

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВОЗРАСТА КАМЧАТСКОГО КРАБА (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*)

А. К. Клитин

Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск)

Определение возраста гидробионтов – одна из ключевых задач промысловой гидробиологии. Знание возрастной структуры популяции необходимо для расчета таких важных ее характеристик, как возраст полового созревания, возраст, при котором продукционные характеристики популяции максимальны, предельный возраст, смертность, пополнение, и в конечном итоге – прогнозирования ее численности.

Наличие жесткого экзоскелета обуславливает скачкообразный рост ракообразных, в отличие от позвоночных животных, у которых рост является непрерывным процессом (Passano et al., 1960; Мина, Клевезаль, 1976). Скачкообразный рост камчатского краба происходит во время линек, в ходе которых разрушается и сбрасывается старый и образуется новый экзоскелет. При этом сбрасываются все части наружного скелета, а также желудок, жабры, «сухожилия» и другие субстанции эктодермального происхождения, содержащие хитин (Marukawa, 1933; Виноградов, 1941). После освобождения крабов от старого экзоскелета ткани животного быстро набухают в результате абсорбции воды через наружные покровы и жабры (Kurata, 1960; Уитон, Лосон, 1989). Во время послелиночного периода наблюдается активное образование тканевых белков, и снижается содержание воды в тканях крабов. В связи с этим весовой рост камчатского краба, напротив, происходит в периоды между линьками и равен нулю или даже может быть отрицательным в периоды линек.

Данная статья содержит обзор публикаций, которые посвящены определению возраста камчатского краба методами размерно-частотного анализа (Length Frequency Analysis – LFA). В конце автор приводит результаты собственных исследований, частично опубликованных в одной из его работ (Клитин, 2002). Поскольку большинство из приведенных работ труднодоступны, а некоторые (Kurata, 1961; Marukawa, 1933) опубликованы на японском языке, автор считает, что публикация данного обзора будет полезна для исследователей роста ракообразных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для данной публикации послужили работы отечественных (семь работ) и зарубежных авторов (13 работ) по определению возраста камчатского краба в Беринговом море, на западно-камчатском шельфе, шельфе о. Хоккайдо (Япония), в Сахалино-Курильском регионе и в аквариальных условиях.

Определение индивидуального возраста камчатского краба, как и других ракообразных, связано со значительными трудностями в связи с отсутствием у них структур, его регистрирующих (аналогичных годовым кольцам на отолитах, склеритам на чешуе рыб или кольцам нарастания на раковинах двустворчатых и крышечках брюхоногих моллюсков). Косвенной характеристикой возраста является размер животного. Однако взаимного однозначного соответствия между возрастом и размером камчатского краба нет, в связи с чем диапазоны длин, соответствующие разным поколениям, сильно перекрываются. Данное обстоятельство обусловлено различиями в темпе роста отдельных особей.

Поскольку определение индивидуального возраста камчатского краба в настоящее время невозможно, разными исследователями предпринимались попытки визуально или на основе статистических критериев разделить смесь размерных распределений на возрастные компоненты, т. е. применялись различные методы размерно-частотного анализа: Петерсена (Petersen, 1891), вероятностной бумаги Хардинга (Harding, 1949), Сунда (Sund, 1930), отклонений (Skuladottir, 1981). Фактически изучение роста предшествовало определению возраста каждого поколения. Как правило, сначала определялся прирост тех поколений, которые хорошо представлены в выборках, а потом проводилась экстраполяция в сторону плохо представленных в пробах поколений (Ivanov, Stolyarenko, 1995). Однако в ряде случаев при исследовании возраста ракообразных методами размерно-частотного анализа приходится иметь дело не с отдельными поколениями, а с инстар-возрастными группами, их возраст выражен числом линек, которые краб претерпел после метаморфоза. По мере увеличения возраста продолжительность межлиночных периодов возрастает, а доля крабов, участвующих в линьке, становится все меньше. Поэтому в ряде работ (Kurata, 1961; Weber, 1967; Matsuura, Takeshita, 1989) определение возраста камчатского краба сводится к решению двух задач: определению прироста размера за линьку и числа линек в течение каждого возрастного класса. Для определения прироста размера за линьку помимо методов размерно-частотного анализа некоторые исследователи использовали данные, полученные в ходе аквариальных наблюдений и выращивания камчатского краба в садках (Marukawa, 1933; Закс, 1936; Weber, 1967; Matsuura, Takeshita, 1989), мечение крабов (Cleaver, 1961), а для определения продолжительности межлиночного периода определяли возраст эпибионтов на экзоскелете (Галкин, 1963). Для определения числа линек в течение одного года Курата (Kurata, 1961) использовал эмпирическую зависимость между продолжительностью межлиночного периода и суммой эффективных температур.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В монографии Марукавы (Marukawa, 1933) приводятся размерно-возрастной ключ и кривые роста, построенные на основе изучения частоты распределения ширины карапакса камчатского краба (рис. 1). По сути, Марукава инту-

итивно воспользовался методом Петерсона (Petersen, 1891)¹, предположив, что каждому годовому классу на размерной кривой будет соответствовать одно модальное значение ширины карапакса. Кроме того, Марукава использовал в своей работе результаты наблюдений за индивидуальными приростами крабов за линьку. Для этой цели он в течение трех лет (1930–1932 гг.) проводил опытное выращивание молоди крабов, пойманной у о. Сибоцу в проливе Немуро (о. Зеленый в Южно-Курильском проливе), а также использовал данные, полученные в результате линьки крабов в жаберных сетях.

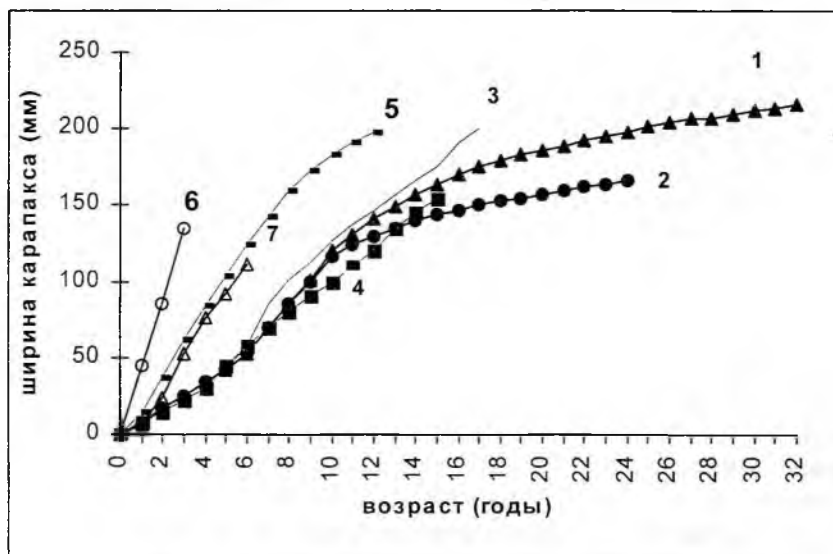


Рис. 1. Рост самцов камчатского краба по литературным данным: 1, 2 – по Х. Марукава (Marukawa, 1933) у Южных Курильских островов; 3 – по Л. Г. Виноградову (1941) у западной Камчатки; 4 – по Л. Г. Виноградову (1968) у западной Камчатки; 5 – по Л. Г. Виноградову и В. Е. Родину (1970) в Беринговом море; 6 – по Вангу (Wang, 1937) у о. Хоккайдо; 7 – по Курате (Kurata, 1961) у о. Хоккайдо. 1, 3–7 – самцы; 2 – самки

Согласно Марукаве (1933), карапакс камчатского краба через 12 месяцев после выклева личинки достигает ширины 7 мм, а при достижении половой зрелости (9–10 лет) – 100–105 мм в Южно-Курильском проливе и 85–90 мм – у берегов Камчатки. Продолжительность жизни самцов камчатского краба составляет 31 год, самок – 24 года. К этому возрасту ширина карапакса самцов достигает 216 мм, самок – 165 мм. Темпы роста самцов и самок одинаковы до момента достижения ими половой зрелости, но затем темп роста самок снижается. Максимальные абсолютные приросты ширины карапакса для обоих полов отмечены в возрасте 5–10 лет. Число ежегодных линек у особей разного пола остается постоянным. В первый год жизни (исключая стадию личинки) камчатский краб линяет 7–9 раз, во второй – 6–7, третий – 4–5, в четвертый – 2–3, от 4 до 10 лет – по два раза ежегодно, далее – один раз в год.

Для описания полученных данных Марукава воспользовался уравнением логистической кривой:

$$k=200/(1+e^{2,72565-0,30286t}),$$

¹ Ссылка на этот метод в работе Марукавы (Marukawa, 1933) отсутствует.

где где k – ширина карапакса в возрасте t (мм), t – возраст (лет), 200 – максимальный размер (мм).

И. Г. Закс (1936) приводит результаты аквариальных наблюдений за ростом мальков камчатского краба сотрудника ТИНРО М. Л. Пятакова. Было установлено, что в течение первого года краб вырастает до 9 мм после 11–12 линек, при этом его темп роста существенно варьирует в зависимости от температуры воды и корма. Согласно И. Г. Заксу, начиная со второго года жизни и до достижения взрослого состояния, краб линяет два-три раза в год. Выращивание мальков камчатского краба на коллекторах в бухтах Рейд Паллады, Халовой и Миноносок (Приморье) показало, что во второй половине первого года жизни ширина панциря мальков достигает 7 мм, второго года – 24 мм, третьего – 32 мм (Федосеев, Григорьева, 2002).

Необычайно формальный подход к определению возраста продемонстрировал Ванг (Wang, 1937), который оценивал рост камчатского краба, выловленного у побережья Хоккайдо, по частотному распределению ширины карапакса. За середины возрастных классов первого, второго и третьего года жизни им были приняты модальные значения ширины карапакса 45, 85 и 135 мм.

Л. Г. Виноградов (1941) оценивал максимальный возраст камчатского краба в 20 лет. К этому возрасту ширина карапакса самцов достигает 220–230 мм, а отдельные самцы вырастают до 250 мм. Автор приводит размерно-возрастной ключ, составленный на основании данных Закса (1936), Марукавы (Marukawa, 1933) и собственных. При этом, по мнению автора, годовые приросты ширины карапакса камчатского краба, начиная с семилетнего возраста несколько выше, чем по данным Марукавы. Однако впоследствии Л. Г. Виноградов (1968) несколько пересмотрел свою точку зрения и снизил величину годовых приростов камчатского краба, обитающего у берегов западной Камчатки (см. рис. 1). При этом он признает, что в более теплых водах вблизи американского континента «этот вид растет почти в два раза быстрее». Л. Г. Виноградов (1969) справедливо замечал, что для камчатского краба с размерами 8–9 см можно определить величину годового прироста «по годовому смещению пика урожайных поколений». Это смещение составило у западного побережья Камчатки 8–11 мм в год.

Курата (Kurata, 1960, 1961) с целью определения размеров условных возрастных групп (instar), соответствующих размерам животного после очередной линьки, анализировал размерные кривые посредством выделения из них отдельных составляющих – теоретически нормальных распределений, т. е. использовал метод вероятностной бумаги Хардинга (Harding, 1949). Так, Курата (Kurata, 1961) выделил у самцов камчатского краба с предельной длиной карапакса 222 мм 60 возрастных групп, у самок (предельная длина 168 мм) – 49. Для вычисления предельной длины (L_{∞}) и коэффициентов уравнения роста Курата использовал графический метод Хиатта (Hiatt, 1948). Он определил так называемый коэффициент роста $a = (L_{n+1} - L_n) / L_n$ (отношение приростов длины карапакса в ходе двух последовательных линек на стадиях n и $n+1$) и построил кривые роста (см. рис. 1, табл.).

Точка перегиба кривой роста (соответствующая размеру половой зрелости) отмечена при длине карапакса самцов 102,2 мм, самок – 94,2 мм. Как и на кривых роста, построенных Марукавой (Marukawa, 1933), различия в росте между полами обнаруживаются только у крабов, достигших половой зрелости. Предельная длина карапакса согласно Курате (Kurata, 1960) составила для

самцов 234,6 мм, а для самок – 178,4 мм. У неполовозрелых особей наблюдали слабый возрастающий рост ($a=1,0862$), у половозрелых – слабый затухающий ($a=0,9052$ для самцов и $a=0,8592$ для самок).

Таблица

**Регрессионные кривые роста, вычисленные разными авторами
для неполовозрелых особей камчатского краба**

Район	Уравнение	N (экз.)	Автор
У о. Хоккайдо	$L_{n+1}=0,353+1,086L_n$	156	Kurata, 1961
Залив Кука (зал. Аляска)	$L_{n+1}=1,162+1,105L_n$	47	Bright et al., 1960
Берингово море	$L_{n+1}=0,012+1,183L_n$	31	Такеучи, 1960
Берингово море	$L_{n+1}=-0,035+1,22L_n$	36	Рыболовное агентство Японии (по: Weber, 1967)
У о. Уналашка	$L_{n+1}=-0,590+1,284L_n$	314	Weber, 1967

Курата (Kurata, 1961) проанализировал данные по приростам за линьку камчатского краба, полученные Марукавой (Marukawa, 1933) и Сато (Sato, 1958). На основании этих данных он определил продолжительность каждого инстар-возраста через эмпирическую зависимость суммы эффективных температур (D°) между двумя последовательными линьками, от длины карапакса (L , мм) крабов: $D^\circ=230+0,00169L^3$. Под эффективной температурой подразумевалась среднесуточная положительная температура.

С учетом того, что годовая сумма эффективных температур в районе острова Оокуро на восточном побережье Хоккайдо составляет 2500° , Курата (Kurata, 1961) рассчитал инстар-возраст, соответствующий каждому годовому возрастному классу, включая возраст наступления половой зрелости (6+). Несомненным достоинством методического подхода Кураты является определение общего характера зависимости между продолжительностью межлиночного периода, с одной стороны, и суммой эффективных температур и размерами краба – с другой. В то же время свои данные Курата считал предварительными и слабо обоснованными. В частности, первоначально эмпирически вычисленные коэффициенты уравнений, связывающих сумму эффективных температур с длиной карапакса, для крабов разных размеров различались в десять раз. Уравнение Кураты пригодно для определения возраста только неполовозрелых особей. Если использовать его для определения возраста более крупных крабов, то при длине карапакса 198 мм их возраст составит 47 лет, что нереалистично. На существенное влияние температуры на темп роста камчатского краба указывает работа гидробиологов из Норвежского института рыболовства и аквакультуры. За 450 дней длина карапакса камчатского краба достигала 17 мм, ее рост на данном этапе подчинялся уравнению: $L=1,856+0,004D^\circ$, где L – длина карапакса, D° – сумма эффективных температур в градусоднях (Damsgard et al., 1997). Согласно исследованиям норвежских гидробиологов, для достижения указанного размера потребовалось 3786 градусодней, согласно Курате (Kurata, 1961) – около 3800 градусодней, т. е. в обоих случаях были получены близкие результаты.

Многочисленные модальные значения и точки перегиба, получаемые в ходе применения указанных методов размерно-частотного анализа (Petersen, 1891,

Harding, 1949), достаточно сложно интерпретировать. Точность определения условных возрастных групп крабов в подходе Марукавы и Кураты снижается по мере увеличения их возраста, поскольку часть крабов пропускает очередную линьку. Тем не менее, подобный подход принес определенную пользу в качестве разведочного анализа, который дал некоторые начальные приближения для последующих формальных статистических процедур. Определение возраста колючего и четырехугольного волосатого крабов на основе условных возрастных групп достаточно популярно в Японии (Abe, Koike, 1984; Abe, 1992). Однако о дальнейшей процедуре перехода от инстар-возраста к собственно возрастным классам с интервалом в один год в указанных публикациях ничего не сообщается. Поэтому неизвестно, привлекались ли для этих целей данные по сумме эффективных температур.

Кливер (Cleaver, 1961) использовал для определения возраста камчатского краба в Беринговом море наблюдения за мечеными особями. Метки прикреплялись к мускулу, соединяющему карапакс и абдомен, т. е. в месте, где происходит разрыв панциря при линьке, и откуда через образовавшееся отверстие выходит тело перелинявшего краба с «бумажным» панцирем. Благодаря этому метки не терялись во время линек. Измерение вторично пойманных меченых крабов позволило определить их прирост между двумя измерениями. Кроме того Кливер (Cleaver, 1961) исследовал рост камчатского краба путем наблюдения за смещением мод урожайного поколения на графиках размерного состава. Используя метод Джексона (Ricker, 1958), он определил среднюю величину ежегодного коэффициента выживания, которая по данным мечения 1955 г. равнялась 0,54, 1956 г. – 0,62, коэффициент естественной смертности соответственно – 0,40 и 0,31. Результаты этих исследований показывают, что почти все крабы с длиной меньше 110 мм линяли ежегодно. Средний прирост карапакса крабов с длиной 110–160 мм за одну линьку был почти постоянен и равнялся 16 мм. С возрастом по мере асимптотического приближения к предельному размеру интервалы между линьками возрастали (у крабов с размерами более 170 мм ежегодно линяло только 10% особей), благодаря чему средние годовые приросты снижались с 15 до 4 мм (рис. 2). В то же время непредсказуемый пропуск линьки некоторыми особями привел к большой разнице в размерах одновозрастных крабов, которая достигала 60 мм. Так, в возрасте 12 лет средняя длина карапакса самцов по Кливеру равнялась 168 мм при размахе значений от 142 до 200 мм.

Вебер (Weber, 1967) изучил рост 317 неполовозрелых камчатских крабов (с длиной карапакса менее 80 мм) у о. Уналашка, выращивая их в садках. Их приросты за линьку составляли от 23 до 27% от длины карапакса и были выше, чем у берегов Хоккайдо (Kurata, 1961). Полученное Вебером уравнение, связывающее предлиночную и послелинечную длину карапакса (см. табл.), имело более высокое значение коэффициента a , а кривая отличалась большим углом наклона. Вебер рассмотрел также размерный состав неполовозрелого камчатского краба, собранного во время прибрежных съемок в Бристольском заливе. Он исходил из предположения, что в течение неполовозрелой фазы развития отсутствует перекрытие годовых классов, поэтому рост может быть оценен по изменениям в позициях мод в размерно-частотных распределениях неоднократно повторяющихся выборок одной и той же популяции. Согласно Веберу (Weber, 1967), к концу первого года жизни (длина карапакса 11 мм) краб претерпевает приблизительно 11 линек. От конца первого года к концу третьего года неполовозрелые крабы линяют дополнительно во-

семь раз, после чего они линяют только один раз в год. У самцов крабов, имеющих длину карапакса 80 мм и более, прирост за линьку близок к константе. У самок прирост за линьку понижается с увеличением размера. Половозрелость самцов наступает в возрасте 5 лет, самок – 5,5 лет. В целом Вебер (Weber, 1967) получил более высокий темп роста камчатского краба, чем Курата (Kurata, 1961), проследив во времени рост нескольких его поколений, для чего он интуитивно воспользовался методом Сунда (Sund, 1930)².

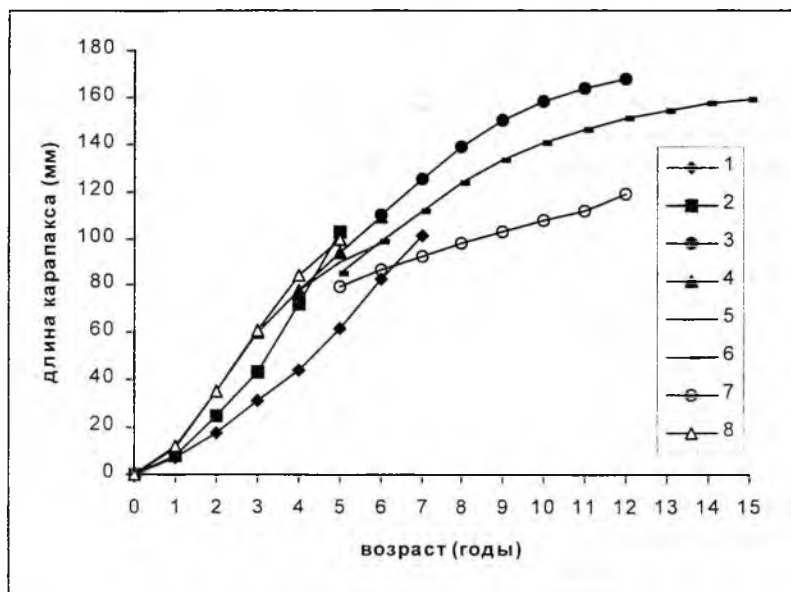


Рис. 2. Рост самцов камчатского краба по литературным данным: 1 – по Брайту с соавторами (Bright et al., 1960) в заливе Кука, зал. Аляска; 2 – по Наказаве (Nakazawa, 1912) у о. Хоккайдо; 3 – по Кливеру (Cleaver, 1961) в юго-восточной части Берингова моря; 4, 5 – по Веберу (Weber, 1965) у о. Уналашка и в Бристольском заливе; 6, 7 – по Матсууре и Такешите (Matsuura, Takeshita, 1989) у западной Камчатки; 8 – по Пауэллу (Powell, 1967) у о. Кадьяк, зал. Аляска. 1–4, 6, 8 – самцы; 5, 7 – самки

Содержание в течение 13 лет самцов камчатского краба, выловленных у побережья Камчатки, в аквариумах при температуре воды 3–5°C и непрерывной подаче морской воды показало, что прирост длины карапакса не зависит от времени, прошедшего с момента последней линьки, и у самцов с размерами 85–173 мм составляет 12–16 мм за одну линьку, или 8,1–13,1% к размерам животного (Matsuura, Takeshita, 1989). К 15 годам длина карапакса самцов достигла 160 мм, а к 21 году – 173 мм. Промежутки между линьками у самцов составляли от одного года до четырех лет, самки же линяли ежегодно. Косвенным подтверждением больших промежутков времени между линьками у крупных самцов камчатского краба является определение возраста обрастаний на его экзоскелете (Галкин, 1963). Так, в 13 из 17 проб усонюгих раков *Balanus crenatus* и *B. balanoides*, собранных Ю. И. Галкиным на панцирях камчатского краба у западного побережья Камчатки, возраст превышал два года. Для построения кривых роста половозрелых крабов при их искусственном выращива-

²Ссылка на метод Сунда (Sund, 1930) в работе Вебера (Weber, 1967) отсутствует.

нии (см. рис. 2) Матсуура и Такешита (Matsuura, Takeshita, 1989) использовали наиболее близкую к собственным данным модель роста, предложенную Вебером и Мияхарой (Weber, Miyahara, 1962). Указанные авторы применили для построения кривой роста данные по мечению, которые они совмещали с наблюдениями за долей линяющих крабов. Недостающая часть кривой роста неполовозрелых крабов была восполнена Вебером и Мияхарой по размерно-возрастному ключу, предложенному Куратой (Kurata, 1961).

Несмотря на то, что данные по росту камчатского краба, полученные различными исследователями, достаточно противоречивы, их можно разбить на несколько групп. Кривые роста неполовозрелого камчатского краба, полученные Пауэллом (Powell, 1967) и Вебером (Weber, 1967), практически совпадают. К ним приближаются кривые Кураты (Kurata, 1961) и Наказавы (Nakazawa, 1912). У последнего автора кривая роста неполовозрелого краба вогнутая, и с четырех до пяти лет прирост его длины максимален. На остальных кривых темп роста в этом возрасте начинает замедляться. Заметно ниже, чем приведенный у вышеназванных авторов, темп роста неполовозрелых крабов на кривой Брайта с соавторами (Bright et al., 1960). Наиболее низкий он на кривой роста Марукавы, который ошибочно принимал за возрастные классы наиболее заметные инстар-возрастные стадии. Впоследствии данные Марукавы для неполовозрелого краба были критически переработаны Куратой (Kurata, 1961). Размерно-возрастной ключ, предложенный Марукавой, был с незначительными изменениями принят Л. Г. Виноградовым (1941, 1968). Матсуура и Такешита (Matsuura, Takeshita, 1989) для описания роста краба до пятилетнего возраста воспользовались ключом Кураты. До 12 лет темп роста, согласно их кривой, оставался достаточно высоким (ежегодные приросты длины не менее 7 мм), затем он существенно снижался, и кривая роста в своей правой части приближалась к кривой Марукавы (Marukawa, 1933). Тренд роста на кривой Матсууры и Такешиты (Matsuura, Takeshita, 1989) совпадал с таковым на кривой Вебера и Мияхары (Weber, Miyahara, 1962). Несколько особняком от остальных расположена кривая роста Кливера (Cleave, 1961). Наиболее высокий темп роста камчатского краба был получен им в возрасте шести–девяти лет. И хотя Кливер, как и Матсуура с Такешитой (Matsuura, Takeshita, 1989), признавал, что среди крупных самцов камчатского краба ежегодно линяет только 10% особей, т. е. перерывы между их последовательными линьками теоретически могут достигать десяти лет, одновозрастные самцы на его кривой имеют длину карапакса на 16–17 мм больше, чем на кривой японских авторов. Российские исследователи (Виноградов, Родин, 1970) во время работы в Беринговом море использовали для расчета численности крабов размерно-возрастной ключ Вебера (Weber, 1967) для неполовозрелых самцов и Кливера (Cleave, 1961) – для половозрелых, хотя сам Вебер определял возраст половозрелых самцов по более пологой кривой роста (Weber, Miyahara, 1962).

Для предварительного определения возраста камчатского краба у западного побережья Сахалина автор применил метод отклонений (Skuladottir, 1981), использующий отклонения одномоментных размерных частот от их средне-многолетних значений (рис. 3) (Клитин, 2002).

При этом использовали только данные траловых съемок. Сравнение отклонений, полученных с интервалом один–два года позволило проследить смещение поколения 1984 года рождения от 1986 г. до возраста наступления половой зрелости (семь лет, 1991 г.). Поколение 1984 г. было достаточно многочис-

ленным, что позволило проследить его рост во времени. Достаточно очевидно 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. По мере роста это перекрытие увеличивается, поскольку часть крабов пропускает очередную линьку.

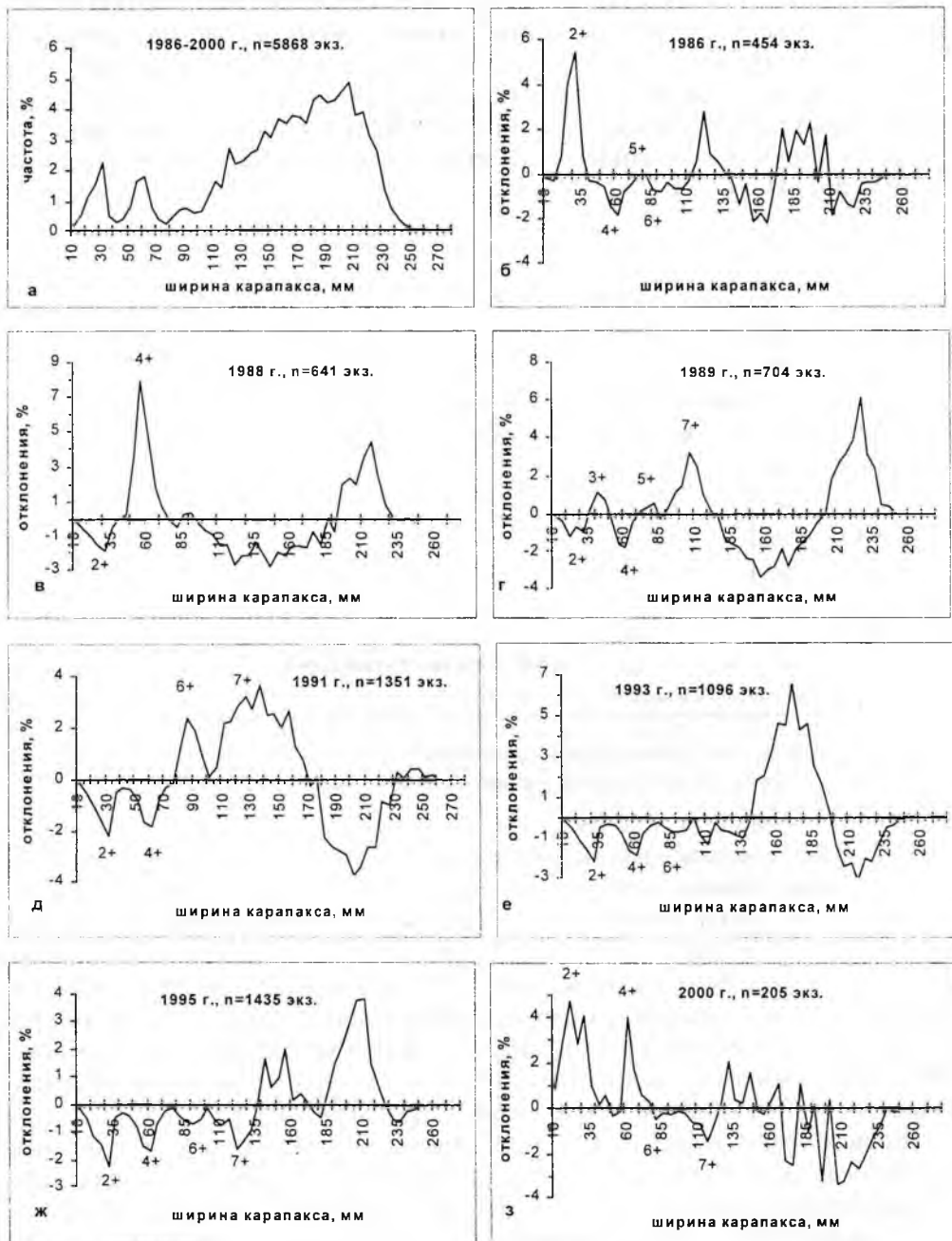


Рис. 3. Средняя многолетняя размерная кривая (а) и отклонения от нее одномоментных размерных частот самцов камчатского краба (б–з) у западного побережья Сахалина по данным траловых съемок 1986–1995 и 2000 гг.

Кроме этого, для определения годовых приростов использовали данные одной траловой (1988 г.) и двух ловушечных съемок (1991 и 1995 гг.) в заливе Доброе Начало (о. Итуруп). Отличительной особенностью этого залива являются его хорошая изоляция от других районов охотоморского шельфа и относительно небольшая численность обитающей там группировки камчатского краба, что при наличии урожайного поколения делает его удобным полигоном для определения годовых приростов. Такое поколение впервые было отмечено в заливе в 1988 г., средний прирост ширины карапакса самцов за последующие три года составил 53 мм. Если допустить, что размера 112 мм камчатский краб в заливе Доброе Начало достигает в том же возрасте (7+), что и у западного побережья Сахалина, то спустя четыре года в возрасте 11+, согласно полученным данным, его средняя ширина карапакса достигнет 166 мм (рис. 4).



Рис. 4. Отклонения одномоментных размерных частот самцов камчатского краба от средней многолетней размерной кривой в заливе Доброе Начало (о. Итуруп) в 1995 г.

В результате с помощью метода отклонений (Skuladottir, 1981) была построена предварительная эмпирическая кривая роста главным образом для неполовозрелых самцов камчатского краба (рис. 5). Годовые приросты камчатского краба у побережья Сахалина и о. Итуруп были выше аналогичных показателей на кривых Марукавы (Marukawa, 1933) и Виноградова (1941, 1968), уступали его приростам, полученным Кливером (Cleaver, 1961), Вебером (Weber, 1965), Пауэллом (Powell, 1967), Наказавой (Nakazawa, 1912) и Куратой (Kurata, 1961), и были близки к данным, полученным Матсуурой, Такешитой (Matsuura, Takeshita, 1989) и Брайтом с соавторами (Bright et al., 1960).

Кривая Брайта имеет экспоненциальный вид, а наша в первом приближении близка к прямой линии, поэтому в первые пять лет жизни темп роста камчатского краба у берегов Сахалина был несколько выше, чем на кривой Брайта. Согласно нашим данным, половозрелыми самцы камчатского краба становятся в семь лет (ширина карапакса – 108 мм), промыслового размера (150 мм) достигают к десяти годам, к пререкрутам следует относить самцов с шириной карапакса 137–150 мм.

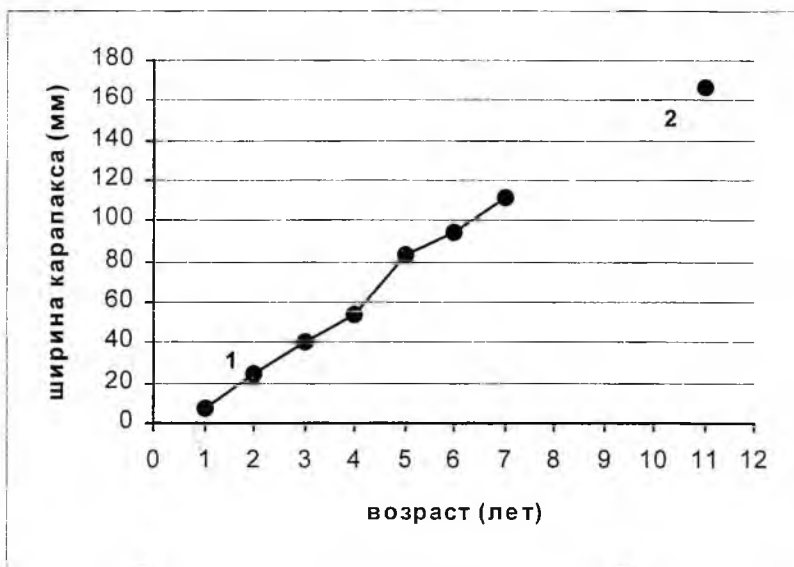


Рис. 5. Рост самцов камчатского краба у западного побережья Сахалина и в заливе Доброе Начало (о. Итуруп) (предварительные данные): 1 – у западного побережья Сахалина; 2 – в заливе Доброе Начало

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большинство исследователей (Nakazawa, 1912; Kurata, 1961; Powell, 1967; Weber, 1967) указывали на довольно высокий темп роста камчатского краба до наступления половой зрелости (ежегодные приросты – 14–27 мм). Наиболее крутая кривая роста половозрелых самцов приведена в работе Кливера (Cleaver, 1961). Другие авторы при определении возраста камчатского краба (Weber, Miyahara, 1962; Matsuura, Takeshita, 1989) придерживались более осторожных оценок. Наиболее пологая кривая роста приведена в работе японского гидробиолога Марукавы (Marukawa, 1933). Характерной деталью всех названных исследований, за исключением работ Марукавы и Л. Г. Виноградова (1941), является отсутствие оценок предельного возраста камчатского краба.

Наши данные по росту самцов камчатского краба у западного побережья Сахалина и в заливе Доброе Начало (о. Итуруп) близки к данным, полученным Матсуурой, Такешитой (Matsuura, Takeshita, 1989) и Брайтом с соавторами (Bright et al., 1960). Согласно нашим данным, функциональная половая зрелость наступает у самцов камчатского краба западного Сахалина в возрасте семи лет, а промыслового размера они достигают в возрасте десяти лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов, Л. Г. Камчатский краб / Л. Г. Виноградов. – Владивосток: Изд-во ТИНРО, 1941. – 94 с.
2. Виноградов, Л. Г. Камчатское стадо крабов / Л. Г. Виноградов // Природа. – 1968. – № 7. – С. 43–50.
3. Виноградов, Л. Г. О механизме воспроизводства запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) в Охотском море у западного побережья Камчатки / Л. Г. Виноградов // Тр. ВНИРО. – 1969. – Т. 65. – С. 337–344.

4. **Виноградов, Л. Г.** Состояние запасов камчатского краба в восточной части Берингова моря по результатам советских исследований в 1967 г. / Л. Г. Виноградов, В. Е. Родин // Основы биологической продуктивности океана и ее использование. – М. : Наука, 1970. – С. 207–217.
5. **Галкин, Ю. И.** О продолжительности межлиночного периода у камчатского краба / Ю. И. Галкин // Зоол. журн. – 1963. – Т. 42, вып. 5. – С. 763–766.
6. **Закс, И. Г.** Биология и промысел краба в Приморье / И. Г. Закс // Вестн. дальневост. филиала АН СССР. – 1936. – Т. 18. – С. 49–80.
7. **Клитин, А. К.** О росте камчатского краба Сахалина и Курильских островов / А. К. Кли-тин // VI Всерос. конф. по промысловым беспозвоноч. : Тез. докл. – М. : Изд-во ВНИРО, 2002. – С. 46–48.
8. **Мина, М. В.** Рост животных / М. В. Мина, Г. А. Клевезаль. – М. : Наука, 1976. – 290 с.
9. **Уитон, Ф. У.** Производство продуктов питания из океанических ресурсов : Пер. с англ. : В 2-х т. / Ф. У. Уитон, Т. Б. Лосон. – М. : Агропромиздат, 1989. – Т. 2. – 415 с.
10. **Федосеев, В. Я.** Биотехнология выращивания крабов на подвесных и донных плантациях / В. Я. Федосеев, Н. И. Григорьева // Приморье – край рыбацкий : Материалы науч.-практ. конф. (26 апр. 2002 г.). – Владивосток : ТИНРО-центр, 2002. – С. 56–60.
11. **Abe, K.** The growth of the hanasaki crab, *Paralithodes brevipes* (Decapoda, Anomura) / K. Abe, M. Koike // Scientific Report of the Hokk. Fish. Exp. Sta. 24. – 1984. – P. 1–14.
12. **Abe, K.** Important crab resources inhabiting Hokkaido waters / K. Abe // Marine Behav. Physiol. – 1992. – Vol. 21. – P. 153–183.
13. **Bright, D. B.** King crab investigations of Cook Inlet, Alaska / D. B. Bright, E. D. Floyd, W. K. Jens. – Dept. Biol., Allan Hancock Foundation, Univ. South. Calif., 1960. – 180 p.
14. **Cleaver, F. C.** Bering sea king crab (*Paralithodes camtschatica*) tagging experiments / F. C. Cleaver // Internat. Comm. Northwest. Atlant. Fish. Special publ. North Atlantic Fish Marking Symposium. Dartmouth, N. S., Canada. – 1961. – No. 4. – P. 59–63.
15. **Damsgard, B.** Parringsadferd og yngelvekst hos kongekrabbe / B. Damsgard, S. Loken, A. Mortensen // Fauna (Nor.). – 1997. – 50, No. 4. – P. 166–175. Норв. рез. англ.
16. **Harding, J. P.** The use of probability paper for graphical analysis of polymodal frequency distributions / J. P. Harding // J. Mar. Biol. Assoc. UK. – 1949. – 28: P. 141–153.
17. **Hiatt, R. W.** The biology of the lined shore crab, *Pachygrapsus crassipes* Randall / R. W. Hiatt // Pac. Sci. – 1948. – No. 2. – P. 135–213.
18. **Ivanov, B. G.** Humpy shrimp (*Pandalus goniurus*) from the western Bering Sea: method estimating the annual increment / B. G. Ivanov, D. A. Stolyarenko // ICES mar: Sci. Symp. – 1995. – 199. – P. 310–319.
19. **Kurata, H.** Increase in size and molting in Crustacea / H. Kurata // Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. – 1960. – Vol. 22. – P. 1–48.
20. **Kurata, H.** On age and growth of *Paralithodes camtschatica* / H. Kurata // J. Hokkaido Prefectural Fisheries Experimental Station, Monthly Report. – 1961. – 18(1). – P. 10–22. (на яп. яз).
21. **Marukawa, H.** Biological and fishery research on Japanese king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) / H. Marukawa // Journ. Imp. Fish. Exp. Stat. Tokyo. – 1933. – Vol. 37, No. 4. – P. 152. – (На яп. яз.).
22. **Matsuura, S.** Longevity of red king crab, *Paralithodes camtschatica*, revealed by long-term rearing study / S. Matsuura, K. Takeshita // Proc. Int. Symp. King. and Tanner Crabs. – Anchorage, Alaska, 1989. – P. 181–188.
23. **Nakazawa, K.** A study of the Hokkaido crab / K. Nakazawa // Zoological Magazine (Dobutsugaku Zasshi). – 1912. – 24 (279). – P. 1–12.
24. **Passano, L.** Molting and its control / L. Passano, E. Talbot, H. A. Waterman // Physiology of Crustacea. Academic Press. – New York and London, 1960. – Vol. 1. – P. 473–536.

25. **Petersen, C. G.** Eine Methode zur Bestimmung des Alters und Wucks der Fische / C. G. Petersen // Mitt. Dtsch. Seefisch. Ver. – 1891. – 11. – P. 226–235.
26. **Powell, G. C.** Growth of king crab in the vicinity of Kodiak Island, Alaska / G. C. Powell. – Alaska Dep. Fish Game, Inf. Leaflet. – 1967. – No. 92. – 106 p.
27. **Ricker, W. E.** Handbook of computations for biological statistics of fish populations / W. E. Ricker // Fish. Res. Bd. Canada. – 1958. – Bull. 119. – 300 p.
28. **Sato, S.** Studies on larval development and fishery biology of king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) / S. Sato // Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. Fish. Agency. – 1958. – No. 17. – P. 1–102.
29. **Skuladottir, U.** The deviation method: a simple method for detecting year-classes of a population of *Pandalus borealis* from length distributions / U. Skuladottir. // Proceedings of the International Pandalid Shrimp Symposium. February 13–15 1979. Kodiak, Alaska, Sea Grant Report. – 1981. – P. 283–307.
30. **Sund, O.** The renewal of fish population studied by means of measurement of commercial catches / O. Sund // Rapp. P. -v. Reun. Cons. int. Explor. Mer. – 1930. – 65. – P. 10–17.
31. **Wang, Yi-Kuan** On the stock of the king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius), in the seas of Hokkaido and Saghalin / Yi-Kuan Wang // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. – 1937. – 5 (5). – P. 291–294.
32. **Weber, D. D.** Growth of the adult male king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) / D. D. Weber, T. Miyahara // Fish. Bull. U. S. – 1962 (200).
33. **Weber, D. D.** Growth of the immature king crab *Paralithodes camtschatica* / D. D. Weber // Internat. North Pacific Fish. Comm. Vancouver, Canada. Bull. Inpfec. – 1967. – No. 21. – P. 21–53.

Клитин, А. К. К вопросу об определении возраста камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) / А. К. Клитин // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2003. – Т. 5. – С. 133–145.

Статья содержит обзор семи отечественных и 13 зарубежных публикаций, которые посвящены определению возраста камчатского краба методами размерно-частотного анализа (Length Frequency Analysis – LFA). В конце автор приводит результаты собственного определения возраста камчатского краба у западного побережья Сахалина и в заливе Доброе Начало (о. Итуруп). Для этого был применен метод отклонений, использующий отклонения одномоментных размерных частот от их среднемноголетних значений. Согласно полученным данным половозрелыми самцы камчатского краба становятся в 7 лет (ширина карапакса 108 мм), промыслового размера (150 мм) достигают к 10 годам, к пререкрутам следует относить самцов с шириной карапакса 137–150 мм.

Табл. – 1, ил. – 5, библиогр. – 33.

Klitin, A. K. To the question on defining the age of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) / A. K. Klitin // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2003. – Vol. 5. – P. 133–145.

The paper includes a review of 7 domestic and 13 foreign publications devoted to age definition of the red king crab by methods of LFA (Length Frequency Analysis). In conclusion the author presents the results of his own definition of the red king crab age along the western Sakhalin coast and in the Bay of Dobroye Nachalo (Iturup Island). A deviation method using deviations of the one-moment dimensional frequencies from their long-term values has been applied. Based on the obtained data, male red king crabs become mature at age-7 (carapace width is 108 mm) and reach commercial size (150 mm) by the age-10. The males with carapaces 137–150 mm shall be related to the pre-recruits.

Tabl. – 1, fig. – 5, ref. – 33.