

1982  
Б.И.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ им. П. П. ШИРШОВА

На правах рукописи

БЕРЕНБОЙМ Борис Иосифович

УДК 595.384.12(268.45)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЗАПАСОВ КРЕВЕТКИ *Pandalus borealis* Krøyer В  
БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ И НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ СЕВЕРНОЙ  
АТЛАНТИКИ

(специальность 03.00.18 - гидробиология)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Мурманск - 1982

И

Работа выполнена в Полярном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии им.Н.М.Книповича (ПИНРО)

Научные руководители:

кандидат биологических наук А.А.Нейман

кандидат биологических наук Б.Г.Иванов

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук Я.И.Старобогатов

кандидат биологических наук Р.Н.Буруковский

Ведущее учреждение - Управление промысловой разведки  
и научно-исследовательского флота  
"Севрыбпромразведка"

Защита состоится "19" октября 1960 года в 10 часов  
на заседании  сужде-  
ний ученой  сико-  
им.П.П.Шир   
ва, 23.

С дисс  ута  
океанологии 

Авторе 

Ученый секр   
специализир   
кандидат би  рг

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

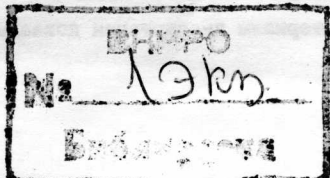
Актуальность. Северная креветка *Pandalus borealis* Krøyer - важнейший вид промысловых ракообразных Северной Атлантики. Её промысловый лов начался еще в начале века в фиордах южной части Скандинавии. Со второй половины 70-х годов особенно высокими темпами росла добыча этой креветки в нетрадиционных районах креветочного промысла - в проливе Левиса и Баренцевом море.

Несмотря на высокую промысловую ценность *P. borealis* многие вопросы биологии его размножения, воспроизводства запасов, популяционной структуры, питания, распределения изучены недостаточно полно. Недостаток знаний особенно заметен в относительно новых районах креветочного промысла - в том числе и в Баренцевом море. Без решения этих проблем невозможно научное обоснование прогностических рекомендаций, объективное планирование добычи и, в итоге, рациональный промысел.

Актуальность изучения особенностей биологии и распределения *P. borealis* в Баренцевом море определяется также тем, что значительная часть запасов креветки этого региона находится в районах, прилегающих к побережью СССР, и рациональное их использование зависит в немалой степени от стратегии советского промысла.

Цель и задачи работы. Основной целью работы является биологическое обоснование рационального промысла *P. borealis* в Баренцевом море. Для достижения этой цели решали следующие задачи:

1. На основании изучения особенностей биологии размножения, воспроизводства запасов креветки выяснить популяционную структуру вида в Баренцевом море и сопредельных водах.
2. Для совершенствования тактики поиска промысловых скоплений и техники добычи выявить основные закономерности распределения *P. borealis*, характер его питания, миграций, поведения.



3. Оценить запасы креветки и, учитывая уровень самовоспроизводства популяций, обосновать величины допустимого вылова, другие меры регулирования креветочного промысла в Баренцевом море.

Научная новизна работы. Впервые рассмотрены: относительная плодовитость, выживаемость эмбрионов за период инкубации, численность погибших яиц в кладке, вероятность повторного нереста, репродуктивный потенциал вида в ряде районов Баренцева моря. На основе этих данных установлены достоверные различия между популяциями креветки нескольких районов моря. Длительность стадии самца *P. borealis* - этот вид является протандрическим гермафродитом - определяли неприменявшимся ранее для этой цели методом согласования эмпирического размерного ряда с теоретическим нормальным по критерию Пирсона. Обнаружены тесные линейные связи между репродуктивным потенциалом креветочных группировок, сроками размножения, длительностью периода инкубации креветки с одной стороны и температурой воды с другой. Предложены методы определения границ репродуктивной части ареала. Установлено, что основными объектами питания *P. borealis* являются полихеты и эвфаузиевые рачки. Впервые выявлены возрастные различия в качественном составе пищи, накормленности, суточном ритме питания креветки. Также впервые выполнен расчёт допустимого вылова *P. borealis* в важнейших промысловых районах Баренцева моря.

Практическое значение работы. С 1977 г. основные результаты работы используются при подготовке промысловых рекомендаций прогнозистического характера различной заблаговременности, в консультациях по поиску и промыслу креветки, а с 1979 г. - для обоснования позиции советской делегации на переговорах с норвежской стороной по вопросам регулирования креветочного промысла. Выводы диссертации могут быть использованы при определении необходимых мер охраны запасов *P. borealis*, при совершенствовании орудий и техники лова.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывали на Всесо-

езной конференции по использованию промысловых беспозвоночных на пищевые, кормовые и технические цели (Одесса, 1977 г.); заседании Московского отделения ВГБО (Москва, 1978 г.); Научной конференции по проблемам рационального использования запасов креветок (Мурманск, 1980 г.); IV съезде ВГБО (Киев, 1981 г.); межлабораторном совещании ПИНРО (Мурманск, 1982 г.); коллоквиумах лаборатории кормовой базы и беспозвоночных ВНИРО (Москва, 1977-80 гг.) и лаборатории бентоса Института океанологии им. П.П.Ширшова АН СССР (Москва, 1982 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ, из них 6 в соавторстве, в том числе 2 за рубежом; 4 работы находятся в печати, из них две в соавторстве.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 167 страницах машинописного текста, содержит 51 рисунок, 30 таблиц, состоит из введения, шести глав, заключения и предложений. Список использованной литературы включает 234 наименования, из них 129 на иностранных языках.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

##### Введение

Биологии, распределению и промыслу креветки *P. borealis* посвящено немало исследований, наиболее важными из которых следует считать работы Wollebaek, 1903, 1908; Berkeley, 1930; Hjort, Ruud, 1938; Rasmussen, 1953; Horsted, Smidt, 1956; Allen, 1959; Б.Г.Иванова, 1965; Haynes, Wigley, 1969. Однако результаты изучения этого вида в Баренцевом море изложены лишь в нескольких статьях. З.Г.Паленичко (1941) впервые охарактеризовала распределение, некоторые аспекты биологии *P. borealis* в данном регионе. В.В.Кузнецов (1964) опубликовал данные о темпе роста, особенностях развития, репродуктивном потенциале *P. borealis* из прибрежных и восточных районов моря. В.Ф.Брызгин (1970) показал, что в Баренцевом море существуют зна-

чительные по биомассе скопления северной креветки. Он первым (Брянгин, 1970, 1973; совместно с Русановой, 1974) предпринял попытку выяснить популяционные различия *P. borealis* отдельных районов моря, для чего исследовал темп роста, скорость полового развития, сроки размножения, некоторые закономерности распределения вида.

Из иностранных исследований *P. borealis* в Баренцевом море наибольший интерес представляет диссертационная работа Тейгсмарка (Teigsmark, 1980), который по материалам 1978-1979 гг. попытался выяснить возрастные различия креветок из нескольких районов моря.

#### Глава I. Материал и методика

В настоящей работе использован материал, собранный при непосредственном участии автора в различные сезоны 1971-1981 гг. За этот период в Баренцевом море и некоторых районах Северо-Восточной Атлантики проведено 11 специальных и 2 комплексных научных экспедиций, часть из которых (8 рейсов) выполнялась под руководством автора.

В морских экспедициях и лаборатории гидробиологии ПИНРО при массовом промере исследовано 117255, методом полного биологического анализа - 24715 экз., проведен анализ питания у 483, определена накормленность у 4379, проведен анализ плодовитости у 265 креветок. При помощи фотоавтоматов типа "Тритон" выполнено 4770 подводных фотографий и методом визуальных наблюдений из подводного аппарата "Север-2" обследовано свыше 3,5 тыс. м<sup>2</sup> морского дна.

При массовом промере измеряли длину карапакса и определяли пол креветки методом Расмуссена (Rasmussen, 1953), оценивали стадии зрелости гонад (Hauges, Wigley, 1969) и состояние покровов тела (Draeh, Tchernigovtzeff, 1967). Полный биологический анализ включал в себя кроме перечисленных работ, измерения общей длины тела (от заглазничной выемки до конца тельсона) и веса. Абсолютную плодовитость определяли путем прямого подсчета икры на плеоподах. Относи-

тельную плодовитость рассчитывали как частное от деления абсолютной плодовитости на массу самки с икрой (Правдин, 1966; Ройс, 1975; Faradopol, 1975). Оценку стадий эмбриогенеза проводили по 4-х балльной шкале (Haynes, Wigley, 1969). Выживаемость эмбрионов за период инкубации находили по соотношению относительной плодовитости на 4-ой и I-ой стадиях эмбрионального развития в процентах. Репродуктивный потенциал, под которым подразумевали количество эмбрионов на 1000 особей популяции (Кузнецов, 1964; Haynes et al., 1976), определяли умножением показателя численности икриносных самок в популяциях на их среднюю абсолютную плодовитость на 4-ой стадии эмбриогенеза для каждой криветочной группировки.

Степень наполнения желудков криветки оценивали способом Р.Н. Бурковского (1969) по 4-х балльной шкале, а накормленность - по среднему баллу наполнения желудков. Частоту встречаемости кормовых объектов определяли в процентах от числа желудков с пищей.

Для удобства изложения материала зону исследований в Баренцевом море и сопредельных водах разделили по расположению криветочных группировок на 9 районов: 1 - Ян-Майенский; 2 - Прибрежный, 3 - Центральный, 4 - Северо-Западный, 5 - Восточный, 6 - Северо-Восточный, 7 - Северный, 8 - Западный (Баренцево море); 9 - Шпицбергенский районы.

#### Глава II. Некоторые закономерности распределения *Pandalus borealis*

По температуре и глубине в ряде районов моря условия обитания *P. borealis* заметно отличаются друг от друга. Например, в Восточном районе концентрации криветки обнаруживали на участках с глубиной моря 180-270 м и среднегодовой температурой воды у дна в период сезонного минимума  $+0,3^{\circ}$ , в Центральном районе - соответственно 240-350 м и  $+1,2^{\circ}$ , в Прибрежном - 250-300 м и  $2,1^{\circ}$ .

В то же время условия образования скоплений *P. borealis* в Баренцевом море имеют много общих черт. Концентрации криветки отмеча-

ются: 1) в районах со сходным рельефом дна - на склонах и днищах желобов, впадин, ложбин; 2) в зонах взаимодействия водных масс различного происхождения, где имеются температурные градиенты в придонном слое  $0,5-2,0^{\circ}$  на 10 миль; 3) на участках с однотипным грунтом - песчаным илом, реже на илу; 4) в районах с повышенной биомассой полихет, которые являются важными кормовыми объектами *P. borealis*.

### Глава III. Размножение, развитие, рост *Pandalus borealis*

Влияние температуры на сроки размножения. На основании литературных и собственных материалов по Баренцеву морю выявлены зависимости сроков размножения креветки в 27 районах ареала (Баренцево, Норвежское, Гренландское, Северное, Берингово моря и др. районы) от среднегодовой (среднепогодной) температуры воды. Коэффициенты корреляции связей, которые определены как прямолинейные, сроков начала, разгара, окончания нереста и выклева личинок, длительности инкубационного периода с температурой поверхностного и придонного слоев воды изменяются в пределах от 0,78 до 0,88, а их ошибки от 0,10 до 0,16. Сроки нереста связаны с температурой прямой, а сроки выклева - обратной зависимостями. Длительность периода инкубации обратно пропорциональна температуре воды (рис. ). То есть, в районах с более высокой температурой воды на поверхности и у дна нерест креветки проходит позже, выклев личинок раньше, а длительность инкубационного периода меньше, чем в сравнительно холодноводных районах.

Установленные зависимости позволили определить в первом приближении температуру воды, выше которой размножение вида маловероятно. Среднегодовая температура на поверхности моря у южной границы ареала может соответствовать примерно  $15^{\circ}$ .

Кроме того, между среднепогодной температурой воды у дна в мае (сезон температурного минимума, критический период в жизни личинок) и репродуктивным потенциалом группировок *P. borealis* -



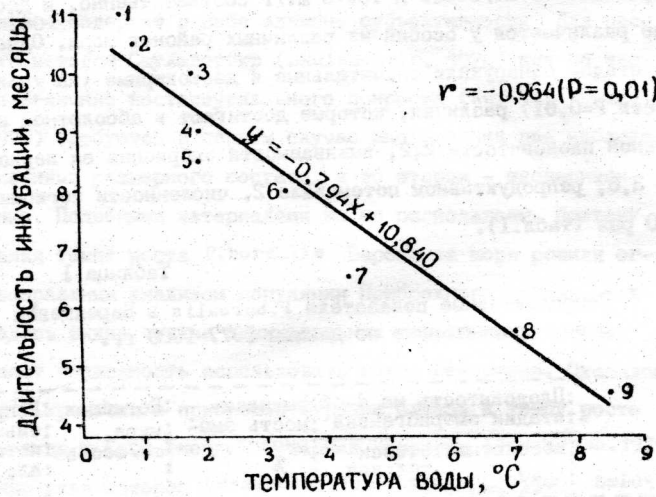


Рис. Зависимость длительности инкубационного периода *P. borealis* от среднегодовой (среднемноголетней) температуры воды у дна. 1 - Восточный, 2 - Северный, 3 - Центральный, 4 - Северо-Западный, 5 - Прибрежный районы Баренцева моря (наши данные); 6 - Берингово море, 7 - зал. Аляска (Иванов, 1969); 8 - Вигра-фиорд, Норвегия (Kasmissen, 1953); 9 - район Норт-умберленда (Allen, 1959).

удалось обнаружить тесную линейную связь, которая характеризуется уравнением  $R = 46,204t^0 + 46,945$  и коэффициентом корреляции  $r = 0,84$  ( $P = 0,01$ ). По выявленной связи нашли, что репродуктивный потенциал равен нулю и эффективное размножение *P. borealis* невозможно в районах с майской придонной температурой около минус  $1^0$ . Таким образом, майская придонная изотерма минус  $1^0$  может быть принята за северную границу репродуктивной части ареала вида в Баренцевом море.

Абсолютная и относительная плодовитость у *P. borealis* на первой стадии эмбрионального развития составляет в среднем по Баренцеву морю  $1264 \pm 60$  шт/особь и  $159 \pm 5$  шт/г соответственно, и достоверно не различается у особей из различных районов моря. Однако, на 4-ой стадии обнаружили значительные и достоверные (на уровне значимости  $P=0,01$ ) различия, которые достигают в абсолютной и относительной плодовитости 2,2, выживаемости эмбрионов за период инкубации 3,6, репродуктивном потенциале 2, численности погибших яиц почти 10 раз (табл. I).

Таблица I

Репродуктивные показатели *P. borealis* в Баренцевом море, рассчитанные по данным 1977-1980 гг.

Район	Плодовитость на 4-ой стадии эмбриогенеза : абсолютная : относительная, : шт/особь : шт/г	Выживаемость эмбрионов, % :	Погибшая икра, шт/особь :	Репродуктивный потенциал, тыс. :	
Восточный	$455 \pm 42$	$56 \pm 4$	$26,8 \pm 2,3$	$89 \pm 12$	97,7
Северо-Западный	$665 \pm 4$	$70 \pm 4$	$51,3 \pm 4,9$	$69 \pm 17$	-
Центральный	$648 \pm 92$	$84 \pm 9$	$53,3 \pm 5,9$	$52 \pm 13$	160,0
Прибрежный	$1012 \pm 99$	$102 \pm 6$	87,9	9±9	197,8

Темп роста и развития. Определение возраста *P. borealis* большинства районов Баренцева моря крайне затруднено, так как здесь наблюдается сильное "перекрывание" по размерам смежных размерно-возрастных классов, то есть аккумуляция нескольких старших возрастных групп в одну или две размерные. Аналогичное явление отмечали у этого вида в районе Западной Гренландии (Norsted, 1978). Этот процесс определяется, очевидно, тем, что большинство баренцевоморских и часть западногренландских группировок *P. borealis* пополняются не только за счет местного воспроизводства, но и за счет рекрутов, принесенных из мест с различными условиями роста. Выделение возрастных групп по

размерному составу таких группировок разными статистическими методами (Harding, 1949; Покровский, Слизкин, 1977; Macdonald, 1979; Teigsmark, 1980) содержит в себе элемент субъективности. Для расчета возраста методом Скуладоттир (Skuladottir, 1976) или по частоте линек и величине постэкзувивального прироста (Kurata, 1962; Nicholson, 1979) требуется в первом случае многолетний ряд наблюдений за изменениями размерного состава, а во втором - экспериментальные данные. Подобными материалами мы не располагаем. Поэтому, для определения темпа роста *P. borealis* Баренцева моря решили ограничиться возрастным анализом популяции Прибрежного района, так как только здесь видна четкая полимодальная структура размерных рядов, что дает возможность использовать метод Петерсена. Оказалось, что темп роста креветки в прибрежье Мурмана близок к темпу роста особей этого вида в Балс-фиорде, Северная Норвегия (Thomassen, 1976).

По мнению ряда авторов (Rasmussen, 1953; Брызгин, 1970; Smidt, Carlsson, 1978) *P. borealis* в северной части своего ареала может участвовать в размножении в качестве самца один или два раза в жизни. Мы предприняли попытку определить длительность "самцового периода" путем сопоставления эмпирических размерных рядов самцов с нормально распределенным теоретическим рядом. При этом допускали, что согласование эмпирического размерного ряда с теоретическим по критерию Пирсона ( $\chi^2$ ) при ( $P = 0,05$ ) доказывает справедливость предположения о продолжительности стадии самца ориентировочно в один год. В противном случае средняя продолжительность "самцового периода" составляет как минимум два года. Гипотезу о согласовании с нормальным законом принимали при справедливости выражения  $0,408(\chi^2 - 3) < 3$ .

Минимальные значения  $\chi^2$  оказались характерными для креветки Западного района. Оценка этих значений свидетельствует о согласовании эмпирических распределений с теоретическим. Значения  $\chi^2$  для креветки Северо-Западного, Северного и Восточного районов оказались

чрезвычайно высокими и гипотеза о согласовании с нормальным законом здесь полностью отвергалась. Следовательно, с учетом предложенного допущения продолжительность стадии самца в Западном, то есть наиболее тепловодном районе, может быть около одного, а в более холодноводных - Восточном, Северном, Северо-Западном - как минимум два года.

Самки, вероятно, могут участвовать в размножении дважды в течение двух лет подряд, через год или один раз в жизни. Для проверки этого предположения изучали состояние гонад самок, освободившихся от личинок (табл.2). В одном из самых тепловодных районов, Прибрежном, все особи анализируемой группы были в июне с хорошо развитыми гонадами на стадии III, то есть готовились к нересту текущего года, тогда как в холодноводном Восточном районе не обнаружили ни одной самки этой группы, готовящейся к нересту. Размножение *P. borealis* в этих районах, очевидно, проходит различно: в Прибрежном районе самки могут нереститься дважды в течение двух лет, в Восточном - через год либо один раз в жизни. В других районах моря лишь часть самок может участвовать в повторном нересте, на следующий год.

В Восточном районе, где креветка функционирует как самец в течение двух лет, *P. borealis* впервые откладывает икру в возрасте не менее четырех лет и лишь незначительная часть этих особей, из-за высокой естественной смертности, доживает до повторного нереста, который может иметь место в возрасте около 6 лет.

Коэффициент естественной смертности в возрасте 4-5 лет, рассчитанный для креветки Прибрежного района по формуле Ф.И. Баранова (1971), составил  $M = 2,62$ , а годовичная убыль в этом возрасте -  $r = 93\%$ . Коэффициент  $M$  для креветки остальных районов Баренцева моря вычислить не удалось из-за значительных трудностей, связанных с определением возраста. Однако, по соотношению процентного содержания икринных

Таблица 2

Стадии зрелости самок *P. borealis* освободившихся от личинок, в некоторых районах Баренцева моря, июнь 1979 г.

Район	Объем выборки, экз.	Среднего летняя температура воды у дна в мае, °С	Процент самок, освободившихся от личинок, с годами на стадии зрелости		
			I	II	III
Прибрежный	31	1,9	0	0	100,0
Северо-Западный	69	1,8*	29,0	17,4	53,6
Центральный	161	1,0	47,9	34,7	17,4
Восточный	242	0,3	100,0	0	0

\* ориентировочные данные

самок в начале и в конце инкубационного периода выявили значительные различия в естественной убыли таких самок в двух близко расположенных, но различных по термическим условиям районах (табл.3). При этом учитывались отсутствие промысла в зоне исследований. В более холодноводном районе процент икротных самок за время инкубации икры снизилось в 6,6 раз, а менее холодноводном районе - всего в 2,9 раз.

Таблица 3

Процентное содержание икротных самок в группировках *P. borealis* на востоке Баренцева моря в начале и в конце периода инкубации икры

Район	Среднего летняя температура воды у дна в мае, °С	Процент икротных самок			
		Объем проб, экз.	Сентябрь, 1976	Объем проб, экз.	Май, * 1977
Восточный	+0,3	1160	27,7±1,4	1744	9,4±1,4
Северо-Восточный	-1,0	1307	10,5±3,9	1076	1,6±0,6

\* - учитывали также самок, освободившихся от личинок

Следовательно, годовичная убыль икросных самок в холодноводной восточной части моря в возрасте 4-5 лет может быть еще больше, чем в Прибрежном районе, где температура воды сравнительно высока.

Таким образом, есть основания считать, что в Арктической области Баренцева моря (биогеографическое деление по К.Н.Несису, 1963), второй нерест самок в возрасте свыше 6 лет фактически не происходит и *P. borealis* откладывает икру один раз в жизни. В Бореальной области возможен повторный нерест, однако даже здесь из-за высокой естественной смертности в возрасте 4-5 лет эффективность этого нереста крайне низка.

#### Глава IV. Популяции *Pandalus borealis* и их структура

Для выявления популяционной структуры вида в Баренцевом море рассматривали: 1) абсолютную плодовитость, 2) относительную плодовитость, 3) выживаемость эмбрионов за время инкубации, 4) количество погибших яиц, 5) репродуктивный потенциал, 6) длительность стадии самца, 7) вероятность повторного нереста, 8) сроки размножения и продолжительность инкубационного периода. По первым 5 пунктам установлены статистически достоверные ( $P = 0,01$ ) различия, на основании которых в Баренцевом море можно выделить, по крайней мере, три пространственно и биологически обособленных группировки *P. borealis*. Кроме того, эти группировки отличаются друг от друга длительностью стадии самца и продолжительностью инкубационного периода, сроками размножения и вероятностью повторного нереста. Очевидно, существуют также различия в естественной смертности *P. borealis* в районах с различным термическим режимом.

Учитывая различный уровень самовоспроизводства, а также направление и сравнительную интенсивность дрейфа личинок (Berenboim et al, 1980; Лысый, 1980) баренцевоморские группировки *P. borealis* можно рассматривать как независимые, полузависимые и зависимые по-

популяции, которые являются элементами одной суперпопуляции в понимании В.Н.Беклемишева (1960). В результате изучения особенностей воспроизводства северной креветки нами определены некоторые характеристики этих популяций.

Независимые популяции обладают максимальным в данном регионе репродуктивным потенциалом, отличаются высокой плодовитостью особей и выживаемостью эмбрионов, высокой вероятностью повторного нереста, весьма низким количеством погибших яиц (см. табл. I). Число аллохтонных личинок здесь, очевидно, значительно уступает количеству автохтонных, а рекруты, поступившие извне, не оказывают существенного влияния на воспроизводство таких популяций. Некоторые из независимых популяций могут считаться "материнскими", так как они снабжают своими личинками и, возможно, взрослыми особями другие баренцево-морские популяции. Независимые популяции расположены в прибрежной зоне Северной Норвегии, Западного Мурмана и юго-западной части моря.

В полузависимых популяциях численность поддерживается как за счет собственного воспроизводства, так и за счет поступления рекрутов извне. Репродуктивный потенциал примерно на 20%, плодовитость на 20-60%, выживаемость эмбрионов на 40-43% ниже, а численность погибших яиц в 4,5-7,7 раз выше, чем в независимых популяциях. Полузависимые популяции расположены, в основном, в Центральном, Северо-Западном и, очевидно, Шпицбергенском районах.

В зависимых популяциях, численность которых воспроизводится преимущественно за счет поступления рекрутов извне, репродуктивный потенциал и плодовитость примерно в два раза, выживаемость эмбрионов в 3,3 раза ниже, а численность погибшей икры на порядок выше, чем в независимых популяциях. Вероятность повторного нереста здесь крайне низка. Районы расположения зависимых популяций (Северный и Восточный) полностью находятся в Низкоарктической подобласти.

Таким образом, в арктических районах Баренцева моря расположены зависимые, у границы Арктической и Бореальной областей - полузависимые,

висящие, в бореальных районах - независимые, в том числе материнские, популяции *P. borealis*.

#### Глава V. Питание и поведение *Pandalus borealis*

Анализ состава пищи *P. borealis* показал, что спектр питания северной креветки довольно широк: до вида удалось определить 15 кормовых организмов, до рода - 9. Основными объектами питания *P. borealis* в Баренцевом море можно считать полихет (частота встречаемости 37,1%) и эвфаузиид (27,8%). Из полихет чаще других отмечали в желудках *Spiochaetopterus typicus* (10,3%), из других донных организмов - Foraminifera (11,8%), молодь двустворчатых (9,7%), из планктонных организмов встречали, кроме эвфаузиевых, веслоногих (6,7%) рачков.

Таким образом, в отличие от мнения некоторых авторов (Паленичко, 1941; Турпаева, 1953) у нас есть основания относить *P. borealis* к хищникам из бентофагов (по классификации Е.П. Турпаевой, 1953). Детрит, очевидно, не имеет большого значения в питании *P. borealis*. К аналогичному выводу одновременно с нами (Беренбойм, 1980), пришел Винберг (Wienberg, 1980), изучавший питание этого вида в Северном море.

В результате исследований состава пищи и степени наполнения желудков *P. borealis* мы обнаружили ряд возрастных особенностей в питании. 1) молодые особи (самцы и креветки в стадии смены пола) отличаются от самок более высокой накормленностью (табл. 4); 2) частота встречаемости многощеточковых червей и бентосных организмов в целом в желудках молодых *P. borealis* в 3-4 раза ниже, а планктонных ракообразных, в том числе эвфаузиид, выше, чем у самок (табл. 5); 3) у самцов и особей меняющих пол, в отличие от самок, наблюдаются суточные изменения накормленности, достоверные при  $P = 0,01$ .

Между выявленными особенностями питания и вертикальными миг-



Таблица 4

Показатели накормленности *P. borealis* в Баренцевом море, май-июнь 1978-79 гг.

Длина карапакса, мм	Объем проб, экз.	Предполагаемый возраст, годы	Пол*	Пустые желудки, %	Средний балл на основании желудков
20	3125	2-3	♂ + ♀	38,8	1,47
> 20	1253	4-5	♀	67,4	0,57

\* ♂ - самцы; ♀ - особи, меняющие пол; ♀ - самки.

Таблица 5

Частота встречаемости донных и планктонных организмов в желудках *P. borealis* Баренцева моря, 1978-1979 гг.

Длина карапакса, мм	Кол-во просмотренных желудков, экз.	Частота встречаемости, %					
		полихета	фораминифера	Bivalvia	всех донных организмов	диатомовые	всех планктонных организмов
< 20	270	19,4	12,7	6,6	48,4	32,1	57,6
> 20	213	87,0	18,8	13,0	88,4	21,7	36,2

рациями, очевидно, существует определенная зависимость. В темное время суток, когда накормленность молодых креветок возрастает, процентное содержание этих особей в придонных скоплениях значительно снижается, и, соответственно, уменьшается производительность креветочного промысла донными травами.

При помощи подводной автоматической фотосъемки выяснили, что плотность придонных скоплений *P. borealis* в период полярной ночи в восточной части Баренцева моря снижается по сравнению с полярным днем на 20-30%. Это происходит, в основном, за счет подъема в тол-

ду водн самцов, так как их процентное содержание в придонных скоплениях снижается с 72 до 49%. Следовательно, можно полагать, что суточные и сезонные изменения плотности и состава придонных скоплений креветки в высокоширотных районах подчиняются единой закономерности.

#### Глава VI. Проблемы рационального использования запасов *Pandalus borealis*

Советский креветочный промысел, впервые организованный в Северной Атлантике в 1974 г., быстро развивался во второй половине 70-х годов за счет эксплуатации запасов *P. borealis* пролива Ливиса, а с 1977 г. - Баренцева моря. Максимальный общий вылов креветки в этом море (район I ИКЕС) составил в 1978 г. - 35 тыс. т (из них советский - 18 тыс. т) или свыше 3/4 добычи этого вида всеми странами в Северо-Восточной Атлантике. Вследствие интенсивного промысла возникла необходимость определения величины допустимого вылова креветки в Баренцевом море, изыскания других путей регулирования креветочного промысла.

Для обоснования величины допустимого вылова в один и тот же сезон (май-июнь) 1978-1981 годов выполняли траловые съемки с использованием подводной фотограмметрии. Биомассу скоплений *Pandalus borealis* определяли двумя способами: 1) по данным подводного фотографирования; 2) по траловым уловам с учетом расчетного коэффициента уловистости трала.

Допустимый вылов мы вычисляли следующим образом: на примере популяций Прибрежного района методом Уилтанга (Uiltang, 1978) рассчитали отношение эксплуатируемого нерестового к незатронутому промыслом нерестовому запасу ( $S/S_0$ ) при различных значениях коэффициента промысловой смертности ( $F$ ) по формуле:

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

где:

$M_1 = 2,62$  - коэффициент естественной смертности после выклева личинок в возрасте 4-5 лет (см. Гл.Ш);

$t = 1$  - время в годах между вступлением рекрутов в промысловое стадо (возраст около 3-х лет) и первым выклевом личинок (возраст около 4-х лет).

Возраст вступления в промысловое стадо определяли по кривой селективности (Sakhno, Sadokhin, 1986). С учетом рекомендаций Рабочей группы ИСНАФ по креветке *Pandalus* (ISNAF, Redbook, 1977) нашли, что для баренцевоморской креветки значение  $S/S_0 = 0,50$  соответствует коэффициенту  $F=0,65$ . Затем по формуле А.В.Засосова (1970) определили при  $F=0,65$  допустимую степень промышленной эксплуатации баренцевоморских популяций с учетом зависимого характера их воспроизводства ( $\psi=0,30$ ). В итоге, величина общего допустимого вылова креветки по оценкам 1979-1981 гг. оказалась равной: в Центральном районе 8-13, в Восточном - около 8, в Северо-Западном - 1,7-0,5 тыс.т.

На основании выполненных исследований и расчетов наиболее эффективными мерами регулирования промысла *P.borealis* в Баренцевом море нам представляются: 1) международное квотирование вылова на основе объективных оценок биомассы дифференцированно для каждой популяции с учетом уровня ее самовоспроизводства; 2) комплекс мер по охране материнских популяций в прибрежных районах Западного Мурмана и Северной Норвегии.

#### В ы в о ы

1. Скопления *P.borealis* в Баренцевом море образуются преимущественно в районах со сходным рельефом дна (склоны впадин, желобов, ложбин), однотипным грунтам (песчаный ил либо ил), как правило, соответствуют зонам взаимодействия водных масс различного происхождения и участкам с повышенной биомассой полихет.

2. Сроки размножения и длительность периода инкубации *P. borealis* в различных районах ареала тесно связаны с температурой воды. В районах с более высокой температурой на поверхности моря и у дна нерест проходит позже, выклев личинок - раньше, а длительность инкубационного периода меньше, чем в сравнительно холодноводных районах.

3. Между среднегодовой температурой воды в мае и репродуктивным потенциалом популяции *P. borealis* в Баренцевом море существует тесная линейная связь, что позволяет определить северную границу репродуктивной части ареала, которая может соответствовать среднегодовой придонной майской изотерме минус  $1^{\circ}$ .

4. Абсолютная и относительная плодовитость *P. borealis* из различных районов моря в начале периода эмбриогенеза достоверно не различаются и составляют в среднем соответственно  $1264 \pm 60$  шт./осoby и  $159 \pm 5$  шт./г.

5. В конце периода инкубации икры отмечены достоверные различия у креветок, обитавших в разных районах моря, которые достигали по плодовитости 2,2, выживаемости эмбрионов - 3,6, репродуктивному потенциалу - 2, числу погибших яиц - около 10 раз. При этом, максимальные показатели эффективности самовоспроизводства характерны для *P. borealis* наиболее тепловодного, минимальные - сравнительно холодноводного районов.

6. В Баренцевом море выделены зависимые, полузависимые и независимые популяции *P. borealis* различающиеся по способности к самовоспроизводству. Зависимые популяции расположены в Нижнеарктической подобласти; полузависимые - близ границы Арктической и Бореальной областей; независимые, в том числе материнские, - Бореальной области моря.

7. Основные объекты питания северной креветки в Баренцевом море - полихеты и эвфаузиевые рачки. *P. borealis* можно считать хищником, который питается бентосными и планктонными организмами.

8. Характер питания *P. borealis* изменяется с возрастом: молодые особи отличаются от самок более высокой накормленностью, суточным ритмом питания, составом пищи.

9. Суточные вертикальные миграции креветок, очевидно, связаны с особенностями их питания. Суточные и сезонные изменения плотности и состава скоплений *P. borealis* у дна в высокоширотных районах подчиняются единой закономерности: в темное время суток и года плотность концентраций и процентное содержание молодых креветок в придонных скоплениях уменьшаются.

10. По результатам траловых съемок с использованием подводного фотографирования сделана оценка биомассы *P. borealis* в ряде районов Баренцева моря и рассчитан допустимый вылов, составивший по данным 1979-1981 гг. от 20 до 30 тыс. в год.

11. Для регулирования креветочного промысла в Баренцевом море наиболее важно его международное квотирование на основе биологически обоснованного допустимого вылова, а также мероприятия по охране "материнских" популяций.

#### Список работ автора по теме диссертации

1. Berenboim B.I., Zaferman M.L., Klimenkov A.I., Lysy A.Y., Umakhanov A.K. State of the stocks of deepwater shrimp in the West Greenland area. - ICNAF, 1976, Res. Doc. 76/VI/113, Serial No /3936, 14p.

2. Беренбойм Б.И., Серебров Л.И. Некоторые закономерности распределения креветки *Pandalus borealis* (Кр.) в Баренцевом море и районе Западной Гренландии. - В кн.: Всесоюз. научн. конф. по использ. пром. беспозв. на пищев., корм. и техн. цели, тезисы докл., Одесса, 22-25 ноября 1977 г. И. ЦНИИТЭИРХ, 1977, с.7.

3. Беренбойм Б.И. О популяционных различиях креветки *Pandalus borealis* (Кр.) Баренцева моря. - Гидробиологический журнал, 1978, т.14, вып.1, с.44-47.

4. Беренбойм Б.И., Беренбейм Д.Я. О нахождении границы репродуктивной части ареала креветки *Pandalus borealis* в Баренцевом море. - В кн.: Вопросы промысловой океанологии Мирового океана, тезисы докл. У Всесоюзной конференции, 23-25 октября 1979. Калининград, 1979, с.41-42.

5. Беренбойм Б.И. Новые данные о питании креветки *Pandalus borealis* в Баренцевом море. - В кн.: Проблемы рац. использ. зап. креветок, тезисы докл. Мурманск, 1980, с.7.

6. Беренбойм Б.И. О характере воспроизводства популяции креветки *Pandalus borealis* Баренцева моря. Там же, с.8-10.

7. Беренбойм Б.И., Серебров Л.И. К методике оценки запасов креветки *Pandalus borealis* Баренцева моря. - Там же, с.10-11.

8. Беренбойм Б.И., Попков Г.В. Некоторые результаты подводных наблюдений за поведением креветки *Pandalus borealis* на Гусиной банке в Баренцевом море. - Труды ПИНРО, 1980, т.44, с.56-63.

9. Berenboim B.I., Lysy A.Y., Serebrov L.I. On distribution, stock state and regulation measures of shrimp (*Pandalus borealis* Krøyer) fishery in the Barents Sea.-ICES C.M., 1980, K:15, 18p.

10. Беренбойм Б.И. О питании и вертикальных миграциях креветки *Pandalus borealis* Krøyer в Баренцевом море. - В кн.: IV съезд Всесоюз. гидробиол. об-ва (Киев, 1-4 декабря 1981 г.), тезисы докл. Киев: Наукова думка, 1981, ч.1, с.8-9.

11. Беренбойм Б.И. Питание северного шримса в Баренцевом море. - Биология моря, 1981, № 5, с.28-32.

12. Беренбойм Б.И. Воспроизводство популяций креветки *Pandalus borealis* в Баренцевом море. - Океанология, 1982, т.22, № 1, с.118-124.

Подписано к печати 14.12.82. Формат 60x84/16.

Уч.-изд. 1,0. Усл.-печ. 1,3. Тираж 130 экз.

Заказ 662

---

183763, Мурманск, Книповича, 6, ПИПРО.