

92  
6-90

На правах рукописи

**БУКИН Сергей Дмитриевич**

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И БИОЛОГИЯ СЕВЕРНОГО ЧИЛИМА  
PANDALUS BOREALIS EOUS MAKAROV В ВОДАХ,  
ПРИЛЕГАЮЩИХ К ОСТРОВУ САХАЛИН**

21/7a-

Специальность 03.00.18 – гидробиология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Южно-Сахалинск, 2002

Работа выполнена в Сахалинском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии.

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

Официальные оппоненты:  
доктор биологических наук О. Н. Зезина,  
кандидат биологических наук А. И. Буяновский.

Ведущая организация: Калининградский государственный технический университет (КГТУ).

Защита состоится «29 » октября 2002 г. на заседании диссертационного совета Д 002.239.01 при Институте 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  
кандидат биологических наук Г. Г. Николаева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В настоящее время объем добычи морских беспозвоночных не столь велик, как рыб, но экономический эффект от их промысла очень значителен, так как они дают деликатесную продукцию и пользуются большим спросом на внутреннем и мировом рынках. Поэтому возможность увеличения вылова и проблемы рациональной эксплуатации популяций беспозвоночных являются весьма актуальными.

В последнее время в связи с истощением запасов беспозвоночных в традиционных районах добычи в Сахалино-Курильском бассейне активно развивается добыча новых промысловых видов беспозвоночных. Осваиваются также новые районы, в которых обитают традиционные для промысла виды, ранее не облавливавшиеся. Одним из таких новых районов является северо-восточный Сахалин, где развивается ранее не существовавший здесь промысел северного чилима (*Pandalus borealis eous* Makarov, 1935). Активный промысел креветок в этом районе начался только с 1996 г., когда для добычи северного чилима впервые на Дальнем Востоке начали использовать креветочные тралы. Но по настоящее время популяция этого вида креветок-пандалид является недостаточно изученной: неизвестны оптимальный объем вылова, наилучшие сроки промысла и т. д. Охрана и рациональное использование биологических ресурсов морей невозможны без их тщательного изучения.

Цель и задачи работы. Цель работы – разработка практических предложений по рациональной эксплуатации скоплений северного чилима в водах Сахалина. В связи с этим на основании собственных данных, некоторых неопубликованных материалов по креветкам, рейсовых отчетов, находящихся в архиве СахНИРО, и литературных источников, касающихся креветок дальневосточных и северных морей России, мы решали следующие задачи:

1. Исследовать закономерности распределения и формирования скоплений северного чилима сахалинских вод в зависимости от гидрологических условий.
2. Изучить жизненный цикл этого вида, закономерности роста и продолжительность жизни.
3. Изучить возрастную структуру популяций креветок в Татарском проливе и у северо-восточного Сахалина.
4. Разработать рекомендации по рациональному ведению промысла северного чилима в водах Сахалина.

Научная новизна. В данной работе впервые обобщены многолетние данные по распределению и биологическому циклу северного чилима, проведено подробное морфометрическое исследование, выявлена возрастная структура популяций, найдены коэффициенты естественной и общей смертности, рассмотрена индивидуальная и популяционная плодовитость северного чилима прилегающих к Сахалину акваторий. На основе этих данных установлены достоверные фенотипические различия между популяциями северного чилима в изучаемых районах, определены сроки нереста и выпуска личинок, размер и возраст половозрелости самок. Также впервые выполнен расчет объема допустимого вылова северного чилима в водах Сахалина и предложены некоторые меры регулирования промысла.

**Практическая значимость.** На основе комплекса биологических данных разработаны рекомендации по рациональной эксплуатации северного чилима в водах Сахалина. Основные результаты работы с 2000 г. используются при подготовке промысловых рекомендаций прогностического характера различной заблаговременности.

**Апробация работы.** Отдельные части и положения работы нашли отражение в научном годовом отчете автора за 1999 г., заслушаны на отчетных сессиях СахНИРО в 1999 и 2000 гг., на международной научно-практической конференции «Прибрежное рыболовство – XXI век» (Южно-Сахалинск, 2001 г.), на Ученом совете СахНИРО (2001), на межлабораторном коллектиме ВНИРО (2002), на коллектиме лаборатории донной фауны океана ИО РАН (2002).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 2 – за рубежом.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения и 5 глав: «Материал и методика», «Физико-географическая характеристика районов исследования», «Особенности экологии северного чилима», «Основные черты биологии северного чилима», «Промышленная эксплуатация запасов», а также выводов, списка литературы, включающего 136 источников, из которых 30 иностранные, и приложения.

Общий объем работы 132 страницы, включая рисунки, таблицы и приложения. Диссертация иллюстрирована 26 рисунками, 24 таблицами и 4 приложениями.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Введение

В настоящее время северный чилим *P. borealis* Kroyer является довольно хорошо изученным видом. В то же время большинство работ посвящено атлантическому подвиду. На Дальнем Востоке изучением *P. borealis eous* Makarov, 1935, занимались лишь несколько авторов. Наиболее важными работами в этой области следует считать Иванов, 1963, 1972; Kurata, 1960; Ito, 1976; Butler, 1980; Komai, 1999. Результаты изучения этого вида в водах, прилегающих к о. Сахалин, изложены лишь в нескольких статьях, и все они посвящены креветке Татарского пролива. Впервые рассмотрел пространственное распределение и некоторые биологические особенности этого вида в Татарском проливе В. Д. Табунков (Табунков, 1982; Табунков, Галимзянов, 1982). В частности, отмечены изменения в размерном составе и сроках линьки, нереста и выпуска личинок в зависимости от глубины. В этих же работах показано, что в Татарском проливе существуют значительные по биомассе скопления северного чилима. К. Г. Галимзянов (1994) опубликовал промысловые данные об уловах на усилие, количество усилий и динамике вылова за ряд лет, а также попытался на основе промысловых данных охарактеризовать миграции скоплений северного чилима. В последние годы опубликована статья В. И. Соколова (2000), посвященная многим аспектам биологии и распределения этого вида в Татарском проливе, и Б. Г. Иванова (2001), посвященная истории изучения и добычи северного чилима вообще и его дальневосточного подвида в частности.

## Глава 1. Материал и методика

Исходными данными для настоящей работы послужили материалы, собранные во время научных траловых съемок в 1986, 1988–1998 гг. у западного и восточного Сахалина, всего 21 рейс. В этих рейсах на биоанализ было взято 47655 экземпляров северного чилима, проведен анализ плодовитости у 177 самок, взята морфометрия у 361 экземпляра креветок.

При проведении биоанализов у креветок измеряли длину тела, определяли пол, линичное состояние и (у самок) стадию зрелости икры (Родин и др., 1979). В некоторых рейсах дополнительно измеряли длину карапакса. При возможности каждую особь взвешивали индивидуально, в противном случае взвешивали группы, состоящие из нескольких близких по размеру и биологическому состоянию особей. Морфометрический анализ проводили по схеме, использованной К. А. Згуровским и И. А. Аликиным (1986), с некоторыми дополнениями.

Индивидуальную абсолютную плодовитость рассчитывали либо весовым методом, т. е. взвешивали кладку целиком, затем бралиас полуграммовая навеска, в которой подсчитывали количество икринок (Иоганzen, 1955; Анохина, 1969), либо прямым подсчетом всей икры на плеоподах. Относительная плодовитость находилась как отношение ИАП к промысловой длине тела и весу особи. Популяционная плодовитость северного чилима рассчитывалась по формуле, предложенной В. Н. Иванковым (1974). Возрастные характеристики популяций определяли графическим методом (Harding, 1949; Cassie, 1953) и методом отклонений от среднемноголетнего размерного ряда (девиации) (Sund, 1930; Skuladottir, 1981). Соответствие эмпирической и теоретической размерных кривых оценивалось по критерию  $\chi^2$  Пирсона.

## Глава 2. Физико-географическая характеристика районов исследования

Географическое положение острова между двумя морями с разным гидрологическим режимом и характер сего береговых линий обуславливают существенные различия в гидрологии отдельных участков сего шельфа.

В рамках поставленной задачи нас интересует гидрологический режим только самой северной части Японского моря, к которой относится Татарский пролив.

Почти не проникающие на север пролива теплые воды Цусимского течения имеют доминирующее влияние на гидрологический режим центральной и южной частей Татарского пролива. Гидрология южной части пролива также определяет холодное течение Шренка, идущее вдоль Приморского берега. На северную часть Татарского пролива большое влияние оказывает сток Амура, особенно усиливающийся в осенне время в результате блокирования стока в Сахалинский залив, вызванного сезонным повышением уровня воды в северо-западной части Охотского моря (Поезжалова, Шевченко, 1997). Проходящая на уровне 49° с. ш. изобата 200 м позволяет оценивать юг пролива как относительно «глубоководный», в отличие от «мелководной» северной части. Воды северной части пролива имеют достаточно замкнутую циклоническую циркуляцию (Будаева и др., 1981).

Тихоокеанскую воду, поступающую в Японское море, можно разделить на несколько различных водных масс (Леонов, 1960). Наиболее плотные скопления северного чилима расположены в районе смешения тихоокеанской и глубинной японо-

морской водных масс на глубинах около 200 м, где преобладают песчаные и алеврито-песчаные грунты.

В Охотском море в районе северо-восточного Сахалина, имеющего довольно ровные берега, течения не образуют стационарных завихрений. Наиболее плотные скопления северного чилима здесь расположены в зоне смешения холодного промежуточного слоя и промежуточной водной массы на глубинах более 150 м, на участках с преобладанием гравийно-галечных грунтов и мелкоалевритовых илов.

На расположение и плотность распределения креветок большое влияние оказывает Восточно-Сахалинское течение, которое достигает максимального развития осенью (Лучин, 1987). Причина усиления потока его вод, по-видимому, заключается в сезонных колебаниях уровня Охотского моря (Поезжалова, Шевченко, 1997).

### Глава 3. Особенности экологии северного чилима

**Пространственное и батиметрическое распределение.** Пространственное распределение скоплений северного чилима практически неизменно из года в год как в Татарском проливе, так и у северо-восточного Сахалина. Скопление креветок в Татарском проливе имеет одно основное крупное ядро в координатах 48°30' – 49°30' с. ш. на глубинах 200–300 м (рис. 1) в зоне смешения тихоокеанской и глубинной япономорской водных масс.

Плотности на этом участке максимальны и обычно превышают 200–250 кг на квадратный километр. На север северный чилим встречается до 50°30' с. ш., примерно до изобаты 100 м. На юг, как вдоль островного, так и вдоль материкового побережья, северный чилим распространен непрерывной полосой.

У северо-восточного Сахалина северный чилим образует два относительно самостоятельных, различных по площади и плотности скопления. Скопления расположены в районах с координатами 49°30'–51°20' с. ш. (южное скопление) и 52°00'–53°30' с. ш. (северное скопление) на глубинах 200–350 м в зоне смешения холодного промежуточного слоя и промежуточной водной массы. Плотность распределения на этих участках в среднем обычно составляет 100–200 кг на квадратный километр.

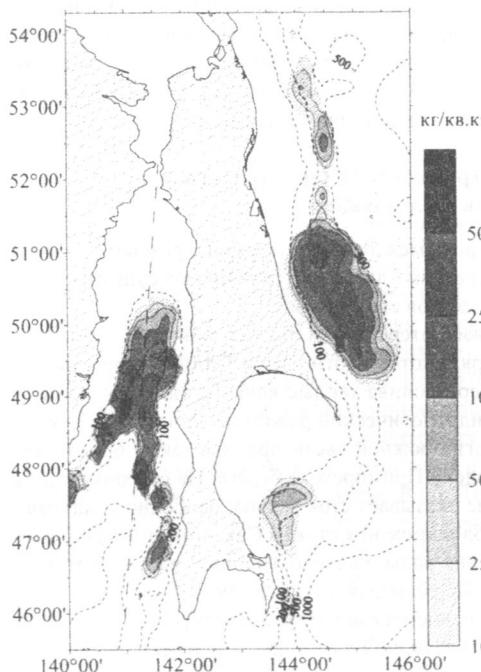


Рис. 1. Типичная схема распределения северного чилима у берегов Сахалина (на примере траловых съемок 1998 г.).

Занимаемая площадь, местоположение и плотность распределения скоплений у северо-восточного Сахалина, вероятнее всего, связаны с действием стока Амура.

Батиметрический диапазон распределения северного чилима в обоих районах очень широк – примерно от 100 до 720 м. Максимальная плотность скоплений в обоих районах наблюдалась на глубинах 200–500 м. Самые высокие концентрации – до 367,6 кг/км<sup>2</sup> в Татарском проливе и до 154,6 кг/км<sup>2</sup> у северо-восточного Сахалина – приходились на диапазон 300–400 м (рис. 2).

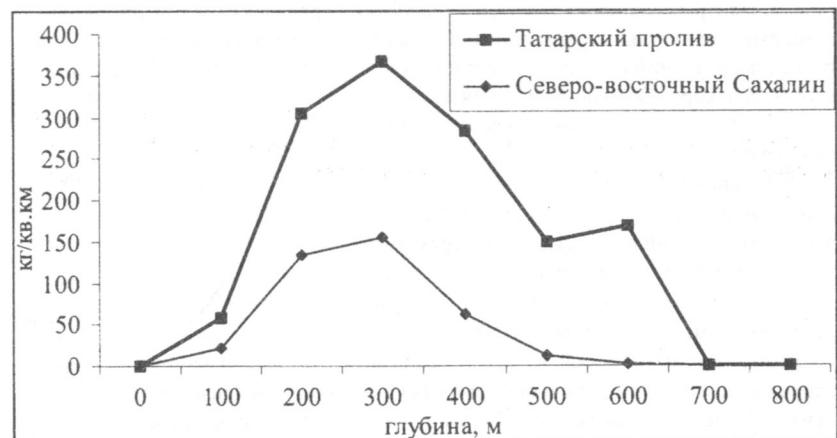


Рис. 2. Батиметрическое распределение северного чилима у берегов Сахалина (по траловым данным 1988–1998 гг.).

У северо-восточного Сахалина отмечается одна мода в батиметрическом распределении креветок, соответствующая глубинам 300–400 м. В Татарском проливе их обычно две: одна, большая, соответствует глубинам максимальных уловов (300–400 м), а вторая, меньшая, располагается, как правило, на глубинах выше 400 м. Эти пояса повышения плотности образованы креветками, принадлежащими к различным размерно-функциональным группам: до глубин 400 м доминируют самки без икры, а глубже начинают преобладать самки с зеленой наружной икрой. Таким образом, второй, глубоководный, пояс образован, в основном, самками с зеленой наружной икрой. У северо-восточного Сахалина смена доминирующих групп самок проходит по изобате 300 м. В обоих районах по мере увеличения глубины доля крупноразмерных особей (самок) возрастает. На глубинах до 100 м в уловах преобладают ювенильные особи, самцы и переходные особи. Глубже 100 м в обоих районах в уловах преобладают самки, причем, начинают встречаться самки с наружной икрой, количество которых увеличивается с глубиной.

Температурный диапазон обитания северного чилима также достаточно широк – от –1,65 до 5,10°C. Максимальные плотности скоплений креветок в обоих районах приурочены к температуре придонного слоя меньше 3,0°C. При этой температуре в уловах преобладают самки.

Общим для обоих районов исследования является и то, что наибольшие уловы северного чилима наблюдаются чаще всего на илисто-песчаных и песчано-илистых

грунтах. Реже и в меньших количествах он встречался на илистых или песчаных грунтах. На чистых каменистых, галечных, ракушечных грунтах этот вид не встречался никогда.

**Сезонные миграции.** В течение года нами были отмечены закономерные перемещения центров скоплений северного чилима. Можно выделить нерестовые миграции северного чилима, которые проходят в марте–мае. В этот период креветка собирается в плотные скопления на глубинах 200–250 м при температуре 0–1°C. После выпуска личинок и нереста скопления начинают рассеиваться, видимо, для откорма. Центры скоплений при этом смешаются в пределах ограниченного района (кормовые или нагульные миграции). В то же время, вероятно, за счет пополнения плотность скоплений и площадь зон повышенной концентрации увеличиваются до августа–сентября. Осенью скопления креветок опять отмечаются вблизи тех же участков, откуда весной начиналась миграция, но на больших глубинах (зимовальная миграция).

В Татарском проливе смещение центров скоплений происходит, в основном, в направлении господствующих течений, протяженность перемещений в этом случае составляет 10–15 миль в месяц. Если перемещение происходит строго поперек изобат, оно гораздо меньше и в районе Ильинского мелководья составило 4 мили. Видимо, в этом случае главную роль играет не фактор расстояния, а фактор глубины. Таким образом, здесь мы, возможно, имеем дело с активными миграциями, т. е. перемещением самих особей, которому помогают течения. У северо-восточного Сахалина смещения скоплений происходят как по течению, так и против него. В первом случае перемещение составляет 15–20 миль в месяц, во втором – около 6 миль. Это также можно объяснить миграцией особей. Но в период с сентября–октября по ноябрь–декабрь зоны повышенных плотностей смещаются против течения на значительные расстояния – на севере на 64 мили, на юге на 40 миль. В этом случае, видимо, смещение центров скоплений объясняется концентрацией ранее рассеянных в новых районах креветок. Скорее всего, жизнь каждой особи проходит на ограниченном участке, миграции могут составлять не более 15–20 миль по направлению господствующего течения, т. е. протяженные миграции северному чилиму во взрослом состоянии не свойственны.

#### Глава 4. Основные черты биологии северного чилима

**Головой биологический цикл северного чилима.** Количество самок в уловах в обеих популяциях достигает максимума в весенний период перед нерестом и выпуском личинок. В течение первой половины лета в Татарском проливе доля самок меняется в пределах от 43 до 55% в зависимости от того, с какой скоростью идет рост переходных особей (т. е. находящихся в процессе смены пола), а начиная примерно с августа, их доля в уловах снижается. У северо-восточного Сахалина постепенное снижение доли самок начинается с июня. Доля самцов в обоих районах, наоборот, минимальна в период с июня по сентябрь, когда часть из них уже становится переходными особями, а нового пополнения еще не было. Таким образом, уменьшение ходячими особями, а нового пополнения еще не было. Так как уменьшение доли самок осенью, видимо, происходит за счет нового поколения самцов и переходных особей, которые к этому времени подрастают и начинают облавливаться трахом. Сходные данные приводят и другие исследователи (Соколов, 2000).

Массовый выпуск созревших личинок, после которого самки через очень краткую стадию «личинки выпущены» переходят в группу самок без икры, в Татарском проливе происходит в марте–апреле, а через месяц происходит нерест, и появляются самки с новой наружной зеленой икрой. При этом до 47% увеличивается доля самок с мягким панцирем, поскольку нерест сопровождается линькой. Эти сроки вполне согласуются с указанными В. Д. Табунковым (1982) сроками нереста и линьки северного чилима на глубинах более 200 м, где расположены наиболее плотные скопления этих креветок.

Таким образом, созревание гонад («внутренней икры») у самок северного чилима в Татарском проливе, видимо, длится около 10 месяцев (с июля по май следующего года). Инкубация отложенной на плеоподы икры продолжается также 10 месяцев (с июня по март), что вполне согласуется с известными литературными данными для Японского моря (Ито, 1976; Соколов, 2000). После выпуска личинок в течение примерно двух месяцев креветки «отдыхают». Нерест у подавляющего большинства особей, видимо, происходит один раз в два года, о чем свидетельствует практическое отсутствие в уловах самок одновременно с внутренней и наружной икрой. Новое поколение самок созревает в конце лета, в августе.

Выпуск личинок и нерест северного чилима у восточного Сахалина наблюдениями не охвачены, они проходят в более ранние сроки, чем мы могли проводить исследования, однако наличие небольшого (до 2,9% от всех самок) количества особей с пустыми оболочками икринок на плеоподах, а также быстрое и значительное (до 43,2% в августе) увеличение количества самок без икры говорит о том, что эти процессы проходили совсем недавно, вероятно, как и в Татарском проливе, в апреле–мае. О продолжительности созревания гонад, длительности инкубации отложенной икры и, соответственно, о частоте нереста у самок северного чилима в районе восточного Сахалина по нашим данным судить невозможно. Однако можно предположить, что в этом районе дело обстоит так же, как и в Татарском проливе, т. е. и созревание гонад («внутренней икры»), и вынашивание икры, отложенной на плеоподы, проходят в течение примерно 10 месяцев. Массовое созревание гонад у нового поколения самок начинается в этом районе только в октябре–ноябре, т. е. примерно на два месяца позже, чем в Татарском проливе.

**Дилометрия роста.** Результаты проведенного морфометрического анализа показали наличие достоверных отличий почти по всем признакам между разными размерно-функциональными группами креветок. Подробный морфометрический анализ северного чилима сахалинских вод проводили впервые, поэтому рассмотрим его несколько подробнее.

Сравнение проводили по данным морфометрии из Татарского пролива как наиболее информационно обеспеченного района. При уровне значимости 0,05 наиболее сходными между собой оказались самки без икры и самки с пустыми оболочками икринок на плеоподах (ЛВ – личинки выпущены). У этих двух групп достоверно отличаются только два признака: ширина брюшка ( $F_{\phi} = 5,20 > F_u = 4,76$  – дисперсии различаются и  $t_{\phi} = 2,74 > t_u = 2,36$  – средние различаются) и расстояние от заднего края карапакса до последнего шипа на срединной линии головогруди ( $F_{\phi} = 1,53 < F_u = 8,94$  – дисперсии не различаются и  $t_{\phi} = 2,49 > t_u = 2,23$  – средние различаются). По наибольшему количеству признаков отличаются между собой ювенильные особи и самки с внутренней и наружной икрой (достоверные различия по 22 признакам, из которых у 12

различаются одновременно и средние значения, и дисперсии), самки с внутренней икрой от самцов и переходных особей (по 22 и 9 признакам соответственно) и переходные особи от ювенильных (по 22 и 5 признакам соответственно).

**Таблица 1**  
Значение многомерных критерев для сравнения степени сходства  
по 25 признакам при сравнении различных размерно-функциональных групп  
северного чилима Татарского пролива (при  $p=0,01$ )

	Размерно-функциональные группы														
	би-лв				ин			ив			♂	♀			
	юв	♂	♀	ив	ин	юв	♂	♀	ив	юв	♂	♀	юв	♂	юв
1	68,8	46,0	50,6	20,5	28,2	141,3	88,5	119,4	74,5	31,3	17,0	37,1	23,6	11,3	7,9
2	571,4	410,1	414,3	193,4	261,6	3048,3	2315,0	2476,6	2338,0	705,8	470,2	802,4	389,0	214,7	155,5
3	10,10	9,37	6,87	5,29	6,77	89,77	71,23	72,35	75,42	21,39	14,78	24,16	9,72	5,91	4,33
4	2,91	2,52	3,07	2,39	2,43	2,34	2,32	2,35	2,29	2,33	2,30	2,33	2,45	2,39	2,38

Примечание:  $D^2$  – расстояние Махаланобиса,  $T^2$  – критерий Хоттelingа,  $F_\phi$  – расчетный F-критерий Фишера,  $F_{st}$  – табличный F-критерий Фишера.

Наиболее вариабельными оказались длина плеврита второго членика брюшка, которая имеет достоверные отличия у 19 из 20 сравниваемых пар, при этом у 12 пар различаются одновременно и средние значения, и дисперсии, и ширина абдомена (18 и 9 пар соответственно). Наименее подвержены изменениям счетные признаки. Вероятно, даже наблюдающиеся отличия имеют случайный характер и вызваны, скорее всего, обламыванием рострума и его неполным восстановлением после этого.

Таким образом, наблюдаются явные размерно-возрастные изменения пропорций отдельных признаков и органов креветок относительно длины карапакса в процессе роста особи. Исследование фенотипических особенностей размерно-функциональных групп (в относительных величинах) показало, что старшие группы отличаются от младших меньшей промысловой длиной тела  $Lb$ , общей длиной тела  $Lo$ , длиной рострума  $Lr$ , длиной скафоцерита  $Ls$ , расстоянием до первого  $L1$  и второго  $L2$  шипов по верхнему краю рострума. При этом в процессе роста происходит относительное увеличение длины плеврита второго членика брюшка  $Lp$ , ширины скафоцерита  $Ds$  и ширины 6-го членика брюшка  $D6$ . Другими словами, рост головогруди опережает изменение большинства линейных размеров креветки, но отстает от увеличения ширины, так что в процессе роста креветка становится относительно «короче» и «толще». Практически не изменяются относительные размеры ширины карапакса  $Dc$ , длины 6-го членика брюшка  $L6$  и расстояние от заднего края карапакса до последнего шипа на срединной линии головогруди  $Ll$ , а также счетные признаки и почти все весовые. Длина тельсона  $Lt$ , ширина брюшка  $Da$  и вес абдомена  $Wa$  практически неизменны у всех размерно-функциональных групп, за исключением самок с наружной икрой, у которых относительные значения этих признаков значительно выше.

Результаты применения методов многомерного анализа подтверждают значимость различий между выделенными размерно-функциональными группами северного чилима Татарского пролива. Различия во всех случаях по F-критерию превы-

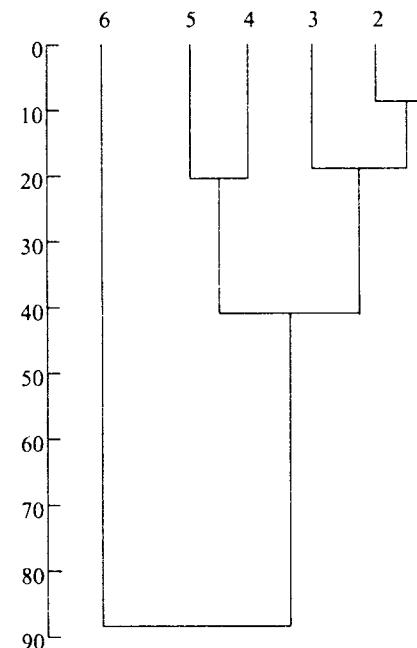


Рис. 3. Дендрограмма сходства для 6 размерно-функциональных групп северного чилима по 25 признакам на основе расстояния Махаланобиса.

Условные обозначения: 1 – ювенильные особи, 2 – самцы, 3 – переходные особи, 4 – самки ИВ, 5 – самки БИ+ЛВ, 6 – самки ИН.

няются, причем, наиболее сильные изменения происходят после того, как особи становятся самками.

Попарное сравнение признаков из выборок Татарского пролива и северо-восточного Сахалина по критериям Стьюдента, Фишера и Пирсона показало, что при  $P=0,05$  по большинству признаков в этих двух районах имеются достоверные отличия между одинаковыми размерными группами. Они отсутствуют только при сравнении длины плеврита 2-го членика брюшка  $Lp$ , расстояния до последнего шипа на срединной линии головогруди  $Ll$  и по четырем по-разному нормированным весовым признакам. Применение методов многомерной статистики для сравнения всего комплекса признаков также показало, что между выборками из Татарского пролива и северо-восточного Сахалина существуют достоверные отличия на 1%-ном уровне значимости ( $D^2=7,24$ ,  $T^2=455,45$ ,  $F_\phi=16,90>F_{st}=2,21$  при степенях свободы  $k_1=25$  и  $k_2=308$ ).

Таким образом, учитывая имеющиеся достоверные фенотипические различия между северным чилимом Татарского пролива и северо-восточного Сахалина и географическую разобщенность этих скоплений, можно, на наш взгляд, уверенно гово-

шают стандартные значения второго порога вероятности, что свидетельствует о статистической неоднородности данных выборок (табл. 1), т. е. в процессе роста и развития пропорции тела достоверно меняются.

Для определения показателя «расстояния» между рассматриваемыми группами мы использовали расстояние Махаланобиса. Метод среднего группы дает возможность, используя полученные значения расстояния Махаланобиса из табл. 1, построить дендрограмму сходства исследуемых выборок (рис. 3). Наибольшее сходство наблюдается между ювенильными особями и самцами, к которым примыкают переходные особи. Довольно близкими между собой оказались объединенная группа самок ЛВ+БИ и самки с внутренней икрой. Особняком держатся самки с наружной икрой (ИН). Степень их сходства с выборками из других размерно-функциональных групп во всех случаях была невелика, а расстояние между ними значительно ( $D^2=84,25$ ). Таким образом, на наш взгляд, можно считать доказанным, что в процессе роста северного чилима пропорции его тела достоверно изменяются, причем, наиболее сильные изменения происходят после того, как особи становятся самками.

рить о существовании двух различных популяций этого вида. Какая-либо связь между ними в виде миграций взрослых креветок невозможна, т. к. они перемещаются на небольшие расстояния. Обмен личинками, видимо, также маловероятен, т. к. направление господствующих течений в проливе Лаперуз, в Татарском проливе не дает такой возможности.

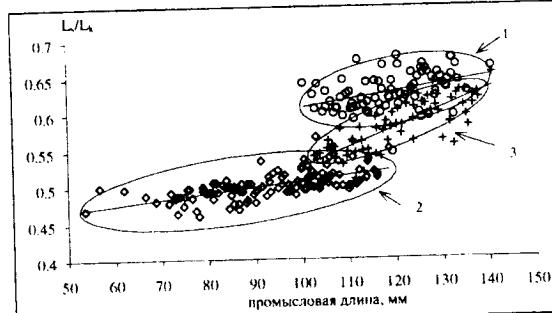


Рис. 4. Соотношение длины плеврита 2 к длине карапакса у северного чилима по половым группам в зависимости от длины тела.

Условные обозначения: 1 – все самки, кроме самок ИВ, 2 – ювенильные, самцы, переходные, 3 – самки ИВ, ключением самок с внутренней икрой) и другие млад ловозрелые) образуют два отдельных непересекающи ника между которыми проходит примерно по значению

В то же время самки с икрой под карапаксом образуют отдельное, сильно наклонное «облако», нижний край которого принадлежит неполовозрелым, а верхний – половозрелым особям. Сравнение стernalных шипов у этих самок позволяет предположить, что первые из них принадлежат к впервые созревающим особям, которые дадут первый помет, а вторые – к повторно нерестующим самкам. Еще одним подтверждением этому служит то, что правый край этого «облака» доходит почти до максимальных размеров креветок. Таким образом, можно сделать вывод, что непропорциональное увеличение длины плеврита второго сегмента брюшка связано с процессом полового созревания, и происходит оно во время первого созревания ооцитов.

Коэффициенты наиболее важных уравнений весового и линейного роста сведены в табл. 2. Критерием важности в данном случае служили либо практическая значимость (зависимость размер – вес), либо потребности сравнения наших данных с имеющимися в литературе (промышленная длина тела – длина карапакса). Сравнение уравнений регрессий не показало статистически достоверных отличий между районами, поэтому были рассчитаны единые коэффициенты для северного чилима всего Сахалина. Высокие значения коэффициентов корреляции показывают в высшей степени достоверную связь между указанными признаками. Весовой рост у северного чилима имеет небольшую положительную аллометрию, полученные коэффициенты зависимости веса от размера вполне согласуются с известными литературными данными (Табунков, 1982).

Наиболее удачным критерием половозрелости самок является длина плеврита 2-го членика брюшка, тем более что в обоих изучаемых районах значения этого признака достоверно не различаются. Максимальные значения нормированной длины плеврита у младшевозрастных особей не пересекаются с минимальными значениями длины плеврита у половозрелых самок в обоих районах. На рис. 4 показано, что половозрелые самки (за ис-

Таблица 2

	a	$\pm a$	b	$\pm b$	r	$\pm r$	n
$L_c = a + b^* L_b$	-0,7101318	0,2501	0,2625	0,0022	0,9834	0,0083	477
$L_b = a + b^* L_c$	6,2843058	0,8995	3,6835	0,0312	0,9834	0,0083	477
$W_0 H H = a + b^* L_b$	0,0000052	1,1695	3,1699	0,0326	0,9068	0,0093	2045
$W_0 B H = a + b^* L_b$	0,00000951	1,0336	3,0185	0,0071	0,9884	0,0023	4293

*Примечание: ИН* – самки с наружной икрой, *БИ* – все особи без наружной икры (самцы, переходные и самки), *Lc* – длина карапакса, мм, *Lb* – промысловая длина тела, мм, *Wo* – вес тела, г.

**Плодовитость.** Форма икринок у северного чилима яйцевидная, длина недавно отложенных икринок у креветок в Татарском проливе изменялась от 0,99 до 1,25 мм при среднем значении 1,08 мм, а диаметр – от 0,71 до 0,99 мм при среднем значении 0,80 мм. Средняя индивидуальная абсолютная и относительная плодовитость креветок в начале инкубационного периода оказалась близкой друг к другу в обоих районах Сахалина (табл. 3), достоверных отличий не обнаружено. В среднем по двум районам она составляет  $3256 \pm 239$  шт./осо́бь,  $26,3 \pm 1,64$  шт./мм и  $162 \pm 7$  шт./г соответственно.

Таблица 3

	Длина тела, мм	Вес, г	ИАП, шт.	ОП, шт./мм	ОП, шт./г
Татарский пролив					
Новая икра	106,9–130,8 119,0±1,96	13,0–26,0 18,6±0,98	2270–4829 3366,3±224,44	20,97–37,49 28,08±1,47	135,17–218,13 180,02±5,42
Перед выпускком личинок	104–130 117,6±1,29	12,0–27,0 17,1±0,67	600–4625 1868,8±180,50	5,22–36,13 15,73±1,42	37,97–208,33 110,90±9,04
Северо-восточный Сахалин					
Новая икра	116–136 127,3±1,66	13,8–29,7 21,6±1,00	1607–5806 3156,4±251,66	13,85–42,69 24,67±1,80	79,68–197,48 145,71±8,81

*Примечание:* в числителе – размах колебаний, в знаменателе – средняя величина и ошибка.

В то же время обнаружены достоверные (при  $P=0,10$ ) различия в количестве икринок в начале и в конце инкубационного периода. По всей видимости, потери икры при вынашивании составляют не менее 44%, т. е. почти половина икры к моменту выпуска личинок погибает.

Популяционная плодовитость за рассматриваемый период в Гатарском проли-

Таблица 4

*Темп весового и линейного роста северного чилима Сахалина и коэффициенты уравнения Берталанфи по годам*

Возраст, лет	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	$t_f$	$L^\infty$	$t_0$
Татарский пролив											
Ср. эмп., мм	43,9	69,3	93,6	113,6	125,1	134,8	142,1	140,0*	0,26	169,7	-0,12
Вес, г	0,90	3,44	8,33	14,73	19,56	24,37	28,47	27,25			
Доля, %	0,1	7,0	29,8	33,2	26,2	3,1	0,6	+	3,9**		
Ср. теор., мм	42,9	72,0	94,4	111,7	125,0	135,3	143,2	149,3	1,53 <sup>a</sup>	0,014 <sup>b</sup>	
Вес, г	0,84	3,85	8,54	14,01	19,52	24,64	29,12	32,94			
Восточный Сахалин											
Ср. эмп., мм	46,7	71,8	96,4	118,0	131,3	143,1	152,7	158,5	0,23	190,1	-0,21
Вес, г	1,07	3,81	9,08	16,47	22,56	29,06	35,18	39,27			
Доля, %	0,1	10,6	35,5	36,5	16,6	0,7	+	+	3,6**		
Ср. теор., мм	45,6	74,8	98,1	116,7	131,5	143,4	152,8	160,3	1,62 <sup>a</sup>	0,014 <sup>b</sup>	
Вес, г	1,00	4,30	9,56	15,94	22,66	29,24	32,25	40,59			

Примечание: \* – значение по одному году; <sup>a</sup> – стандартное отклонение для  $L^\infty$  по усредненному ряду; <sup>b</sup> – средняя вариация значений по усредненному ряду; \*\* – средний возраст.

**Жизненный цикл северного чилима.** Первые переходные особи появляются в уловах при длине тела 70–74 мм в Татарском проливе и 45–49 мм у восточного Сахалина, что соответствует возрасту 1–2 года. Первые самки появляются в уловах в Татарском проливе при размере 90–94 мм, а у восточного Сахалина – 75–79 мм (примерно 3 года). Последние переходные особи исчезают в уловах в обоих районах при размере около 120 мм – около 6 лет. Таким образом, можно констатировать довольно растянутый процесс смены пола, который происходит у креветок, возраст которых может различаться на 3 года (в интервале размеров от 75–94 до 120–124 мм).

Количество нерестов в течение жизни, рассчитанное по формуле Н. Н. Хмелевой (Хмелева, Гигиняк, 1982; Хмелева, Голубев, 1984; Хмелева, 1988), равно примерно 3,5 кладок. В то же время длительность созревания икры и практическое отсутствие в уловах самок одновременно с внутренней и наружной икрой делает проблематичным ежегодный нерест каждой особи. Таким образом, видимо, каждая самка может нереститься только 1–3 раза.

Достоверных различий между значениями размера 50%-ной половозрелости в исследуемых районах не оказалось ( $P=0,05$ ,  $F_f=1,37 < F_u=5,19$  (дисперсии не различаются) и  $t_f=0,67 < t_u=2,2$  (средние не различаются)), что позволило в дальнейшем считать размер 50%-ной половозрелости самок одинаковым для креветок у всего Сахалина. Он оказался равным 110,33 мм, что соответствует длине карапакса 28,29 мм. Исходя из этого, возраст половозрелости был определен нами для Татарского пролива в 3,9, а у восточного Сахалина – в 3,6 года.

**Смертность.** Коэффициенты общей смертности и годовой убыли для различных районов, рассчитанные по Рикеру (1979) и Бевертону-Холту (1958), начиная с 4-летнего возраста, представлены в табл. 5.

всегда изменялась от 3189 до 4030 икринок на самку, в среднем составляя 3686 икринок. В районе северо-восточного Сахалина она была гораздо ниже – в среднем 2728 икринок на самку. Изменялась она в пределах 2441–2947 икринок.

Репродуктивный потенциал (РП) северного чилима у берегов Сахалина достаточно высок. Даже у северо-восточного Сахалина, где он на 30% меньше, чем в Татарском проливе, он в 2,8 раза превышает самый высокий РП в Баренцевом море, равный 197,8 тыс. шт. (Беренбойм, 1982б). Отмечается некоторое увеличение РП за период наблюдений, особенно хорошо выраженное с середины 90-х годов, связанное, видимо, с увеличением среднего возраста популяций в обоих районах в последние годы.

**Размерно-возрастной состав.** Размерный состав северного чилима подвержен довольно значительной изменчивости по годам. В Татарском проливе средние размеры изменились от  $99,5 \pm 0,4$  мм в 1992 г. до  $113,8 \pm 0,4$  мм в 1997 г. Средние размеры промысловых особей (длина тела более 90 мм) изменились от  $108,2 \pm 0,2$  мм в 1996 г. до  $116,7 \pm 0,2$  мм в 1991 г. У северо-восточного Сахалина колебания средних размеров происходили в пределах от  $93,9 \pm 0,3$  в 1990 г. до  $116,3 \pm 0,4$  мм в 1998 г., а средний размер промысловых особей изменился от  $100,9 \pm 0,2$  до  $119,8 \pm 0,3$  мм соответственно.

Никаких закономерностей в изменении размерного состава не обнаружено. Например, не имеется синхронности изменений размеров из двух районов, не отмечается цикличность и т. д. Сравнение среднемноголетнего размерного состава из двух районов показал достоверность различий дисперсий распределений и доли промысловых особей (при  $P=0,05$ ), непараметрический критерий Пирсона также показал достоверные различия распределений при высоком уровне значимости – 0,001.

Наличие многолетнего ряда наблюдений и двух-трех довольно четко выраженных модальных классов дало возможность провести анализ размерного состава с целью определения возраста методом Скуладотти (Skuladottir, 1981) и графическим методом Хардинга (Harding, 1941; Cassie, 1954). Кроме того, был проведен математический анализ полученных результатов, исходя из следующих положений: рост креветок аппроксимируется уравнением Берталанфи, и каждый годовой класс имеет нормальное распределение. Результаты приведены в табл. 4. Уменьшение размера восьмилеток по сравнению с семилетними особями в Татарском проливе (см. табл. 4) вызвано тем, что возрастной класс 8+ в этом районе встречен только однажды, в выборке 1995 г., и, вероятно, представлен особями с размерами меньше среднего для своего года.

Бралловых уловах северного чилима как на востоке, так и на западе Сахалина преобладают особи 3–5-летнего возраста. Их доля по годам изменялась от 79,0 до 92,6% в Татарском проливе и от 75,5 до 99,2% у восточного Сахалина. Среднемноголетний возраст скоплений у восточного и западного Сахалина близок друг к другу и составляет, соответственно, 3,6 и 3,9 года (табл. 4). Как на востоке, так и на западе Сахалина в конце 80-х годов средний возраст был достаточно большим и составлял около 4 лет. Затем, в начале–середине 90-х годов произошло некоторое омоложение скоплений, а в 1998 г. в обоих районах вновь происходит увеличение среднего возраста креветок.

Таблица 6

Численность и темпы смертности северного чилима  
по среднемноголетним данным (по: П. В. Тюрин, 1972)

Возраст, лет	Татарский пролив					Северо-восточный Сахалин					
	$\varphi$	$\chi_{\varphi}$	$\chi_Z$	$M$	$F$	$\varphi$	$\chi_{\varphi}$	$\chi_Z$	$M$	$F$	
(0+)	(99,8)	(99,8)	(0)	(6,2)	(6,2)	(0)	(99,7)	(99,7)	(0)	(5,9)	(5,0)
1+	62,5	62,5	0	1	1	0	71,3	71,3	0	1,2	1,2
2+	45,1	45,1	0	0,6	0,6	0	44,0	44,0	0	0,6	0,6
3+	31,6	31,6	0	0,4	0,4	0	36,2	36,2	0	0,4	0,4
4+	29,5	29,5	0	0,4	0,4	0	52,8	35,5	17,3	0,8	0,4
5+	85,3	40,0	45,3	1,9	0,5	0,6	94,4	46,3	48,1	2,9	0,6
6+	86,1	56,5	29,6	2,0	0,8	0,4	89,1	63,0	26,1	2,2	1,0
7+	91,2	77,6	13,6	2,4	1,5	0,1	91,3	80,6	10,7	2,4	1,6
8+	100	98,9	1,1	—	4,5	0	100	98,9	1,1	—	4,5
											0,01

Таблица 5  
Значения коэффициентов общей смертности ( $Z$ ) и убыли ( $\varphi$ )  
для северного чилима Сахалина по среднемноголетним данным

Район		Возраст, лет (по Рикеру)					по Бевертону-Холту
		4+	5+	6+	7+	8+	
Западный Сахалин	$Z$	0,31	2,10	1,62			1,84
	$\varphi$	0,27	0,88	0,80	1,00		
Восточный Сахалин	$Z$	0,79	3,22	3,41	0,71		2,98
	$\varphi$	0,55	0,96	0,97	0,51	1,00	

Минимальные значения коэффициентов естественной смертности для каждой из группировок, связанные с возрастом массового полового созревания ( $t_{\text{криз}}$ ) определены по методу В. Н. Лукашова (Лукашов, 1970). Они оказались равны для Татарского пролива –  $\Phi_M=0,295$ ,  $M=0,350$ , для восточного Сахалина –  $\Phi_M=0,339$ ,  $M=0,414$ . Следует иметь в виду, что в этом возрасте креветки еще не вступили в промысловую часть стада, и, следовательно,  $M=Z$ .

При расчете методом Тюрина видно, что увеличение общей смертности в возрасте 5+ и 6+ лет связано с повышенной промысловой смертностью в этих возрастах.

## Глава 5. Промышленная эксплуатация запасов

**История освоения промыслом.** Добыча северного чилима в Татарском проливе началась в 1979 г. До 1984 г. креветку в Татарском проливе добывали ежегодно 7–11 японских и 2–4 российских судна (Галимзянов, 1994; Букин, 2001; Иванов, 2001). В дальнейшем промысел вел отечественный флот, и лишь в 1994 и 1995 гг. был разрешен промысел японскому флоту. С 1985 по 1989 г. на промысле креветки работали 4–6 судов. В это время креветка вообще российских рыбаков интересовала слабо в связи с довольно высокой себестоимостью продукции, относительно низкими закупочными ценами и государственной монополией внешней торговли, исключающей непосредственный выход добывающих предприятий на международные рынки. Добыча креветки японскими судами в этот период превышала российские показатели в 4–6 раз, а суммарный вылов северного чилима в эти годы был достаточно высок и составлял 192–642 тонны ежегодно, в среднем – 420 тонн.

В 1990 г. у каждого российского рыболовного предприятия появилась возможность самому выходить на внешний рынок. Это сразу повысило интерес добывающих организаций к креветке и не замедлило сказаться на величине промысловых усилий. Количество судов на промысле сразу увеличилось до 35 единиц в 1994 г., а в 1995 г. – до 62 единиц. Но в связи с тем, что в пределах ареала северного чилима обитает гораздо более дорогой вид креветок – гребенчатый чилим, вылов северного чилима снизился и в период с 1985 по 1994 г. составлял в среднем 97 тонн в год, колеблясь в пределах от 14 до 414 тонн.

С 1995 г. в связи с истощением запасов других ценных ракообразных заинтересованность добывающих организаций в северном чилиме повысилась. Увеличению вылова в немалой степени способствовало также внедрение тралящих орудий лова, из-за чего возросла рентабельность лова. Благодаря тралям вылов в среднем достигает 20–30 тонн в месяц, хотя в зависимости от обрабатываемых мощностей судна может составлять и 2–3 тонны в день. Ежегодный вылов колеблется от 267 до 824 тонн, в среднем – 502,3 тонны. Несмотря на увеличение вылова, состояние популяции северного чилима в Татарском проливе в настоящее время не ухудшилось (Букин, 2001).

Промысел северного чилима у северо-восточного Сахалина начался в 1995 г., когда началось внедрение тралевых орудий лова. Единственная известная нам попытка организовать здесь ловушечный лов северного чилима была сделана в 1996 г., когда во время проведения контрольного лова за 38 рабочих дней было выловлено 19,4 тонны, при этом улов на усилие (100 ловушек) в среднем составил 21,4 кг.

Вылов северного чилима у северо-восточного Сахалина достиг максимума – 442 т в 1996 г., в 1997 г. снизился до 287 т, а в 1998 г. – до 142 т. Улов на усилие за это же время увеличился почти в 2,5 раза – с 70,5 до 167,2 кг на час тралиния. Это, в общем, может являться свидетельством того, что снижение вылова в этом районе не является следствием снижения запасов и связано, скорее всего, с тем, что рыбодобывающие предприятия традиционно в первую очередь осваивают лимиты, выделенные в Татарском проливе, и только после этого оставшееся время тратят на добывчу креветки у северо-восточного Сахалина.

Повышение в последние годы интереса добывающих организаций к северному чилиму вызывает необходимость определения научно обоснованной величины допустимого вылова, разработки других способов регулирования промысла.

**Рекомендации по рациональной эксплуатации запасов.** Для расчета объема допустимого улова (ОДУ) северного чилима используются данные траевых съемок. Биомассу и численность обловленного запаса северного чилима определяли по тралевым уловам с учетом расчетного коэффициента уловистости трала.

Для определения промыслового запаса и пополнения нами были использованы полученные ранее коэффициенты уравнения роста Берталанфи, возраст полового созревания самок и коэффициенты смертности (Букин, 2000). Кроме того, ранее были определены минимальный коэффициент естественной смертности по методу В. Н. Лукашова (1970) и коэффициенты смертности по поколениям с помощью метода П. В. Тюрина (1972).

С помощью найденных коэффициентов смертности последовательно, начиная со старшей возрастной группы, были восстановлены индексы численности младших возрастных групп по формуле  $I_t = I_{t+1} e^{-Z}$ , где  $I_t$ ,  $I_{t+1}$  – доли соответствующих возрастов в возрастном составе уловов 2001 г.,  $Z$  – общая смертность соответствующей возрастной группы. При этом за старший класс при расчетах был взят возраст 7+, который присутствовал во всех выборках, и, следовательно, доля которого определена довольно надежно.

Учитывая полученную по траевой съемке оценку величины облавливаемого запаса, по среднему весу одной особи получили его численность. По этой численности была определена численность отдельных возрастных групп по формуле:

$$N_t = N_0 I_t,$$

где  $N_0$  – численность обловленного запаса,  $I_t$  – индекс численности соответствующего возрастного класса.

Возраст достижения промыслового размера (промысловой длины тела 90 мм) был рассчитан с помощью существующих методик (Бабаян и др., 1984) и оказался равным приблизительно 3 годам. Таким образом, промысловый запас представляет собой сумму численности возрастов 3–8 лет, а пополнение – численность возраста 2+.

Из условия сохранения запаса на одном уровне уравнение равновесного вылова в год  $t$  в единицах абсолютной численности имеет вид (Михеев, 1999):

$$C_t = \frac{F}{Z} R_t e^{-M_t},$$

где  $M_t=0,6$  – естественная смертность пополнения,  $Z=1,68$  – средняя общая смертность промысловой части популяции.

Для определения значения коэффициента промысловой смертности  $F$  был использован метод Уллтанга (Ulltang, 1978, цит. по: Беренбойм, 1982б). Отношение эксплуатируемого нерестового запаса к незатронутому промыслом нерестовому запасу ( $S/S_0$ ) при различных значениях коэффициента промысловой смертности было рассчитано по формуле:

$$S/S_0 = \frac{e^{-F_t}(1-e^{-M_t})}{1-e^{-(F+M_t)}}$$

где  $M_t=1,001$  – усредненный (среднегеометрический) коэффициент естественной смертности креветок после наступления половозрелости (в возрасте 4–8 лет),  $t=1$  –

время в годах между вступлением рекрутов в промысловое стадо (около 3 лет) и первым после наступления половозрелости выклевом личинок (около 4 лет).

По этой формуле нашли, что для северного чилима Татарского пролива значение  $S/S_0=0,5$  соответствует коэффициенту  $F=0,49$ , а у северо-восточного Сахалина – 0,52.

При расчете ОДУ на 2003 г., подставив это значение в уравнение общего вылова, получили значение возможного вылова северного чилима в Татарском проливе, равное 462658 тыс. экз., или 3853 тонны, у северо-восточного Сахалина – 43258 тыс. экз., или 595 тонн.

Таким образом, при найденных значениях показателя естественной смертности и величине пополнения обоснованный коэффициент изъятия для северного чилима Татарского пролива равен 11,67% (=12%) величины облавливаемого общего запаса, или 8,12% (=8%) от величины восстановленной промысловой биомассы популяции. Так, возможный вылов в этой популяции может составлять 17,3% (=17%) величины облавливаемого общего запаса, или 12,6% (=13%) от величины восстановленной промысловой биомассы популяции.

К другим мерам регулирования можно отнести введение на период линьки – с марта по июнь – по рекомендации автора запрет на проведение тралевого промысла креветок, а также ограничение минимальной глубины лова.

## ВЫВОДЫ

1. Основное ядро скопления северных креветок в Татарском проливе отмечается на глубинах 200–300 м в зоне смешения вод северной мелководной части пролива, находящихся под влиянием амурского стока и южной глубоководной части, в которой сильно влияние Цусимского течения.

У северо-восточного Сахалина отмечается два самостоятельных скопления: южное – в координатах 49°30'–51°20' с. ш. и северное – в координатах 52°00'–53°30' с. ш. на глубинах 200–350 м. Южное скопление является почти стационарным, а ядро северного скопления сдвигается к северу и становится плотнее в осенне-зимнее время, видимо, по мере ослабления стока Амура.

В целом распределение скоплений северного чилима в обоих районах практически неизменно из года в год.

2. Протяженных географических миграций у северного чилима не отмечено, в течение года наблюдается смещение центров скоплений на расстояние 10–20 миль в месяц на достаточно ограниченной площади. Сезонные миграции северного чилима сходны в обоих районах, хотя сроки наступления отдельных этапов несколько различаются. В целом, несмотря на некоторые отличия в различных участках каждого из районов, миграции можно разбить на 5 основных периодов:

а. Весенние преднерестовые миграции (март–май). Креветка в Татарском проливе смещается на глубины 200–300 м из более глубоководных районов. Скопления характеризуются преобладанием самок с икрой с глазком и самок с внутренней икрой, только в конце указанного периода появляются самки без икры. Самцов до 13%. У северо-восточного Сахалина в этот период, видимо, проходят и нерестовые миграции.

б. Летние (нерестовые) миграции (июнь - июль). Скопления в Татарском проливе смещаются относительно своего прежнего положения на большие глубины (примерно на 50–150 м по глубине). У самок начинают преобладать особи с внутренней и наружной зеленой икрой. Количество самцов увеличивается до 20–25%. У северо-восточного Сахалина в этот период уже проходят нагульные (кормовые) миграции.

с. Летние (кормовые) миграции (август). Скопления занимают максимальную площадь и распространяются в широком батиметрическом диапазоне, хотя наибольшие уловы отмечаются на глубинах 200–400 м. В скоплениях преобладают самки без икры и с новой зеленой икрой, самцов до 10%.

д. Осенние (кормовые) миграции (сентябрь–декабрь). Скопления смещаются в южном направлении и на глубину 300–500 м. В этот период возможно создание креветками локальных скоплений высокой плотности с преобладанием самок без икры и с наружной зеленой икрой. Появляется новое поколение самок с внутренней икрой.

По зимним миграциям (январь–февраль) данных нет.

3. В Татарском проливе весной и в первую половину лета наблюдается наибольшее количество самок северного чилима в уловах. Выпуск личинок у этих креветок происходит в марте–апреле, нерест – в мае–июне. У северо-восточного Сахалина эти процессы не наблюдались, но по состоянию самок в более поздние сроки можно предположить, что здесь они проходят примерно в это же время. Продолжительность созревания гонад и инкубации икры составляет примерно 10 месяцев.

В Татарском проливе пик созревания гонад нового поколения самок приходится на август, а у восточного Сахалина пик этого процесса проходит на 1,5–2 месяца позже. В сентябре–декабре в уловах начинает отмечаться новое поколение самцов.

4. У северного чилима в процессе роста происходит опережающее увеличение длины плеврита 2-го членика брюшка, ширины скафоперита и 6-го членика брюшка. Практически не изменяются ширина карапакса, длина 6-го членика брюшка и расстояние от заднего края карапакса до последнего шипа на головогруди. Относительная длина тельсона, ширина и вес абдомена не изменяются у всех размерно-функциональных групп, кроме самок с наружной икрой, у которых они значительно увеличиваются. Все прочие признаки у старших особей относительно меньше, чем у младших. Весовой рост у северного чилима имеет небольшую положительную аллометрию.

Признаком, наиболее сильно изменяющимся в процессе полового созревания самок, является длина плеврита второго членика брюшка. При  $L_p/L_c < 0,58$  особь неполовозрелая, при  $L_p/L_c > 0,58$  – половозрелая.

5. В Татарском проливе после нереста средняя ИАП составляет  $3366,3 \pm 224$ , а у северо-восточного Сахалина –  $3156,4 \pm 251$  икринка. Плодовитость северного чилима у берегов Сахалина является самой высокой по сравнению с ИАП из других районов (Атлантика, Берингово море). Потери икры при инкубации составляют не менее 44%. Популяционная плодовитость северного чилима о. Сахалин также весьма высока, а репродуктивный потенциал примерно в 3 раза больше, чем в Баренцевом море.

Размеры свежеотложенной икринки равны  $1,08 \times 0,80$  мм.

6. Размерный состав креветок значительно меняется по годам. Средние размеры в Татарском проливе изменяются от  $99,5 \pm 0,4$  до  $113,8 \pm 0,4$  мм, у северо-восточного Сахалина – от  $93,4 \pm 0,3$  до  $116,3 \pm 0,4$  мм. Размерный состав чилимов в разных районах достоверно различается.

7. Линейный рост северного чилима аппроксимируется уравнением Берталанфи. Максимальный прирост особей наблюдается в возрасте до 4 лет. Затем ежегодные приrostы начинают снижаться, причем, в Татарском проливе при этом увеличивается отставание по длине тела креветок от своих сверстников из района северо-восточного Сахалина.

8. Максимальный возраст креветок может достигать 8 лет, хотя обычно креветки живут до 7 лет. Средний возраст скоплений у восточного и западного Сахалина составляет, соответственно, 3,6 и 3,9 года.

Отмечается некоторое снижение среднего возраста скоплений в начале – середине 90-х годов, особенно заметное у восточного Сахалина, где в 1990 году он составил 2,8 года. В настоящее время в обоих районах опять происходит некоторое увеличение среднего возраста креветок.

9. Процесс смены пола у северного чилима наблюдается у трех-четырех возрастных групп (3–6 лет), он происходит при размерах от 94 до 120 мм. Продолжительность жизни креветок в виде самок составляет около 3 лет.

Между значениями размера 50%-ной половозрелости самок восточного и западного Сахалина достоверных различий не оказалось. Это позволило в дальнейшем считать этот размер одинаковым для креветок всего Сахалина и равным 110,33 мм или 28,29 мм по длине карапакса, что несколько выше, чем у атлантического подвида. Соответствующий возраст составляет 3,9 года в Татарском проливе и 3,6 года у восточного Сахалина.

10. Годовая убыль на первом году жизни составляет 99,7–99,8% численности вылупившихся личинок. Минимальные коэффициенты естественной смертности у северного чилима равны 0,350 для Татарского пролива и 0,414 для восточного Сахалина. Максимальная общая смертность, вызываемая увеличением промысловой смертности, в обеих популяциях приходится на возраст 5–6 лет.

11. В результате проведенного исследования установлено, что скопления северного чилима из Татарского пролива и восточного Сахалина относятся к различным популяциям в связи с достоверным различием по большинству фенотипических признаков и географической разобщенностью.

12. В Татарском проливе ОДУ не должен превышать 12% величины облавляемого общего запаса, а у северо-восточного Сахалина – 17% этой величины. Рекомендовано ввести запрет на траловый промысел этого вида с марта по июнь с целью снижения прилова линяющих особей. Как инструмент оперативного регулирования размерного состава уловов предлагается использовать ограничение минимальных глубин промысла.

## СПИСОК РАБОТ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Букин, С. Д. Предварительные данные о продуктивности северного шrimса-медвежонка *Sclerocrangon boreas* Берингова моря / С. Д. Букин // В Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоноч. (Минск (Нарочь), 9–13 октября 1990 г.) : Тез. докл. – М. : ВНИРО, 1990. – С. 25–26.
2. Букин, С. Д. Распределение, численность и биология северного шrimса-медвежонка *Sclerocrangon boreas* в северо-западной части Берингова моря / С. Д. Букин // Промыслов.-биол. исслед. мор. беспозвоноч. : Сб. науч. тр. – М. : ВНИРО, 1992. – С. 68–77.
3. Букин, С. Д. Возраст, рост и смертность северного чилима *Pandalus borealis* у берегов Сахалина / С. Д. Букин // II науч.-практ. конф. «Проблемы охраны и рац. использ. биоресурсов Камчатки» (3–6 окт. 2000 г.) : Тез. докл. – Петропавловск-Камчатский. – 2000. – С. 38–41.
4. Букин, С. Д. Современное состояние запасов северного *Pandalus borealis* и гребенчатого *P. hypsinotus* чилимов в Татарском проливе / С. Д. Букин // Междунар. науч.-практ. конф. «Прибрежное рыболовство – XXI век» (Ю-Сах., 19–21 сент. 2001 г.) : Тез. докл. – Ю-Сах. : Сах. книж. изд-во, 2001. – С. 14–15.
5. Букин, С. Д. Условия формирования скоплений и состояние запасов углохвостой креветки в северо-западной части Берингова моря в 1990 г. / С. Д. Букин, К. А. Згуровский, Г. В. Хен // Промыслов.-биол. исслед. мор. беспозвоноч. : Сб. науч. тр. – М. : ВНИРО, 1992. – С. 63–68.
6. Букин, С. Д. Распределение и размерно-половой состав северной креветки у берегов восточного Сахалина / С. Д. Букин, С. А. Низяев // Тез. докл. конф. молодых учен. «Оценка и освоение биологических ресурсов океана» (26–28 апр. 1988 г.). – Владивосток : ТИНРО, 1988. – С. 76–77.
7. Клитин, А. К. Распределение двух видов креветок в Татарском проливе зимой 2000 г. / А. К. Клитин, С. Д. Букин // Тез. докл. междунар. конф. «Биологические ресурсы окраинных и внутренних морей России и их рациональное использование (запасы, многовидовые модели, сбалансированное рыболовство, экологическая ситуация) (Ростов-на-Дону). – Вопр. рыболовства. – 2000. – Т. 1. – № 2–3. – Ч. 1. – С. 172–176.
8. Низяев, С. А. Квотирование промысла донных беспозвоночных / С. А. Низяев, С. Д. Букин // Рыб. хоз-во. – 1999. – № 1. – С. 29–30.
9. Bukin, S. D. Distribution of three species of larval shrimp in the Tatar Strait / S. D. Bukin, K. G. Galimzyanov // Abstracts of 9th Annual Meeting of North Pacific Marine Science Organization (PICES), Hakodate, Hokkaido, Japan, 20–28 October 2000. – P. 37.
10. Bukin, S. D. Trophic relations of crabs, shrimps and fishes of the western Bering Sea / S. D. Bukin, K. A. Zgurovskiy, E. V. Lavrovskiy, A. G. Slizkin // Proc. International Symposium on King and Tanner crabs (Anchorage, AK, USA, November 28–30, 1989). – 1990. – P. 305–314.

Подписано в печать 8.08.2002 г. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$ . Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 1,5. Заказ 16. Тираж 100 экз.

Отпечатано в Сахалинском научно-исследовательском институте  
рыбного хозяйства и океанографии.  
г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196.