

Государственный комитет Российской Федерации по рыболовству
Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии

На правах рукописи
УДК 595.384.2

КЛИТИН
Андрей Константинович

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, БИОЛОГИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ
СТРУКТУРА АРЕАЛА КАМЧАТСКОГО КРАБА В ВОДАХ
САХАЛИНА И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ**

Специальность 03.00.18 – «Гидробиология»

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Южно-Сахалинск
2002

Работа выполнена в лаборатории промысловых беспозвоночных Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (СахНИРО).

Научный руководитель:
кандидат биологических наук Б. Г. Иванов.

Официальные оппоненты:
доктор биологических наук Т. А. Бритаев,
кандидат биологических наук В. К. Горелов.

Ведущее учреждение: Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича.

Защита состоится «29» октября 2002 г. на заседании диссертационного совета Д 002.239.01 Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН по адресу: 117851, г. Москва, Нахимовский пр., 36.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН.

Автореферат разослан «18» сентября 2002 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета  Г. Г. Николаева

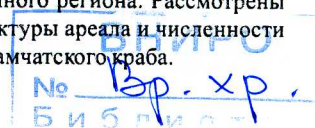
КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Камчатский краб (*Paralithodes camtschaticus*) – важнейший промысловый объект Северной Пацифики. Его запасы в прибрежных водах Южного Сахалина интенсивно эксплуатируются с 1909 г., а у Южных Курильских островов – с 1905 г. По объему вылова среди ракообразных на шельфе Сахалина и Курильских островов этот вид в 1992–1997 гг. уступал только крабам-стригунам, составляя 12–15% от общего вылова промысловых крабов и крабидов в водах Сахалина и 3–4% от общей добычи этого вида в морях Дальнего Востока России. В настоящее время вылов камчатского краба у побережья Сахалина и Курильских островов не превышает 600 т и имеет тенденцию к снижению. В связи с этим задача ведения регулируемого обоснованного промысла камчатского краба, способствующего восстановлению и стабилизации его уловов на достаточно высоком уровне, является одной из актуальных для развития прибрежного рыболовства.

Цель и задачи работы. Цель данной работы – разработка предложений по оптимизации промысла камчатского краба на основе уточнения популяционного состава вида (терминология М. К. Глубоковского, 1995) в пределах Сахалино-Курильского региона, изучения пространственной и функциональной структуры, биологии и состояния запасов эксплуатируемых популяций. Поставленная цель определила необходимость решения следующих задач:

1. Уточнить границы распространения, оптимальные условия существования, изучить пространственную и функциональную структуру ареала камчатского краба в пределах Сахалино-Курильского региона.
2. Изучить пространственное распределение личинок камчатского краба.
3. Уточнить особенности биологии камчатского краба: размер наступления половой зрелости, плодовитость, репродуктивный потенциал, сроки размножения, количественные и качественные характеристики питания, размерно-возрастные изменения морфологических признаков.
4. На основе полученных данных по пространственно-функциональной структуре ареала, различий в морфологии, плодовитости, сроках размножения провести дифференциацию вида в пределах Сахалино-Курильского региона.
5. На основе изучения функциональной структуры, биологических особенностей популяций и состояния запасов разработать рекомендации по их рациональному использованию.

Научная новизна. Биологии камчатского краба, обитающего на шельфе о. Сахалина и Курильских островов, помимо работ автора, посвящено девять преимущественно небольших работ (Куличкова, 1954, 1955; Скалкин, Семенова, 1957; Галимзянов, 1981; Иванов, 1981; Кочнев, Галимзянов, 1986; Жилина, 1987; Переладов и др., 1999; Горин, 1999). В настоящей работе впервые обобщены и проанализированы многочисленные данные по распределению, истории промысла, сезонным особенностям жизненного цикла, репродуктивной биологии, питанию камчатского краба в пределах шельфовой зоны Сахалина и Курильских островов. Уточнен популяционный состав камчатского краба в пределах указанного региона. Рассмотрены изменения пространственной и функциональной структуры ареала и численности западно-сахалинской и южно-курильской популяций камчатского краба.



Практическая значимость. В работе на основе многолетних исследований решается проблема, имеющая важное прикладное значение. На основе комплекса данных о различных сторонах биологии, динамике численности, биомассы, функциональной структуре ареала и популяционном составе камчатского краба в Сахалино-Курильском регионе разработаны рекомендации по рациональной эксплуатации данного вида промысла. Результаты исследований с 1987 г. были использованы при подготовке квартальных, годовых и долгосрочных прогнозов возможного вылова камчатского краба.

Апробация. Результаты исследований докладывались на отчетных сессиях СахТИНРО, IV региональной конференции молодых ученых и специалистов Дальнего Востока (Владивосток, 1989), IV научно-практической конференции (Южно-Сахалинск, 1990), V Всесоюзной конференции по промысловым беспозвоночным (Нарочь, 1990), конференции молодых ученых ТИНРО (Владивосток, 1991 г.), Международной научной конференции «Рыбохозяйственные исследования Мирового океана» (Владивосток, 1999), II научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 2001).

Публикации. По теме исследований опубликовано 27 печатных работ, из них 8 с соавторами, 9 работ (2 с соавторами) находятся в печати.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, девяти глав, выводов и списка литературы, содержит 216 страниц машинописного текста, иллюстрирована 43 таблицами основного раздела и одной таблицей приложения, 96 рисунками. Список литературы содержит 270 источников, в том числе 79 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Материал и методика

Основой при подготовке этой работы послужили результаты 37 траловых съемок, проведенных в 1977 и 1985–1997 гг. (таблица). Общее число тралений составило 2027, в ходе них выполнен биологический анализ 12421 самца и 8239 самок камчатского краба. Траловые съемки выполняли практически во все сезоны года, когда акватории были свободны ото льда. В качестве орудия лова использовали, как правило, 27,1-метровый донный трал с мягким грунтропом. Коэффициент уловистости (0,75) рассчитали с помощью полигонного метода (Zafetman, 1981) по данным десяти погружений подводного аппарата (ПА) «ТИНРО-26». Помимо этого были использованы данные из промысловых уловов снорреводов и крабовых ловушек.

Объем материала по камчатскому крабу, собранного за период исследований в Сахалино-Курильском регионе в 1977 и 1985–1997 гг.

Район работ	Запад. Сахалин	Залив Анива	Юго-восточ. Сахалин	Южные Курилы	Север. Курилы
Общее кол-во траловых съемок	12	14	6	4	1
Число траловых станций	828	539	316	310	34
Число ловушечных станций	1595	440	280	380	145
Число планктонных станций	478	91	43	185	–
Биоанализы (экз.)	35997	14013	10054	12858	3770
Морфометрический анализ (экз.)	235	236	333	100	18
Плодовитость (экз.)	724	224	92	129	–
Питание (экз.)	441	104	–	–	–

Для построения рисунков пространственного распределения, определения численности камчатского краба и реализации метода количественно-экологических ареалов применяли компьютерную программу Surfer for Windows. В рамках этой программы для интерполяции данных был применен метод «kriging» (Conan, 1985; Wackemagel, 1995).

Сбор и обработку материалов проводили по стандартным методикам (Аксютин, 1969; Лакин, 1976; Руководство..., 1979; Зайцев, 1991; Левин, 1994).

Для определения размера при наступлении половой зрелости использовали метод Хартнола, основанный на предположении, что в результате линьки половой зрелости происходит переход в росте клешни в высоту ракообразных на качественно новый уровень аллометрии, который сопровождается изменением коэффициента регрессии α в аллометрическом уравнении роста: $y = ax^\alpha$ (Hartnoll, 1974, 1978). Для самок камчатского краба из уравнения логистической кривой дополнительно определяли размер функциональной половой зрелости, или L_{50} – длину карапакса, при которой 50% самок имело на плеоподах оплодотворенную икру.

Глава 2. Условия обитания камчатского краба на шельфе Сахалина и Курильских островов

Рассмотрены основные факторы, ограничивающие пространственное и батиметрическое распределение этого вида в пределах шельфа.

2.1. Западный Сахалин. С юга на север с уменьшением скорости течения в донных осадках возрастает содержание илистых фракций и изменяется трофическая структура макробентоса. На юге района (46°00'–48°46' с. ш.) преобладают гравийно-мелкогалечные и песчаные грунты, центральная часть северного района (севернее 48°46' с. ш.) занята илами, узкая прибрежная зона – алевритовыми осадками. Гидродинамический режим у побережья юго-западного Сахалина определяется, главным образом, действием теплого Цусимского течения. Большая часть его вод движется вдоль западного побережья на север и в районе 48°00' с. ш. поворачивает на запад. Севернее 48°00' с. ш. воды Цусимского течения поступают в теплое время года. В летне-осенний период вдоль юго-западного побережья Сахалина действует направленное к югу Западно-Сахалинское течение. Его скорость в районе достигает 20 см/с. Особенностью вертикальной стратификации вод Татарского пролива является отсутствие постоянного холодного промежуточного слоя (ХПС). В северной части Татарского пролива зимой температура воды в слое 0–100 м понижается до отрицательных значений. С юга на север величина средней биомассы бентоса снижается с 207 до 104 г/м² (Фадеев, 1988). Участки с повышенной биомассой (300 и более г/м²) расположены в северо-восточной части залива Делангля, у м. Ламанон и м. Слепиковского.

2.2. Юго-восточный Сахалин и залив Анива. Верхнюю часть континентальной отмели до глубины 30–60 м занимают пески, глубже они сменяются алевритами и илами (Безруков, 1960). Центральная часть залива Анива заполнена илистыми осадками. Основной перенос вод осуществляется направленным на юг холодным Восточно-Сахалинским течением. В мелководной части залива Терпения наблюдается циклонический круговорот с подтоком глубинных вод от верхней части склона. В заливе Анива поля течений в существенной мере зависят от сезонного поля ветра: весной здесь преобладает циклонический круговорот, летом – антициклонический,

при сохранении микроциклонического круговорота в юго-западной части залива (Будаева и др., 1980; Budaeva et al, 1996; Будаева, Макаров, 2000). ХПС с температурой минус 1,8–0°C соприкасается с дном на глубинах 40–150 м. В заливе Анива охотоморская водная масса заполнила его наиболее глубоководную часть, тогда как его мелководная западная и отчасти северо-западная части находятся под влиянием теплых вод Цусимского течения. Зимой за исключением своей западной части залив замерзает, толщина льда достигает 2–3 м. Максимальная величина биомассы бентоса (до 2690 г/м²) отмечена в прибрежных участках и юго-восточной части залива Терпения и в заливе Мордвинова (Кобликов, 1982, 1988).

2.3. Курильские острова. Большая и Малая Курильские гряды в подводном рельефе представляют собой моноклинные горные хребты, осложненные системой продольных и поперечных разломов. В ряде мест (подводные склоны вулкана Атсунупури на о. Итуруп) ширина шельфовой зоны сведена до минимума, а наклон дна достигает 22–31°. Рельеф морского дна в этих районах осложнен подводными вулканическими куполами, лавовыми потоками, абразионными уступами и зонами разломов. Южно-Курильский пролив представляет собой полого наклонное плато с глубинами до 100 метров. Северные Курильские острова находятся в зоне действия Курило-Камчатского течения, а Южные Курильские – под влиянием течений Соя и Ойясио. Приток относительно теплых океанских вод через северные курильские проливы способствует образованию вблизи Северных Курильских островов положительной аномалии в водах ХПС, где температура воды не понижается ниже 0,3–1,0°C. В южной части гряды происходит сток охотоморских вод, и в феврале-мае здесь возможно понижение температуры ХПС ниже 0°C. В апреле в связи с ослаблением зимнего муссона течение Соя усиливается, температура воды достигает максимума в этом районе в сентябре (Фукс, 1997). Южно-Курильский пролив летом заполнен сильно прогретыми и относительно солеными водами течения Соя, а зимой несколько опресненными и охлажденными водами Курильского течения. Наиболее богата кормовым бентосом средняя часть охотоморского шельфа о. Парамушир (Кузнецов, 1957), а на Южных Курильских островах – центральная часть Южно-Курильского пролива (до 2472 г/м²) (Атлас..., 1955).

Глава 3. Распределение и миграции

3.1. Общая характеристика распространения. В Сахалино-Курильском районе камчатский краб распространен у западного и юго-восточного побережий Сахалина, в заливе Анива, у Северных и Южных Курильских островов. В 1989 и 2000 гг. несколько экземпляров камчатского краба было выловлено у северо-восточного побережья Сахалина (50°57'–52°17' с. ш.) на глубинах 6–31 м (Клитин, Шепелева, 2001).

3.2. Западный Сахалин. У западного побережья Сахалина камчатский краб встречается повсеместно от 46°05' до 48°40' с. ш., а также в Александровском заливе на глубинах 7–500 м при температуре от минус 1,6 до 18,2°C. На покрытых илистыми грунтами пространствах дна Татарского пролива, расположенных севернее мыса Ламанон, до 1993 г. этот вид не встречался. Двухслойная структура вод способствует летнему рассредоточению крабов в широком диапазоне глубин – от 20 до 204 м, но их наиболее плотные скопления были расположены в районе Ильинского мелководья (47°25'–48°25' с. ш.) на глубинах 20–60 м. Температура в местах наибольших

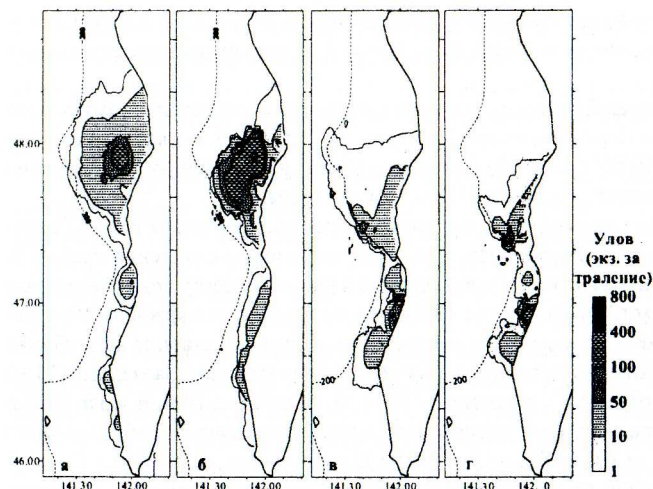


Рис. 1. Распределение камчатского краба у западного побережья Сахалина: а, б – в июне 1988 г.; в, г – в марте 1989 г.; а, в – самцы; б, г – самки.

январе значительные концентрации линяющих самцов обнаружены на очень ограниченной акватории в районе 47°25' с. ш. на глубине 150 м. В марте в южной части Ильинского мелководья (47°24'–47°28' с. ш.) по-прежнему сохранялась высокая концентрация перелинявших зимой самцов, а скопления самок были приурочены к меньшим глубинам (115–120 м). Второе преднерестовое скопление самцов и самок было отмечено южнее, в районе 46°55'–47°03' с. ш., на глубинах 20–60 м. Соотношение самцов и самок в уловах составило 1:0,48 (Клитин, 1992). Формирование преднерестовых скоплений происходит, как правило, на глубинах 100–120 м. В их составе преобладают самцы III и IV линичных категорий, доля самок колеблется от 30 до 80%. Таким образом, в марте к северу и югу от мыса Слепиковского прослеживались разные тенденции в изменении плотности уловов: на севере она возрастала с увеличением глубины, а на юге уменьшалась. Подобное специфическое для весеннего периода распределение плотности оказалось возможным благодаря неучастию перелинявших зимой самцов в нерестовых миграциях к берегу. Нерест и выпуск личинок самками камчатского краба в 1987–1991 гг. происходил в пределах координат 46°30'–47°15' с. ш. (Клитин, 1992). В мае в ходе последующих кормовых миграций основные скопления крабов смещаются до 60 миль к северу – в район Ильинского мелководья.

3.3. Залив Анива. В июне 1991 г. камчатский краб был встречен на всей акватории залива за исключением его центральной и юго-восточной части, преимущественно на глубинах менее 50 м. Наиболее плотные скопления были приурочены к западному побережью залива, глубинам 21–24 м и температурам 2,0°C. К концу июня самцы крабов мигрировали к восточному побережью залива, самки продолжали нагуливаться в его северной части. Летнее распределение крабов в значительной мере определяется площадью соприкосновения с дном поверхностного изотермического слоя. Зимовка половозрелых самцов и самок происходит за пределами

концентраций самцов камчатского краба достигала 7,2°C, самки – 10,4°C у юго-западного Сахалина и 13,9°C – в Александровском заливе.

В октябре-ноябре крабы мигрировали на участки шельфа с глубинами 150–220 м, при этом их наиболее плотные скопления смещались на 40–60 миль в южном направлении. В

залива Анива. Весенние нерестовые миграции крабов завершаются выходом самцов и самок в побережье северо-западной части залива и образованием здесь смешанных скоплений.

3.4. Юго-восточный Сахалин. Северная граница распространения камчатского краба ограничена побережьем залива Терпения ($49^{\circ}18'$ с. ш.), южная – траверзом мыса Павловича ($46^{\circ}06'$ с. ш.). Наибольшая глубина, на которой были встречены самцы камчатского краба, составила 180 м, самки – 202 м.

В конце апреля – первой половине мая в северо-западной части залива Терпения на глубинах 8–20 м формируются плотные нерестовые скопления крабов. В летний период преимущественно в южной части района формируются нагульные скопления камчатского краба. В июле 1991 г. самцы камчатского краба были встречены в пределах узкой полосы вдоль восточного побережья Сахалина на глубинах 18–55 м. Максимальные уловы самцов отмечали на траверзах пос. Заозерный (21 м) и Арсентьевка (23 м), самок – в районе $47^{\circ}49'$ с. ш. на глубине 18 м. В июле 1987 г. локальное нагульное скопление самцов было зарегистрировано в побережье мыса Сенявина ($47^{\circ}20'$ с. ш.) на глубине 18 м, что на 35 миль южнее, чем в 1991 г. Скопление на 87,5% состояло из промысловых самцов. Судя по наполнению желудков (средний индекс наполнения $6,14\%$), крабы активно питались. В декабре (1986 г.) наблюдали широкое рассредоточение крабов на глубинах от 18 до 180 м при температуре придонного слоя воды от $(-0,9)$ до $3,1^{\circ}\text{C}$, но максимальные уловы по-прежнему наблюдали в прибрежной зоне. По-видимому, большая часть популяции оказалась не способна преодолеть ХПС, и местом их обитания, как и в летний период, оставалась верхняя зона сублиторали с глубинами 6–55 м. Косвенным подтверждением этого является прилов камчатского краба при любительском подледном лове колючего краба в феврале на глубинах 5–10 м. Отсутствие четко выраженных сезонных миграций камчатского краба характерно для всей северо-западной части Охотского моря, где нижняя граница залегания ХПС достигает глубины 400 м (Родин, Мясоедов, 1982).

3.5. Южные Курильские острова. У Южных Курильских островов камчатский краб распространен с океанской стороны о. Итуруп, в Южно-Курильском проливе и с тихоокеанской стороны Малой Курильской гряды на глубинах 20–215 м. С охотоморской стороны острова Итуруп при промысле глубоководного равношипого краба (*Lithodes aequispinus*) в октябре-ноябре 1991 г. промысловые самцы камчатского краба изредка встречались на глубинах до 450 м, непромысловые – до 510 м, а самки – до 380 м. В апреле-мае камчатский краб встречался в Южно-Курильском проливе, Кунаширском проливе и заливе Простор при отрицательной температуре.

Согласно японским источникам (История развития..., 1944; Морской промысел..., 1953; Sato, 1958), в 1909–1940 гг. в Южно-Курильском проливе нагуливались две группировки камчатского краба. Одна из них, зимующая с океанской стороны острова Итуруп и в северо-восточной части Южно-Курильского пролива, весной совершала отчетливые нерестовые миграции на Южно-Курильское мелководье. В течение марта-мая происходила последовательная миграция крабов с глубин 150–200 м в юго-западную часть Южно-Курильского пролива на глубины 20–30 м. В июле прогрев придонного слоя воды до $12\text{--}15^{\circ}\text{C}$ вызывал обратную миграцию крабовых косяков к острову Итуруп. Самки и маломерные самцы не принимали участия в миграциях, продолжая встречаться по всей акватории Южно-Курильско-

го пролива. Другая группировка камчатского краба в сентябре также покидала Южно-Курильский пролив и уходила на тихоокеанскую сторону Малой Курильской гряды через проливы Шпанберга и Полонского. В октябре крабы из этой группировки достигали тихоокеанской стороны о. Хоккайдо в район гт. Кусино, Аккэси.

Согласно нашим данным, в сентябре 1991 г. непромысловые самцы и самки камчатского краба образовывали плотные скопления в северо-восточной части Южно-Курильского пролива на глубинах 69–82 м, а промысловые самцы – с океанской стороны о. Итуруп. Если в 1986–1991 гг. самцы десятикратно преобладали в последнем районе над самками, то в августе 1992 г. соотношение самцов и самок было равно 1:1,46, 77% из них имели на плеоподах фиолетовую икру. В последние годы (1993–1998) весенняя нерестовая миграция половозрелых самцов камчатского краба с океанской стороны о. Итуруп в район Южно-Курильского пролива выражена не так отчетливо, что, на наш взгляд, связано с низкой численностью южно-курильской популяции. Низкая плотность распределения крабов в преднерестовый период в Южно-Курильском проливе приводит к значительной яловости самок, которая достигает в этом районе 38% от числа половозрелых. В зимний период скопления промысловых самцов камчатского краба располагалась с океанской стороны острова Итуруп на глубине 100–220 м (Клитин, 1999). Непромысловые самцы и большая часть самок оставались зимовать в более глубоководной (100–200 м) северо-восточной части Южно-Курильского пролива.

Камчатский краб, обитающий с охотоморской стороны о. Итуруп, не совершает значительных сезонных горизонтальных миграций. Соотношение самцов и самок в этом районе близко к 1:0,5. Выпуск личинок самками происходит на мелководье многочисленных заливов этой части острова, здесь же на глубинах 20–120 м обитает молодь.

3.6. Северные Курильские острова. У Северных Курильских островов камчатский краб распространен преимущественно с охотоморской стороны островов Шумшу и Парамушир в пределах координат $50^{\circ}22'\text{--}50^{\circ}53'$ с. ш. на глубинах 46–200 м. Отдельные особи встречаются и с тихоокеанской стороны (75–100 м) этих островов, однако промыслового значения эта сторона Северных Курил не имеет. Характерной особенностью этой группировки является 11–100-кратное преобладание самцов над самками и отсутствие молоди. Анализ размерного состава камчатского краба у юго-западного побережья Камчатки и в шельфовой зоне островов Шумшу и Парамушир показывает, что в направлении с севера на юг в выборках происходит плавное снижение доли младших размерно-возрастных групп и увеличение средних размеров самцов. Отсутствие здесь собственного центра воспроизводства и, вероятно, очень незначительное размножение с охотоморской стороны островов Парамушир и Шумшу указывает на то, что численность северо-курильской группировки в значительной степени зависит от миграции крабов из Озерновского района Западной Камчатки.

Глава 4. Распределение и некоторые черты биологии личинок и молоди

4.1. Материал и методы. Рассмотрены результаты 12 планктонных съемок у побережья Сахалина и Южных Курил в 1976 и 1991–1999 гг. (см. табл.), общее число станций составило 797. Личинок ловили большой сетью Джели (диаметр 0,37 м,

площадь 0,1 кв. м, газ № 49, размер ячеи 0,168 мм) и икорной сетью ИКС-80 (диаметр 0,8 м, площадь 0,5 кв. м, газ № 14).

4.2. Распределение личинок Западный Сахалин. Личинки камчатского краба у западного побережья Сахалина встречались почти исключительно в прибрежных водах.

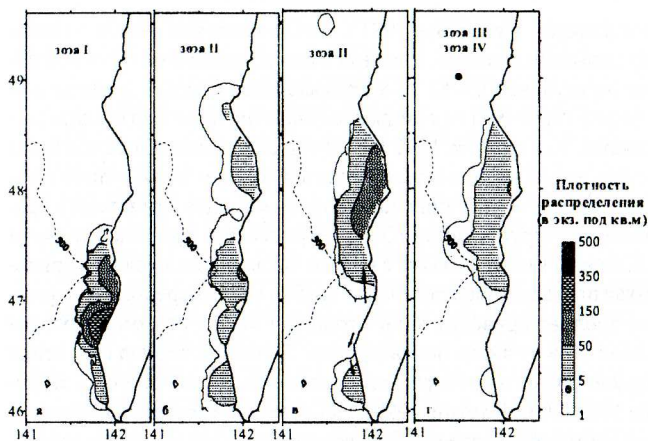


Рис. 2. Распределение личинок камчатского краба в 1999 г.: а – зона I (27.03–1.04); б – зона II (22–28.04); в, г – 12–18.05; в – зона II; г – зона III и зона IV. Распределение зона I, II, III показано штриховкой, зона IV – символом, вектора течений – стрелками.

но противоположных направлениях, что в целом соответствует векторам теплового Цусимского и более холодного Западно-Сахалинского течения (рис. 2б). Это привело к разрыву единого контура распределения и аккумуляции личинок в двух основных районах: на Ильинском мелководье (47°20'–48°30' с. ш.) и в южной части шельфа (46°20'–46°30' с. ш.) (рис. 2в, г). Район аккумуляции личинок в южной части западно-сахалинского шельфа совпадает с зоной конвергенции одной из ветвей Цусимского течения с Западно-Сахалинским течением. Следствием конвергенции является антициклонический круговорот вод и эффект даунвеллинга, который способствует механическому накоплению планктона в этом районе.

Основная часть личинок в 1999 г. была перенесена течением за 49 суток на 60–90 миль к северу от места их выхода в планктон (46°40'–47°30' с. ш.). Средняя скорость переноса лежит в пределах 1,2–1,8 миль/сутки, или 2,6–3,9 см/сек. И только незначительное число зона II и зона IV проникло в мае 1999 г. севернее мыса Ламанон и было встречено на расстоянии 100–145 миль к северу от первоначального места их максимальной концентрации. О преимущественном переносе личинок из репродуктивной зоны в северном направлении свидетельствует их распределение у западного побережья Сахалина в 1991–1998 гг. В мае 1991 г. большая часть зона IV была встречена в центральной части Ильинского мелководья (47°40'–48°40' с. ш.), что предполагает их успешное оседание в районе, благоприятном для роста и развития молоди (Клитин, 1990, 1992). В этом же районе происходила аккумуляция личинок в первой половине мая 1999 г. В 1994 г. глаукотоз камчатс-

кого краба были встречены за пределами Ильинского мелководья, преимущественно у северо-западного побережья Сахалина. В 1998 г. наибольшие концентрации зона II также располагались в 27 милях к северу от мыса Ламанон – за пределами Ильинского мелководья.

Более протяженный дрейф личинок и, как следствие, их оседание в неблагоприятных для развития молоди камчатского краба районах может быть следствием формирования в поверхностном слое на севере Татарского пролива устойчивого потока северного направления, нерест самок и выход личинок в планктон в более северных, чем обычно, районах западного Сахалина или на некотором удалении от берега на глубинах более 50 м, а также более продолжительное, чем обычно, развитие личинок.

Залив Анива. В конце апреля 1976 г. основные концентрации зона I были обнаружены в северо-западной части залива (в том числе в бухте Лососей) в непосредственной близости от основного района выпуска личинок самками. В конце мая – начале июня 1976 г. зона II и III были встречены в более широком районе, но также преимущественно в северной части залива, а зона IV – у восточного побережья залива (46°21' с. ш. над глубиной 65 м) (Клитин, Кочнев, 1999).

Юго-восточный Сахалин. Во второй половине июня 1976 г. зона II были встречены вблизи мыса Терпения и в заливе Мордвинова, зона IV – на акватории залива Терпения, но наибольшая концентрация последних отмечена в районе 48°38' с. ш. (траверз г. Макарова) над глубинами 32 м. В этом же районе на глубинах 18 и 32 м происходило оседание глаукотоз. Во второй декаде мая 1991 г. в планктоне были отмечены только зона I камчатского краба, они были встречены на траверзе пос. Охотское (46°52' с. ш.) над глубинами 43 м.

Южные Курильские острова. В мае-июне 1998 г. и конце мая 1999 г. зона камчатского краба были распространены в Южно-Курильском проливе, с тихоокеанской стороны о. Шикотан и с океанской стороны о. Итуруп над глубинами 19–99 м при температуре воды 0,9–6,5°C. Их плотность повсеместно не превышала 10 экз./м², составив в среднем 3,0 экз. в 1998 г. и 1,6 экз. в 1999 г. По сравнению с 1932 г. (Matsukawa, 1933) в 1999 г. средняя плотность личинок камчатского краба в пределах пролива снизилась в 76 раз, площадь распределения в два раза (с 890 до 437 миль²) (Клитин, 2000). Значительные изменения произошли и в пространственном распределении личинок. Если в 1932 г. их повышенные концентрации были отмечены вблизи о. Кунашир, то в 1998 г. и 1999 г. зона камчатского краба концентрировались в направлении к северу и северо-западу от пролива Шпанберга, а также с океанской стороны о. Итуруп.

4.3. Продолжительность развития личинок. В 1994 г. у западного побережья Сахалина средняя продолжительность развития личинок составила 79±2 суток, для чего потребовалось 357±16 градусо-дней. Для полного завершения развития зона I в марте-апреле 1999 г. потребовалось 28 суток и 66 градусо-дней, для развития зона II дополнительно потребовались 21 сутки и 79 градусо-дней. Необычайно высокая температурная аномалия в течение зимы и весны 1991 г. привела к более раннему нересту самок, и пелагический период жизни личинок сместился на 15–18 дней вперед по сравнению с 1994 г. За счет этого средние температуры воды, при которых происходило развитие личинок в 1991, 1994 и 1999 гг. различались всего на 0,2°C, что практически не отразилось на продолжительности их развития в 1991 г.

В заливе Анива и у Южных Курильских островов выход личинок в планктон происходит на 15–20 дней позже, чем у западного побережья Сахалина. Однако в дальнейшем разрыв в развитии личинок в этих районах сокращался, что, вероятно, связано с быстрым прогревом поверхностного слоя воды. Разница в сроках развития личинок камчатского краба у юго-западного и юго-восточного побережий Сахалина составляет 30–35 дней и сохраняется вплоть до их оседания. На основании опубликованных литературных данных были рассчитаны коэффициенты для формулы Таути ($D=135,82e^{0,1456t}$) и степенной функции ($D=375,33t^{1,080}$), где D – общая продолжительность развития личинок (сут.), t – поверхностная температура воды ($^{\circ}\text{C}$). Наши эмпирические данные по продолжительности развития личинок у западного побережья Сахалина близки к аналогичным теоретическим значениям, рассчитанным из уравнения степенной функции.

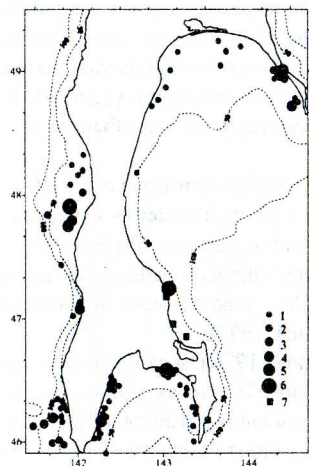


Рис. 3. Места поимки молоди камчатского краба (менее 8 см по ширине карапакса) у побережья Сахалина в 1986–1998 гг. 1–6. Траловые станции с уловами молоди камчатского краба. Плотность улова (в экз. за 30-минутное траление): 1. 1–10, 2. 11–20, 3. 21–30, 4. 31–40, 5. 51 и 87, 6. 293–476, 7. ловушечные станции с уловами молоди камчатского краба.

У западного побережья Сахалина известны два основных района концентрации молоди камчатского краба с размерами менее 7 см: Ильинское мелководье ($47^{\circ}30'–48^{\circ}40'$ с. ш.) и район в пределах $46^{\circ}00'–46^{\circ}20'$ с. ш. (рис. 3). Севернее $48^{\circ}20'$ с. ш. молодь камчатского краба дважды была встречена только в пределах Александровского залива ($50^{\circ}55'–51^{\circ}30'$ с. ш.). В заливе Анива небольшие уловы молоди с шириной карапакса 1–6 см были встречены практически вдоль всей береговой линии, исключая бухту Лососей на глубинах 20–50 м, однако 78% от общего числа станций с ее уловами было сосредоточено вблизи ее западного и северного побережий. В 80-х и начале 90-х годов основной центр воспроизводства камчатского краба у юго-восточного Сахалина был расположен в восточном секторе залива Терпения на глубине 28–30 м. В сентябре 1998 г. наибольшее скопление немигрирующей молоди (476 экз. за 30 минут траления) было найдено на траверзе мыса Острога ($47^{\circ}15'$ с. ш.) на глубине 50 м (см. рис. 3).

У Южных Курильских островов молодь камчатского краба обитает преимущественно в мелководной юго-западной части Южно-Курильского пролива на глубинах 25–65 м и в заливах с охотоморской стороны о. Итуруп. Мальки крабов с шириной карапакса 11–28 мм не образуют скоплений, а особи с шириной карапакса 40–90 мм в дневное время образуют локальные агрегации с плотностью до 5 экз./м². Подобные агрегации, состоящие из 400 и 2000 особей, регистрировали из ПА в заливе Доброе Начало и у западного Сахалина на глубинах 89 и 43 м.

Глава 5. Плодовитость камчатского краба

У побережья Сахалина индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) самок камчатского краба варьировала от 32,8 до 564,2 тыс. икринок, а у побережья

Курильских островов – от 56,9 до 396,5 тыс. икринок. Наиболее высокие значения большинства репродуктивных показателей (ИАП, индивидуальная относительная плодовитость, масса наружной икры, репродуктивный потенциал, популяционная плодовитость) отмечены у самок камчатского краба у западного Сахалина, наиболее низкие – с охотоморской стороны о. Итуруп. У западного побережья Сахалина самки камчатского краба достигают больших предельных размеров и имеют большую абсолютную плодовитость, нежели крабы, обитающие у его восточного побережья. Абсолютная плодовитость западно-сахалинской популяции камчатского краба (в среднем 232,29 тысячи икринок) заметно выше, чем в других частях видového ареала, но меньше, чем у камчатского краба Баренцева моря. С 1986 по 1996 г. ИАП камчатского краба у западного Сахалина снизилась в 1,75 раза с 316,2 до 180,3 тысячи икринок. В последние годы отмечены стабилизация и незначительное увеличение плодовитости.

В течение эмбриогенеза происходило закономерное увеличение массы и диаметра наружной икры, ИАП и ИОП крабов снижались. У западного Сахалина средняя величина потерь икры к концу эмбриогенеза составила 9,3% от величины ИАП, прирост массы наружной икры за 10 месяцев составил 33,1%, или 0,9% от массы самки. В процессе эмбриогенеза диаметр наружной икры возрастал на 5,4–21,1%, а масса икринок – на 34,1–64,4%.

Глава 6. Количественная и качественная характеристика питания

Наибольшая интенсивность питания промысловых самцов камчатского краба отмечалась в июне-июле (общий индекс наполнения желудков у юго-западного Сахалина – 4,6–6,3‰, количество пустых желудков – 8,9–11,8%; в заливе Анива соответственно – 4,3‰ и 17,5%), наименьшая – в марте (для юго-западного Сахалина соответственно – 1,2‰ и 78,8%).

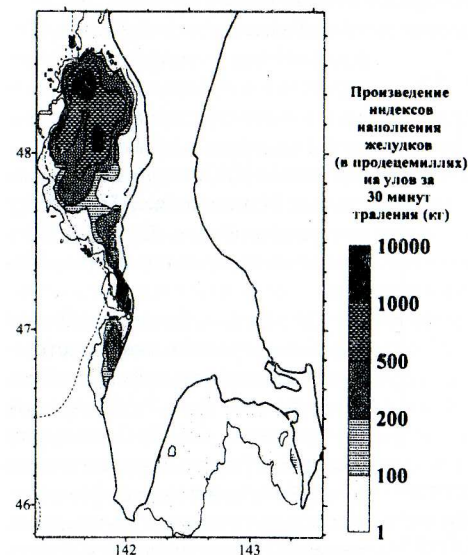


Рис. 4. Поля питания камчатского краба у побережья Сахалина по данным траловой съемки 1991 г.

В пищевых комках камчатского краба встречены организмы, относящиеся к 7 типам и 12 классам животных и 5 классам растений. В марте у юго-западного побережья Сахалина к главным пищевым компонентам отнесены рыба и иглокожие (соответственно 47,1% и 29,1% от массы пищевого комка), в июле – моллюски и иглокожие (в 1991 г. – 36,7% и 42,1%). Летом 1991 г. у западного Сахалина по массе в желудках крабов преобладали иглокожие, а среди них офиура *Amphiodia fissa* и плоский морской еж *Echinarachnius parva*. В желудках камчатского краба были встречены двусторчатые

моллюски pp. *Yoldia*, *Leionucula*, *Macoma*, *Nuculana*, *Megayoldia* и др.; из брюхоногих – pp. *Turritella*, *Margarites*, *Cryptonatica* и др. К второстепенным компонентам отнесены полихеты (pp. *Aphrodita* и *Pectinaria*) и рыбы, к случайным – ракообразные, водоросли, мшанки, гидроиды, актинии, икра рыб. Отдельные кости рыб были встречены в 23% всех проб, но по массе на их долю приходилось только 7,1% от средней массы пищевого комка. В двух пробах обнаружена чешуя сельди. Из водорослей определен *Sargassum miyabei*, также встречены ризоиды *Laminaria*, листовые пластинки *Ceramium* и покрытосеменного растения *Phyllospadix*.

Для качественного состава пищи крабов в заливе Анива характерно значительное преобладание моллюсков (65,8%) и полное отсутствие офиур, отмечено питание крабов осьминогами и многоколенчатыми (Pantopoda).

К излюбленным пищевым компонентам в период нагула у юго-западного Сахалина отнесены полихеты, ракообразные, в заливе Анива – плоские морские ежи, в обоих районах – моллюски. У юго-западного Сахалина выделены две зоны наиболее интенсивного питания промысловых самцов: Ильинское мелководье (47°40'–48°27' с. ш., глубины 45–134 м) и район 47°10'–47°35' с. ш. с максимумом в двух милях южнее мыса Слепиковского на глубине 38 м. Площадь полей питания в районе Ильинского мелководья в 6,6 раза больше, чем в южном подрайоне у западного Сахалина (рис. 4).

Глава 7. Внутривидовая дифференциация камчатского краба в пределах Сахалино-Курильского региона

Для выяснения популяционного состава провели морфометрические измерения 8 пластических признаков у 917 самцов камчатского краба в 7 районах, включая районы, где промысловые скопления камчатского краба появлялись периодически.

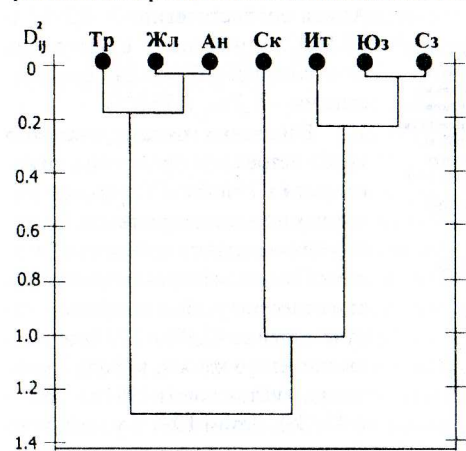


Рис. 5. Дендрограмма различий семи группировок камчатского краба Сахалина и Курильских островов. ОТЕ: Тр – залив Терпения, Ан – залив Анива, Жл – м. Железный, Ит – о. Итуруп, Юз – юго-западный Сахалин, Сз – северо-западный Сахалин, Ск – Северные Курилы.

В дальнейшем число информативных индексов было сокращено до 4. В качестве многомерного показателя различий операбельных таксономических единиц (ОТЕ) использовали расстояние Махаланобиса (D_{ij}^2) между центрами выборок. Достоверность различий определяли по F-критерию.

В результате многомерного морфометрического анализа отсутствие достоверных морфологических различий отмечено в 7 из 21 варианта пар сравнений (рис. 5). Однако, учитывая географическую изоляцию между большинством морфологически не различающихся группировок, только ОТЕ юго-западного и северо-западного Сахалина можно отнести к единой западно-сахалинской популяции ($F=0,384$, $F_{табл}=2,85$), а ОТЕ

мыса Железного (юго-восточный Сахалин) – к анивской популяции ($F=0,303$, $F_{табл}=2,43$). С учетом полученных данных границу между популяциями камчатского краба залива Анива и юго-восточного Сахалина следует проводить не по мысу Анива, а значительно севернее – вероятно, в районе мыса Свободного (46°40' с. ш.). Наиболее существенные различия отмечены между всеми ОТЕ западного и восточного Сахалина ($D_{ij}^2=0,683-3,019$, $F=3,65-24,77$, $F_{табл}=2,42-3,62$, $p=0,01$), что, по-видимому, является следствием различных условий обитания этих популяций. Максимально морфологически обособлена от большинства ОТЕ группировка камчатского краба Северных Курильских островов ($D_{ij}^2=0,79-1,72$, $F=2,33-5,24$, $F_{табл}=2,13-4,13$, $p=0,01$).

Помимо морфологических различий группировки камчатского краба западного Сахалина, залива Анива, залива Терпения, Северных и Южных Курильских островов отличаются по пространственной и функциональной структуре, предельным размерам особей, срокам выпуска личинок, плодовитости и другим характеристикам (Клитин, 1992а, б, 1993, 1996а, б), что позволяет отнести их к разным популяциям (Клитин, 1998б).

Учитывая наличие в Южно-Курильском проливе и с охотоморской стороны о. Итуруп самостоятельных центров воспроизводства камчатского краба, пространственную изоляцию обитающих там группировок (пролив Екатерины пересекает серия поперечных тектонических разломов, выраженных в рельефе морского дна абразионными уступами и каньонами, заток охотоморских вод в Тихий океан через пролив Екатерины вдоль западного побережья о. Итуруп минимальный) в мае-июне 1998 г. и их достоверные различия в репродуктивных показателях (Клитин, 1996б), данные группировки следует рассматривать как независимые популяции. Эти популяции обитают в разных географических условиях, неравноценны по численности, функциональной структуре, репродуктивному потенциалу, популяционной плодовитости.

Глава 8. Биологическая характеристика

8.1. Аллометрия роста. С увеличением размеров у самцов камчатского краба отмечен положительный аллометрический рост карапакса в ширину ($a=1,10-1,11$) и непропорциональное увеличение размеров мероподита ($a=1,12-1,16$) и клешни ($a=1,07-1,35$) по отношению к длине карапакса. В большинстве случаев относительный рост конечностей опережал относительный рост карапакса крабов. Наиболее значителен аллометрический рост клешни в высоту ($a=1,22; 1,35$).

8.2. Половой диморфизм. Помимо общеизвестных половых различий в строении абдомена и абдоминальных конечностей установлен половой диморфизм камчатского краба в морфологии перейопод и карапакса. Самки отличаются от самцов менее вытянутым по ширине карапаксом, более коротким ростромом, меньшими размерами мероподита и клешни. Длина мероподита второй пары ходильных ног (у самцов он в среднем на 21,1% длиннее) является наиболее надежным и достоверным признаком из рассмотренных для идентификации пола, поскольку трансгрессия индексов по этому признаку не превышает 13,3%.

8.3. Определение размера наступления половой зрелости. До наступления половой зрелости у особей обоих полов отмечался почти изометрический рост клешни в высоту ($a=1,039-1,045$). После достижения половозрелости у самцов рост клешни опережал рост карапакса (положительная аллометрия, $a=1,22-1,30$), у самок, соот-

ветственно, отставал (отрицательная аллометрия, $a=0,67-0,70$). Функциональная половая зрелость наступает у самцов камчатского краба западного Сахалина при длине карапакса 97 мм, залива Анива – 99 мм, самок у западного Сахалина – 106 мм. Из уравнений логистических кривых была найдена L_{50} (длина карапакса самок, при которой у 50% самок появляется наружная оплодотворенная икра), которая у западного Сахалина равна 105 мм, в заливе Анива – 111 мм, у юго-восточного Сахалина – 108 мм. Для западного Сахалина L_{50} и размер половой зрелости, найденный методом Хартнолла, практически совпали.

8.4. Размерно-массовые соотношения. Найдены параметры уравнений размерно-массовых зависимостей $W=aV^b$ и $W=aL^b$, где W – масса (г), V и L – ширина и длина карапакса (см). До достижения половой зрелости весовой рост камчатского краба почти изометричен ($W=0,973L^{3,054}$), у половозрелых особей скорость весового роста несколько падает ($W=1,3361L^{2,8211}$). Особенно значительное снижение уровня аллометрии имеет место у половозрелых самок ($W=5,9715L^{2,1838}$).

8.5. Размерный состав. У западного побережья Сахалина ширина карапакса самцов камчатского краба достигает 27,4 см, а самок – 21,7 см, что на 3,6–4,0 см больше аналогичных размеров крабов в заливе Анива и у юго-восточного побережья Сахалина, Южных и Северных Курильских островов, что может быть только следствием более высоких ежегодных приростов крабов в Татарском проливе и хорошо согласуется с более благоприятными гидрологическими условиями в этом районе. Максимальная масса самцов (7,5 кг) и самок (4,2 кг) камчатского краба также была зарегистрирована у западного побережья Сахалина.

8.6. Рост камчатского краба. Рассмотрены размерно-возрастные ключи, предложенные разными авторами для камчатского краба западной Камчатки, Берингова моря, Хоккайдо. Для предварительного определения возраста камчатского краба у западного побережья Сахалина автор применил к данным траловых съемок метод отклонений (Skuldottir, 1979), использующий отклонения одномоментных размерных частот от их среднемноголетних значений. Сравнение отклонений, полученных с интервалом 1–2 года, позволило проследить смещение достаточно многочисленного поколения 1984 года рождения от 1986 г. до возраста наступления половой зрелости (7 лет, 1991 г.). Достаточно хорошо это поколение было представлено в 1986, 1988 и 1991 гг., значительно хуже – в 1989 г. Проследить его дальнейший рост указанным методом не представляется возможным в связи с перекрытием диапазонов длин, соответствующих различным возрастам.

В результате «ручного анализа» была построена предварительная эмпирическая кривая роста камчатского краба до возраста 10+. Годовые приросты камчатского краба у побережья Сахалина и о. Итуруп выше аналогичных показателей на кривых Марукавы (Marukawa, 1933) и Виноградова (1941, 1968) и близки к данным, полученным Матсуурой, Такешитой (Matsuura, Takeshita, 1989) и Брайтом (Bright, 1960). Согласно нашим данным, половозрелыми самцы камчатского краба становятся в 7 лет, а промыслового размера достигают к 10 годам. Показатель роста самцов (K) равен 0,089.

8.7. Особенности годового биологического цикла. Линька самцов у западного побережья Сахалина протекает в два сезона: зимой и весной. В зимней линьке, которая отмечена в южной части Ильинского мелководья на глубинах 180–220 м, участвуют до 33% всех самцов. В дальнейшем эти самцы не участвуют в нерестовых

миграциях в репродуктивную зону. В других районах в зимней линьке принимает участие не более 15% самцов. В весенней линьке, наблюдаемой вдоль всего юго-западного побережья Сахалина (в пределах $46^{\circ}30'-47^{\circ}15'$ с. ш.) на глубинах 20–50 м, участвует до 60% самцов. Первые особи с мягким экзоскелетом появляются на мелководье у западного побережья Сахалина в первой декаде апреля, продолжительность линьки для всей популяции составляет около месяца. В заливе Анива весенняя линька самцов начинается в третьей декаде апреля и продолжается до конца первой декады июня. Выпуск личинок, линьку и откладку новой икры на плеоподы самками наблюдали у юго-западного побережья Сахалина в последних числах марта – первой половине апреля на глубинах 10–50 м. Выпуск личинок и линька самок происходит здесь на 15–35 дней раньше, чем в заливе Анива, с охотоморской стороны о. Итуруп и у юго-восточного Сахалина. В Южно-Курильском проливе линька самок завершается в конце апреля – первой декаде мая.

8.8. Эктопаразиты, комменсалы, бактериальный некроз. Средняя экстенсивность заражения камчатского краба пиявками *Notostomum cyclostomum* и *Crangonobdella fabricii* у западного Сахалина варьировала от 11,2% в ноябре-декабре 2000 г. до 61,5% в марте 1998 г. Ее величина снижалась по мере старения карапакса с 40–58% до 0–3,6%, зараженность гидроидами *Obelia longissima*, многощетинковыми червями *Spirorbis validus*, усоногими раками *Balanus hesperius*, *B. balanoides* и бактериальным некрозом, наоборот, возрастала. На камчатском крабе обнаружены бокоплавы *Ischyrocerus commensalis*, приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis*, икра *Careproctus sp.*

Глава 9. Функциональная структура, численность и рациональная эксплуатация запаса

9.1. История промысловой эксплуатации. Максимальный годовой вылов за всю историю эксплуатации западно-сахалинской популяции камчатского краба составил 12350 т, у юго-восточного Сахалина – 3100 т, в заливе Анива – 1370 т, у Южных Курильских островов – 10800 т.

9.2. Динамика состояния запаса за последнее десятилетие. Наибольший вылов камчатского краба у западного Сахалина приходился на 1995–1997 гг., когда его ежегодный неучтенный вывоз за рубеж достигал 3500 т. С 1995 по 2000 г. промысловая численность этой популяции сократилась в 5 раз (с 2703 до 573 тыс. экз.), в 8,6 раза (с 2,41 до 0,28 экз. на стандартную ловушку) снизились уловы на усилии. С 1998 по 2000 г. доля яловых самок возросла с 1,7 до 7,1%. В заливе Анива уловы промысловых самцов с 1996 по 2001 г. снизились в 4 раза, но значительно возросли уловы молоди, составляющие 98% уловов. Популяция камчатского краба юго-восточного Сахалина не испытала сильного пресса браконьерского промысла и сохранила свою численность. Браконьерский промысел камчатского краба у Южных Курильских островов, а также длительный и интенсивный промысел кукумари и камбал в Южно-Курильском проливе траловыми орудиями лова – основные причины закономерного снижения численности популяции. С 1991 по 1995 г. общая численность самцов камчатского краба в Южно-Курильском проливе снизилась в 12 раз.

9.3. Функциональная структура. Западный Сахалин. Распределение личинок камчатского краба у западного побережья Сахалина свидетельствует об их преимуще-

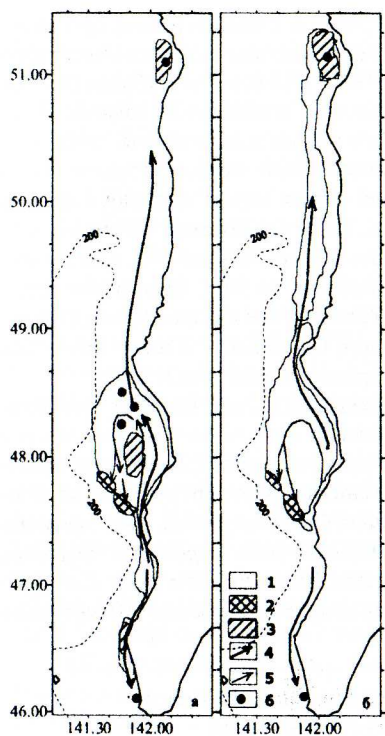


Рис. 6. Функциональная структура ареала западно-сахалинской популяции камчатского краба: а – в 1986–1992 гг., б – в 1993–1997 гг. 1 – летние (нагульные) скопления промысловых особей; 2 – районы зимних скоплений крабов; 3 – летнее распределение непромысловых особей (8–13 см); 4 – перенос пелагических личинок; 5 – весенне-летние и осенние миграции; 6 – основные районы обитания немигрирующей молоди.

кий залив, а обитающая там зависимая группировка камчатского краба существует преимущественно за счет «импорта» личинок из более южных районов. Таким образом, вынос личинок за пределы Ильинского мелководья или их оседание на глубинах более 80 м, вероятно, приводит к формированию малочисленных поколений камчатского краба.

В 1993–1995 гг. было отмечено значительное расширение ареала западно-сахалинской популяции, в результате которого краб был непрерывно распространен от залива Делангла до Александровского залива. Площадь распределения самцов в 1995 г. по сравнению с 1988 г. возросла в 3,3 раза, самок – в 1,4 раза. Пространственное перераспределение камчатского краба сопровождалось временной пере-

ственным переносе из репродуктивной зоны (46°40'–47°30' с. ш.) в северном направлении. Это согласуется с плотными скоплениями молоди, обнаруженными в 1986–1991 гг. в северной части Ильинского мелководья и ее отсутствием в более северных районах (Ishii, 1933; Клитин, 1990б), а также схемой непериодических течений в этом районе. Второй малочисленный центр воспроизводства находится в южной части района (46°00'–46°20' с. ш.) и является следствием дрейфа части личинок из репродуктивной зоны под действием направленного на юг Западно-Сахалинского течения (рис. 6).

У западного побережья Сахалина наблюдали два принципиально различных типа переноса и оседания личинок камчатского краба. В мае 1991 г. и 1999 г. большая часть зоза III и IV аккумулировалась в центральной части Ильинского мелководья (47°40'–48°40' с. ш.), что предполагает их успешное оседание в районе, благоприятном для роста и развития молоди. В 1994 и 1998 гг. личинки камчатского краба были встречены за пределами Ильинского мелководья, преимущественно у северо-западного побережья Сахалина. Отсутствие благоприятных условий для оседания личинок и развития молоди в северной части западно-сахалинского шельфа (48°40'–50°40' с. ш.) в связи с преобладанием на дне жидких илов с низкой биомассой бентоса (Фадеев, 1985) приводит к гибели личинок во время их оседания. Об этом свидетельствует, в частности, отсутствие молоди камчатского краба в этом районе. Исключение составляет Александровский

стройкой функциональной структуры ареала: на 40–60 миль на север переместилась зона размножения популяции, произошло ослабление роли центрального (Ильинское мелководье) и появление центра воспроизводства в Александровском заливе. Освоение камчатским крабом в 1993–1995 гг. новых участков шельфа Татарского пролива совпало и, вероятно, связано с достижением половозрелости новым урожайным поколением и переходом крабов от свойственного молоди агрегированного типа к более разреженному типу пространственного распределения.

В результате последующего снижения численности популяции к 2000 г. (в 4,7 раза по сравнению с 1995 г.) пространственная и функциональная структура популяции фактически вернулась к состоянию 1988 г. Сложная пространственно-функциональная структура популяции, зависимость прибрежных течений от расположения атмосферных фронтов и наличие на севере обширной зоны «стерильного выселения личинок» обусловило редкость появления здесь урожайных поколений по сравнению с побережьем западной Камчатки.

Залив Анива. Появление личинок в планктоне вблизи северо-западного побережья залива заканчивается их оседанием преимущественно у западного и северного побережий, где и происходит развитие молоди. Данные траловых съемок 1985–1991 гг. свидетельствуют о значительных сезонных колебаниях уловов и численности камчатского краба в заливе Анива, являющихся, по-видимому, следствием зимовки большей части популяции за его пределами в зоне отепляющего воздействия течения Соя и последующими нерестовыми миграциями на мелководье к западному побережью залива. На связь камчатского краба залива Анива и о. Рисири указывают японские источники (Морской промысел крабов, 1953). Весьма вероятно предположение о существовании одной независимой популяции крабов в заливе Анива, проливе Лаперуза и вблизи западного побережья острова Хоккайдо. При этом основное репродуктивное ядро популяции и район обитания молоди расположены в заливе Анива. Анивская популяция крабов малочисленна. Основными причинами этого являются: наличие в центральной части залива вод с отрицательными температурами, японский промысел крабов за пределами залива Анива, а также частичный вынос пелагических личинок за пределы залива Анива.

Юго-восточный Сахалин. Основная репродуктивная зона популяции находится у северо-западного побережья залива Терпения, хотя, возможно, выход личинок в планктон происходит также и в более южных районах шельфа юго-восточного Сахалина. Вынос личинок к южной оконечности полуострова Терпения связан с циклоническим круговоротом вод, а оседание личинок у юго-восточного побережья Сахалина происходило в результате их дрейфа из основной репродуктивной зоны на юг под действием Восточно-Сахалинского течения. Пространственное распределение крабов мало меняется на протяжении года. Наличие слоя остаточного зимнего охлаждения обуславливает преимущественно ленточное распределение нагульных скоплений в верхней зоне сублиторали (10–55 м) с положительной придонной температурой. Осенью большая часть популяции неспособна преодолеть ХПС, и местом их зимовки остается верхняя часть шельфа с глубинами 6–75 м.

Южные Курильские острова. До 1991 г. Южно-Курильский пролив служил основной зоной размножения южно-курильской популяции камчатского краба. В начале 30-х годов здесь же наблюдали основные концентрации личинок камчатского

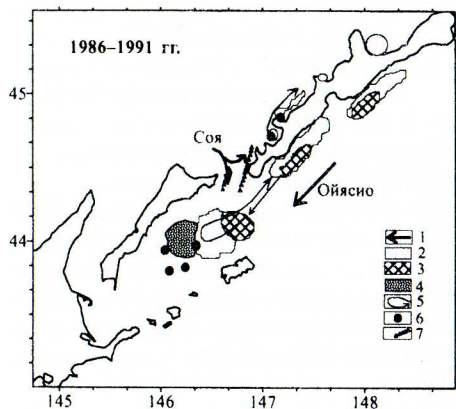


Рис. 7. Функциональная структура ареала камчатского краба в районе Южных Курильских островов в 1986–1991 гг.: 1 – течения; 2 – районы летних (нагульных) скоплений крабов; 3 – основные районы зимних скоплений крабов; 4 – предполагаемый район развития пелагических личинок; 5 – весенне-летние и осенние миграции; 6 – основные районы обитания молоди (менее 7 см); 7 – тектонические разломы.

сменяются к океанскому побережью о. Итуруп. Таким образом, у промысловых самцов нагульные миграции частично совпадают с миграциями в район зимовки.

В 30-х годах в Южно-Курильский пролив совершали отчетливые нерестовые миграции две группировки камчатского краба, одна из которых продолжала нагуливаться и зимовала с океанской стороны Малой Курильской гряды и полуострова Немуро, другая – в северо-восточной части Южно-Курильского пролива и у о. Итуруп. Выпуск и дальнейшее рассеивание личинок приводило к их оседанию в юго-западной части Южно-Курильского пролива. Этому способствовала теплая ветвь течения Соя, проникающая в Южно-Курильский пролив через пролив Екатерины. Наблюдения за миграциями камчатского краба в 1920–1940 гг. относятся к периоду высокой численности этих группировок, поэтому можно предположить, что они составляли единую южно-курильскую популяцию камчатского краба. Высокая численность популяции приводила в ходе неизбежного рассредоточения крабов при нагульных миграциях к расширению района их обитания и освоению новых участков шельфа.

По крайней мере, с начала 70-х годов район, занимаемый южно-курильской популяцией, значительно сократился, и функциональная структура ареала камчатского краба в районе Южных Курильских островов трансформировалась до приведенной на рис. 5. В начале 90-х годов снижение численности южно-курильской популяции привело к нарушению нерестовых миграций половозрелых самцов в район Южно-Курильского мелководья, многократному сокращению плотности преднерестовых скоплений и яловости самок. Следствием этого стало закономерное снижение популяционной плодовитости камчатского краба и численнос-

ти его личинок. Одновременно малочисленная репродуктивная зона камчатского краба появилась у океанского побережья о. Итуруп. Однако полное отсутствие в этом районе молоди и маломерных особей свидетельствует не только о его регулярном пополнении взрослыми особями извне, но и практически полном выносе личинок за пределы района. С охотоморской стороны о. Итуруп молодь и взрослые особи камчатского краба в летний период обитают совместно в одних и тех же районах на глубинах 30–100 м. Репродуктивная зона расположена на мелководье заливов Доброе Начало, Одесский, Куйбышевский, половозрелые особи зимуют на глубинах 180–400 м.

Северные Курильские острова. Непрерывность пространственного распределения камчатского краба с охотоморской стороны островов Шумшу, Парамушир и юго-западного побережья Камчатки и некоторые общие черты для этих двух районов: значительное преобладание самцов над самками и отсутствие молоди указывает на существование обмена между ними. В районе Северных Курильских островов самцы камчатского краба достигают наибольших размеров, что согласуется с общей схемой функциональной структуры ареала западно-камчатской популяции камчатского краба (Родин, 1985). Численность камчатского краба, обитающего в этом районе, подвержена существенным колебаниям. В 1996–1999 гг. отмечали увеличение численности северо-курильской группировки камчатского краба, которое совпало по времени с увеличением численности озерновской псевдопопуляции. Следовательно, северо-курильская группировка функционально является крайней южной составной частью западно-камчатской суперпопуляции и служит зоной расселения наиболее крупных особей. Отсутствие здесь собственного центра воспроизводства и репродуктивной зоны указывает на то, что ее численность почти полностью зависит от миграции особей из озерновской группировки.

ти его личинок. Одновременно малочисленная репродуктивная зона камчатского краба появилась у океанского побережья о. Итуруп. Однако полное отсутствие в этом районе молоди и маломерных особей свидетельствует не только о его регулярном пополнении взрослыми особями извне, но и практически полном выносе личинок за пределы района. С охотоморской стороны о. Итуруп молодь и взрослые особи камчатского краба в летний период обитают совместно в одних и тех же районах на глубинах 30–100 м. Репродуктивная зона расположена на мелководье заливов Доброе Начало, Одесский, Куйбышевский, половозрелые особи зимуют на глубинах 180–400 м.

Северные Курильские острова. Непрерывность пространственного распределения камчатского краба с охотоморской стороны островов Шумшу, Парамушир и юго-западного побережья Камчатки и некоторые общие черты для этих двух районов: значительное преобладание самцов над самками и отсутствие молоди указывает на существование обмена между ними. В районе Северных Курильских островов самцы камчатского краба достигают наибольших размеров, что согласуется с общей схемой функциональной структуры ареала западно-камчатской популяции камчатского краба (Родин, 1985). Численность камчатского краба, обитающего в этом районе, подвержена существенным колебаниям. В 1996–1999 гг. отмечали увеличение численности северо-курильской группировки камчатского краба, которое совпало по времени с увеличением численности озерновской псевдопопуляции. Следовательно, северо-курильская группировка функционально является крайней южной составной частью западно-камчатской суперпопуляции и служит зоной расселения наиболее крупных особей. Отсутствие здесь собственного центра воспроизводства и репродуктивной зоны указывает на то, что ее численность почти полностью зависит от миграции особей из озерновской группировки.

9.4. Оценка общего допустимого улова. В июне 2000 г. средняя численность самцов обловленной части запаса у западного Сахалина составила 936,82 тыс. экз. Отношение показателя общей смертности (Z) к показателю роста (K) определяли с помощью «анализа кривой вылова» (Catch Curve Analysis, или CCA) (Chapman and Robson, 1960; Powell, 1979), используя для этих целей многолетний размерный вариационный ряд самцов. Показатель естественной смертности (M) рассчитывали двумя способами: через средневзвешенную величину гонадосоматического индекса (GSI) и через определение отношения Z/K самок методом CCA. В первом случае воспользовались эмпирическим уравнением Гундерсона (Gunderson, Dugert, 1988), согласно которому $M=0,03+1,68GSI$. В этом случае $M_{самцов}=0,16$, во втором $M_{самцов}=Z_{самцов}=0,148$. При этом предположили, что естественная смертность самцов не превышает естественной смертности самок. Далее по известным формулам CCA были рассчитаны равновесные на период 1990–2000 гг. значения общей численности самцов, промыслового запаса и пополнения для двух значений показателя естественной смертности.

С учетом пресса браконьерского промысла, низкой величины пополнения и исходя из стратегии «осторожного подхода» к управлению рыболовством, ОДУ камчатского краба у западного Сахалина в настоящее время не должен превышать 7,3% от величины, рассчитанной с помощью CCA, его промысловой численности. Снижение браконьерского пресса и рост величины пополнения приведет к увеличению коэффициента промыслового изъятия

9.5. Рекомендации по рациональному использованию запасов.

1. Эксплуатация ресурсов камчатского краба на основе установленных ОДУ. Контроль за сдачей крабов в иностранных портах.
2. Запрет промышленного лова камчатского краба в ближайшие 4 года в заливе Анива и в районе Южных Курильских островов.
3. Утверждение зон, запретных для тралового промысла, в местах обитания молоди камчатского краба.
4. Границу между популяциями камчатского краба залива Анива и юго-восточного Сахалина следует проводить не по мысу Анива, а в районе мыса Свободного (46°40' с. ш.), что необходимо учитывать при прогнозе ОДУ.
5. Сезонный запрет промысла на период линьки и последующего восстановления кондиционных свойств.
6. Переселение и интродукция камчатского краба из районов с высокой численностью в районы с низкой численностью (Южно-Курильский пролив).
7. Подращивание молоди на коллекторах в районах наиболее вероятного оседания личинок (Федосеев, Габаев, 1989; Федосеев, Григорьева, 1999, 2001).

ВЫВОДЫ

1. В 1993–1997 гг. у западного побережья Сахалина в связи с достижением половозрелости новым урожайным поколением камчатского краба произошли временная перестройка функциональной структуры и расширение ареала западно-сахалинской популяции. Снижение численности западно-сахалинской популяции в течение 1997–2000 гг. с 2703 до 573 тыс. экз. привело к возвращению пространственной и функциональной структуры популяции к состоянию 1988 г.
2. У западного побережья Татарского пролива взаимно противоположное действие Цусимского и прибрежного Западно-Сахалинского течений приводит к аккумуляции личинок в двух основных районах: на Ильинском мелководье и в южной части шельфа (46°20'–46°30' с. ш.), что согласуется с расположением двух центров концентрации молоди. Фактическая продолжительность жизни пелагических личинок камчатского краба у западного Сахалина составила 73–79 суток.
3. Сезонные колебания численности камчатского краба в заливе Анива являются, вероятно, следствием зимовки большей части популяции за его пределами в зоне отепляющего воздействия течения Соя и последующих нерестовых миграций на мелководье к западному побережью залива. Функциональная структура у данной популяции нестабильна и подвержена значительным колебаниям.
4. У юго-восточного Сахалина камчатский краб не совершает отчетливых сезонных миграций. Большая часть популяции не способна преодолеть холодный подповерхностный слой, и местом их обитания в течение всего года остается верхняя зона сублиторали с глубинами 6–55 м.
5. Основная репродуктивная зона камчатского краба в районе Южных Курильских островов расположена в Южно-Курильском проливе. Снижение численности южно-курильской популяции привело к нарушению нерестовых миграций половозрелых самцов в этот район и яловости самок, составляющей 38%.
6. Охотоморский шельф Северных Курил, являясь естественным продолжением западно-камчатского, служит зоной расселения самцов старших размерно-возрастных групп западно-камчатской популяции.

7. Наиболее высокие значения большинства репродуктивных показателей отмечены у самок камчатского краба, обитающих у западного Сахалина, наиболее низкие – с охотоморской стороны о. Итуруп.

8. В марте у юго-западного побережья Сахалина к главным пищевым компонентам отнесены рыба и иглокожие, в июле – моллюски и иглокожие. В пище крабов в заливе Анива преобладали моллюски и отсутствовали офиуры. Основным районом нагула промысловых самцов камчатского краба у западного Сахалина является Ильинское мелководье.

9. Наиболее существенные морфологические различия отмечены между всеми выборками западного и восточного Сахалина. Максимально морфологически обособлена от других популяций группировка камчатского краба Северных Курильских островов.

10. В процессе роста самца камчатского краба происходит положительный аллометрический рост его карапакса, мероподита и клешни. Наиболее надежным и достоверным морфологическим признаком из рассмотренных для идентификации пола является длина мероподита.

11. Функциональная половая зрелость наступает у самцов камчатского краба западного Сахалина при длине карапакса 97–99 мм, самок – 105–111 мм.

12. Предельные размеры камчатского краба у юго-западного побережья Сахалина на 36–40 мм больше, чем у крабов из других районов. У западного Сахалина размера функциональной половой зрелости самцы камчатского краба достигают в возрасте 7 лет, промыслового размера – 10 лет.

13. Равновесный вылов камчатского краба у западного Сахалина не должен превышать 7,3% от величины, рассчитанной с помощью ССА, его промысловой численности.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Клитин А. К. Особенности сезонного распределения камчатского краба у юго-западного Сахалина // Биол. ресурсы шельфа, их рац. использ. и охрана : Тез. докл. IV рег. конф. молодых учен. и специалистов Дальнего Востока. – Владивосток. – 1989. – С. 41–42.
2. Клитин А. К. О центрах воспроизводства камчатского краба у юго-западного Сахалина // Экол. основы рац. природопользования на Сах. и Курил. о-вах : Тез. докл. IV науч.-практ. конф. – Ю-Сах. – 1990. – С. 186–187.
3. Клитин А. К. О зимней линьке камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) у юго-западного Сахалина // V Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоноч. (Минск (Нарочь) : Тез. докл. – М. – 1990. – С. 32–33.
4. Клитин А. К. К плодовитости камчатского краба (*Paralithodes camtschatica* Tilesius) у юго-западного побережья Сахалина // Конф. молодых ученых ТИНРО : Тез. докл. – Владивосток. – 1990. – С. 22–23.
5. Клитин А. К., Печенева Н. В. Сезонные особенности питания камчатского краба у юго-западного Сахалина // Акт. вопр. геологии, геофизики и биологии : Материалы 17-й конф. молодых учен. ин-та мор. геологии и геофизики. – Ю-Сах. : ИМГиГ ДВО АН СССР, 1991. – С. 261–272.
6. Клитин А. К., Печенева Н. В. О сезонных особенностях питания камчатского краба у юго-западного Сахалина // Рац. использ. биоресурсов Тихого океана : Тез. докл. Всесоюз. конф. – Владивосток : ТИНРО, 1991. – С. 106–108.

7. Клитин А. К. Распределение и некоторые особенности биологии камчатского краба у юго-западного Сахалина // Промыслово-биол. исслед. мор. беспозвоноч. : Сб. науч. тр. – М. : ВНИРО, 1992. – С. 14–26.

8. Клитин А. К. К познанию пространственной структуры сахалинских популяций камчатского краба // Конф. молодых учен. ТИНРО : Тез. докл. – Владивосток. – 1992. – С. 56–57.

9. Клитин А. К. Численность и некоторые особенности летнего распределения камчатского краба у юго-западного Сахалина // VIII науч. конф. по экологии, физиологии и биохимии рыб : Тез. докл. – Петрозаводск. – 1992. – Т. 1. – С. 143–144.

10. Клитин А. К. Камчатский краб // Промысловые рыбы, беспозвоноч. и водоросли мор. вод Сах. и Курил. о-вов. – Ю-Сах. – 1993. – С. 20–28.

11. Клитин А. К. Питание самцов камчатского краба *Paralithodes camtschatica* в заливе Анива (о. Сахалин) // Рыбохоз. исслед. в Сах.-Курил. р-не и сопред. акваториях : Сб. науч. тр. – Ю-Сах. : Сах. обл. книж. изд-во, 1996. – Т. 1. – С. 90–97.

12. Клитин А. К. Камчатский краб шельфовой зоны о. Сахалин (Литературный обзор, история промысла, пространственная и функциональная структура популяций) // Вестн. Сах. музея. – Ю-Сах. – 1996. – № 3. – С. 324–342.

13. Клитин А. К. Плодовитость камчатского краба у побережий Сахалина и Южных Курильских островов // Бюл. МОИП, отд. биол. – 1996. – Т. 101. – Вып. 6. – С. 43–52.

14. Клитин А. К. О перестройке пространственно-функциональной структуры и колебаниях численности камчатского краба у западного побережья Сахалина / Северо-восток России: прошлое, настоящее, будущее : Расшир. тез. докл. рег. науч. конф. – Магадан. – 1998. – Т. 1. – С. 124–126.

15. Клитин А. К. Результаты многомерного анализа морфометрических измерений камчатского краба из Сахалино-Курильского региона // Изв. ТИНРО. – 1998. – Т. 124. – С. 785–797.

16. Клитин А. К. О трансформации функциональной структуры камчатского краба в районе Южных Курильских островов в связи с колебаниями его численности // XI Всерос. конф. по промысловой океанологии (Калининград) : Тез. докл. – М. : ВНИРО, 1999. – С. 82–83.

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

18. Клитин А. К., Низяев С. А. Особенности распространения и жизненной стратегии некоторых промысловых видов дальневосточных крабоидов в районе Курильских островов // Биология моря. – 1999. – Т. 25. – № 3. – С. 221–228.

19. Клитин А. К., Саматов А. Д. О роли распределения личинок в популяционной динамике камчатского краба Татарского пролива // Рыбохоз. исслед. Мирового океана : Тез. докл. Междунар. науч. конф. – Владивосток : ДВГТРУ, 1999. – С. 140–141.

20. Клитин А. К. О распределении личинок промысловых крабов у южных Курильских островов в 1998 и 1999 гг. // Вопр. рыболовства. – 2000. – Т. 1. – № 2–3. – Ч. 1. – С. 169–172.

21. Михеев А. А., Клитин А. К. Зависимость уловов на ловушку крабов *Paralithodes* spp. от типа ловушки, продолжительности застоя и числа ловушек в порядке // Вопр. рыболовства. – 2000. – Т. 1. – № 2–3. – Ч. 2. – С. 56–59.

22. Клитин А. К., Шепелева О. Н. О распространении камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* у северо-восточного побережья Сахалина // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Материалы II науч. конф. – Петропавловск-Камчатский. – 2001. – С. 233–234.

23. Клитин А. К. Распределение и питание промысловых самцов камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus* Tilesius) у юго-западного побережья Сахалина и в заливе Анива // Исслед. биологии промысловых ракообраз. и водорослей морей России : Сб. науч. тр. – М. : ВНИРО, 2001. – С. 120–131.

24. Klitin A. K. Changes in red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) population distribution and composition with decreased abundance off the Southern Kuril Islands // Crabs in cold water regions: biology, management, and economics. Abstracts 19th Lowell Wakefield Symposium. – Anchorage, Alaska, USA. – 2001. – P. 22.

25. Kantakov G. A., Klitin A. K., Schevchenko G. V., Shirmankina L. S. Tsushima and West-Sakhalin currents driving role on the red king crab early ontogenetic stages in the sea of Japan // Abstracts PICES. Tenth annual meeting. 5–13 October 2001. – Victoria, Canada. – P. 52–53.

26. Тарвердиева М. И., Клитин А. К. Питание камчатского краба у западного побережья Сахалина // VIII съезд Гидробиол. о-ва РАН : Тез. докл. – Калининград. – 2001. – Т. 1. – С. 71.

27. Клитин А. К. О перестройке пространственно-функциональной структуры западно-сахалинской популяции камчатского краба // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128. – С. 515–522.