bull. Hokk. Reg. Fish. Res. Lab. — 1972. — Vol. 38. — 119 p.

Thorson G. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates // Biol. Rev. — 1950. — Vol. 25, № 1. — P. 1–45.

Watson J. Maturity, mating and egg lying in the spider crab, *Chionoecetes opilio* // J. Fish. Res. Board Can. — 1970. — № 27. — P. 1607–1616.

Поступила в редакцию 22.07.05 г.