

УДК 639.28:562/567(265.53-17)

**ИЗМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕВЕРНОЙ  
КРЕВЕТКИ В ПРИТАУЙСКОМ РАЙОНЕ ОХОТСКОГО МОРЯ***К.В. Бандурин (МагаданНИРО), М.Г. Карпинский (ВНИРО)***THE NORTHERN PRAWN BIOLOGICAL CONDITIONS CHANGES  
IN PRITAUISKIY AREA OF THE SEA OF OKHOTSK***K.V. Bandurin (MagadanNIRO), M.G. Karpinsky (VNIRO)*

The paper analyzes the changes in catch composition (share of the molting stages, maturity stages, developmental stage of external eggs) of the boreal deep-sea shrimp (*Pandalus borealis*) in the northern part Sea of Okhotsk between April and December. Two peaks of male's molting were recorded, one in April-May; another in September-October. Maturation of females starts in November, almost simultaneously with their molting and may last until spring (April-May) of the next year. The spawning occurs in June, when females lay eggs on their pleopods, and the next molting is possible only after the release of larvae which happens by May next year. Thus, total reproductive cycle of females last for about two years. After the release of larvae females start new cycle together with new portion of females appeared from recently molted males.

Исследования креветок Охотского моря, проводившиеся в 1930–1950-е гг. [Кобякова, 1955; Виноградов, 1950; Заренков, 1960 и др.] и продолжившиеся в нынешнем веке [Hayashi, 1992; Komai, 1999; Соколов, 1997 и др.], были посвящены в первую очередь фаунистике, систематике и биогеографии этой группы. При этом большинство этих исследований проводилось преимущественно в южной части моря, тогда как северная была обследована значительно хуже. Биология массовых охотоморских видов изучена слабо. Лишь с возобновлением промысла, произошедшего в последние десятилетия XX столетия, появились работы, посвященные в значительной степени количественному распределению и особенностям промысла основного массового в Охотском море тихоокеанского подвида северной креветки, *Pandalus borealis eous* [Makarov, 1935].

Северная креветка – важный объект промыслового рыболовства в северном полушарии. Вследствие большого хозяйственного значения, биология этого вида была хорошо изучена в северной Атлантике [Berkeley, 1930; Rasmussen, 1953; Allen, 1959], а затем и в северной Пацифике [Butler, 1964; Иванов, 1969, Kurata, 1981]. В Российских водах с развитием тралового промысла северной креветки были подробно изучены основные особенности биологии и распределения вида в северо-западной части Берингова моря [Андронов, 2001], у побережья юго-западной Камчатки [Лысенко, 2000], в сахалинских водах [Букин, 2003]. С 1999 г., после многолетнего перерыва, возобновился промысел северной креветки в северной части Охотского моря [Бандурин, 2001]. Главным районом стал Притауйский, вылов в котором достиг в 2005 г. 2,2 тыс. т. При научно-исследовательских работах, проводимых на промысловых судах, были изучены размерно-половой

состав, основные черты биологии и распределения вида, различные прикладные вопросы промысла и биологии [Бандурин, 2006; Михайлов и др., 2003]. В то же время, такие важные показатели, как сроки линьки, созревания гонад, стадий развития икры и их взаимосвязь были изучены лишь в общих чертах. Собранный в последнее время материал позволяет провести анализ этих процессов более детально.

Материал собирался в период промысловых работ, проводимых в Притауйском районе северной части Охотского моря в координатах  $57^{\circ}15'8''$ – $58^{\circ}18'9''$  с.ш., и  $150^{\circ}33'3''$ – $153^{\circ}59'8''$  в.д., на глубинах 153–288 м (рис. 1), на судах СТР «Александра», СТР «Капитан Меламуд» и СРТМк «Полесск». Ежедневно проводился биологический анализ северной креветки, для чего безвыборочно отбиралось около 150 (145–175) особей. Поскольку ни в один год наблюдения не проводились без значительных перерывов в течение всего периода возможных работ, когда исследуемый район свободен ото льда, было решено объединить данные за четыре года наблюдений, что позволило полностью охватить период с апреля по декабрь (табл. 1). В итоге были привлечены данные по биологическому состоянию 37365 особей, распределенных равномерно в течение свободного ото льда периода.

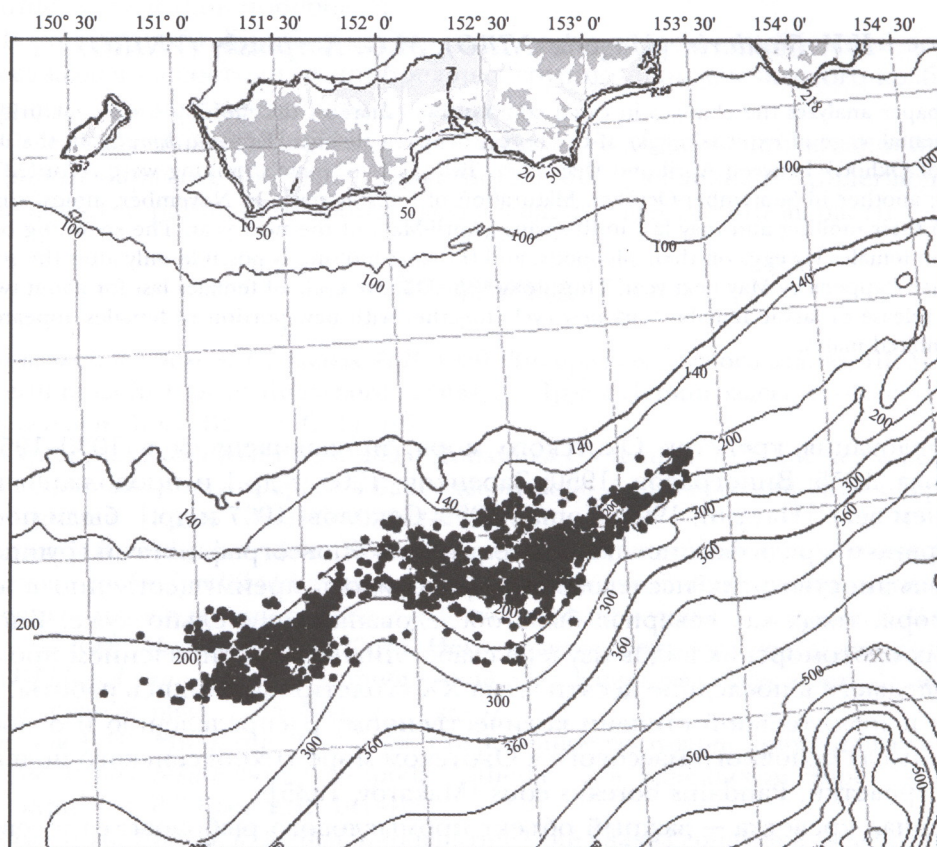


Рис. 1. Район сбора материала. Точки – траления

Figure 1. Position of trawl stations in Prityuiskiy area of the Sea of Okhotsk

Биологический анализ проводили по стандартной методике, описанной Б.Г. Ивановым [2004]. У отобранных креветок измерялась длина карапакса (ДК), определялись пол, стадия развития наружной икры, гонад, стадия линьки, а также комплекс признаков, не рассматриваемых в данной работе. Самки идентифицировались в первую очередь по наличию икры и развитию гонад, а самцы – по размерам (ДК 14–24 мм), определение пола у крупных самцов, мелких самок без икры и пе-

Таблица 1. Объем и сроки сбора использованного в работе материала

Table 1. The list of material used in this study

Год	Судно	Период работ	Кол-во экз.	Сборщик
2007	СТР «Александра», «Капитан Меламуд»	18 апреля – 11 июня	8633	М.Г. Карпинский
2005	СРТМк «Полесск»	14 июня – 29 июня	2934	К.В. Бандурин
2001	СТР «Капитан Меламуд»	4 июля – 30 августа	9340	К.В. Бандурин
2007	СТР «Александра»	4 августа – 28 сентября	6322	К.В. Бандурин
2005	СТР «Александра»	2–16 октября	1699	К.В. Бандурин
2003	СРТМк «Полесск»	13 октября – 30 декабря	10036	К.В. Бандурин

реходных особей производилось по строению эндоподита 1 пары плеоподов, так же, как и у особей с ДК менее 13–14 мм.

У самок с наружной икрой выделялись три стадии: 1 – икра свежееотложенная, ярко пигментированная, глазки не просматриваются; 2 – икра с глазками; 3 – икра с развитыми эмбрионами, а также стадия 4 – личинки выпущены. Выделялась промежуточная стадия 3–4, у которой большая часть личинок выпущена, но остается 20–40 % икры. Все самки без наружной икры и переходные особи подразделялись по степени развития гонад на четыре группы: 0 – гонады не просматриваются через карапакс; 1 – гонады слабо развиты, занимают в длину до одной трети спинной части под карапаксом; 2 – гонады умеренно развиты, занимают в длину от 1/3 до 1/2 спинной стороны под карапаксом; 3 – гонады хорошо развиты, полностью заполняют спинную сторону под карапаксом.

Линочные стадии определялись по 3-балльной шкале: 1 – линочная, панцирь мягкий, как папиросная бумага (линяющие особи); 3 – межлиночная, панцирь плотный, твердый. В определении 2-й линочной стадии у авторов возникли некоторые расхождения: один определял ее только как послелиночную, тогда как второй к этой стадии относил также и предлиночную. В обоих случаях панцирь не твердый, прогибается, но у послелиночных он свежий и хрупкий, тогда как у предлиночных достаточно старый и пластичный. Впрочем, хотя эти различия и нашли свое отражение в некоторых частях рисунка 2 (в двух пиках линьки ранее обнаруживалась стадия 1, в двух других – стадия 2), но на общую картину практически не повлияли, поскольку эта стадия весьма непродолжительна.

По биологическому состоянию были выделены 3 группы: самцы и две группы самок, данные каждой из них рассматривались отдельно. Цикл развития самок в притауйском районе продолжается два года [Бандурин, 2006]. Он начинается в конце лета-начале осени, когда у самок закладываются и формируются гонады, в первый год происходит их развитие, заканчивающееся откладкой икры на плеоподы (перестом), что происходит в начале лета. Второй год, период вынашивания самками икры, проходящей все стадии развития, заканчивается в конце весны выпуском личинок. После этого следует линька и повторение цикла, начинающегося с формирования гонад. Таким образом, границу между двумя циклами следует проводить приблизительно в середине лета, в период преобладания самок с выпущенными личинками. Поскольку в течение двух лет физиологическое состояние креветок значительно меняется, было принято решение разделить всех самок на две группы, условно названные самками 1-го и 2-го годов развития. Однако особенности сбора материала, когда часть цикла недоступна для исследований из-за ледового покрова, и образуется вынужденный разрыв в периоде наблюдений, обусловили несколько иную подачу материала: от начала до конца сезона (от конца апреля до начала декабря). В итоге к самкам первого года были

отнесены особи, у которых в апреле — мае были развитые гонады, а в июне — июле следовала откладка икры на плеоподы. У самок второго года в апреле икра с глазами и развитыми эмбрионами, которые вылупляются в мае — июне, и затем, после некоторой паузы, начинают формироваться гонады.

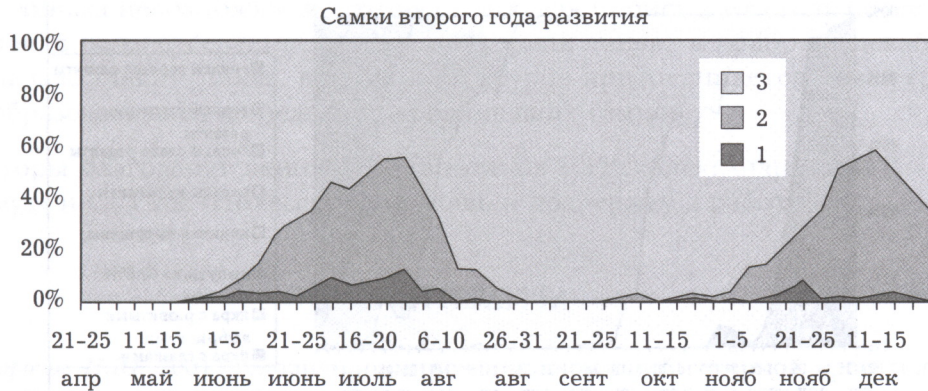
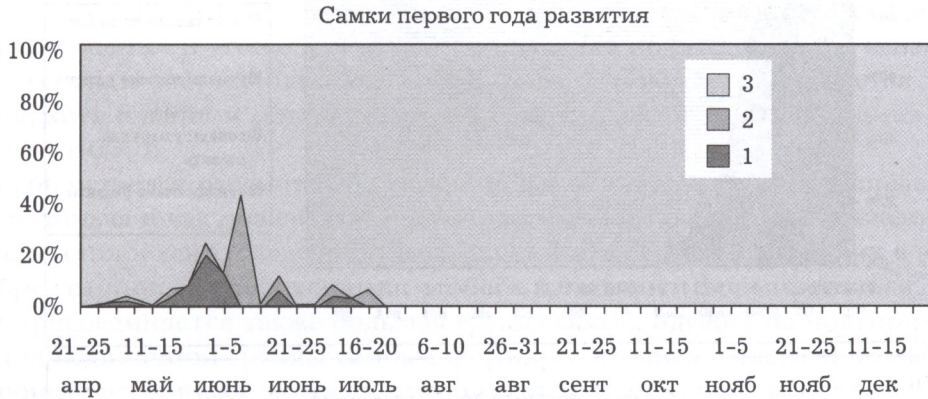
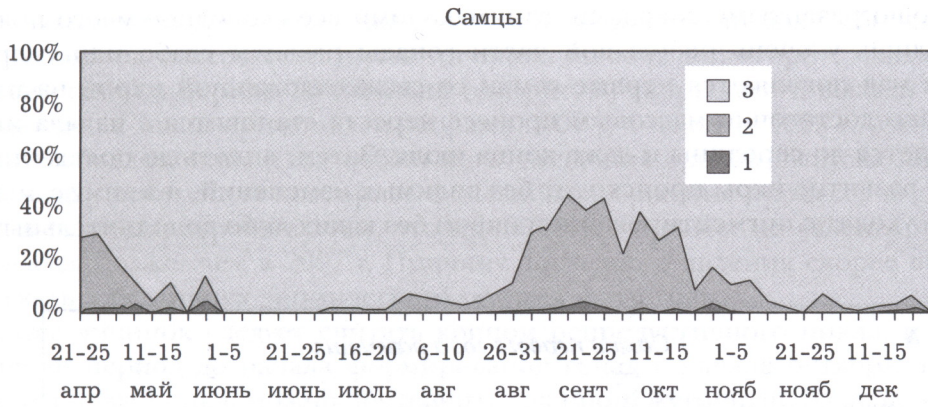
Чтобы проследить изменения процессов линьки, развития гонад и икры, весь материал был разбит на временные отрезки по 5 суток и для каждой из пятидневек было определено: количество самцов каждой линочной стадии; количество самок 1-го года каждой из стадий развития гонад и каждой линочной стадии; количество самок 2-го года каждой из стадий развития наружной икры и каждой линочной стадии. Эти материалы были сведены в общую таблицу, по которой строились графики изменений в течение сезона доли каждой из выделенных стадий линьки, развития гонад и созревания икры.

Сравнение полученных графиков (рис. 2) показало, что периоды линьки в каждой из трех выделенных групп достаточно четко выражены и происходят с определенной цикличностью, причем между пиками в одной группе всегда есть промежуток, а пики линек в разных группах расходятся во времени.

В группе самцов выделяются два пика. Наиболее четко выделяется пик интенсивной линьки, начинающийся в конце августа и заканчивающийся в середине ноября, хотя какое-то количество линяющих особей остается и в декабре. Сопоставляя общее количество линяющих особей и интенсивность затвердения панциря, можно уверенно утверждать, что за этот период перелиняли все особи данной группы. О втором пике линьки можно только догадываться, что он начинается до освобождения района ото льда, в феврале — марте, и в апреле наблюдается его завершение, хотя отдельные особи продолжают линять и в мае, но в июне этот процесс прекращается полностью.

Пик линьки самок из группы 1-го года развития не столь значителен, хотя и достаточно высока доля особей 1-й линочной стадии. Скорее всего в период этого пика линяют не все самки, а лишь какая-то часть из них. Линька полностью закончилась в середине июня, поскольку затем следовала откладка икры на плеоподы (нерест), блокирующая возможность линьки до момента полного выпуска личинок. Следует отметить, что у некоторых особей линька происходила перед самым нерестом, вследствие чего в небольшом количестве встречались самки 2-й линочной стадии со свежееотложенной икрой.

У самок второго года развития наблюдаются два четких, ярко выраженных пика, во время которых линяют практически все особи из этой группы. Первый из них начинается в начале июня и продолжается до конца августа, но наибольшего развития линька достигает с середины июня до середины августа. Поскольку у линяющих особей товарные кондиции резко падают и они не идут в технологическую обработку, на этот период по инициативе одного из авторов с 2002 г. был введен запрет на промысел северной креветки в Северо-Охотморской подзоне с 15 июня по 15 августа, для чего были внесены соответствующие изменения в Правила рыболовства [Бандурин, 2006]. Второй пик линьки начинается в ноябре и продолжается скорее всего до середины или конца января, то есть до периода становления льда, когда работы прекращаются. По своей интенсивности эта линька не уступает летней, однако возможно, некоторые особи не успевают перелинять в это время и они производят это весной, образуя относительно небольшой пик в группе самок первого года. Впрочем, возможно, этот пик образуют самки, нерестящиеся в первый раз, однако подтвердить это достаточно трудно: стернальные шипы, по развитию которых можно судить о том, что самка нерестится в первый раз, у особей 1-й и 2-й линочных стадий обычно бывают смяты. Возможно, следует рассмотреть вопрос о том, чтобы в период и этой линьки также ввести ограничения промысла.



**Рис. 2.** Изменения доли креветок различной линочной стадии у самцов (А), самок первого (В) и второго года развития (С) в свободный ото льда период

**Figure 2.** Changes of shares of different molting stages of males (A), the first year development females (B) and the second year development females (C) of boreal shrimp during the observation period

Обращает на себя внимание факт, что ни один из отмеченных пиков линьки не совпадает с другими, в результате чего в какой-то период времени основную массу линяющих особей составляет лишь одна из выделенных групп креветок, тогда как другие, если присутствуют, то в минимальном количестве.

Чтобы выяснить, каким стадиям физиологического состояния креветок соответствуют те или иные пики линьки, для самок, разделенных на группы первого и второго года развития, были составлены диаграммы изменения количественных характеристик особей с различными стадиями развития гонад и икры (рис. 3).

В период освобождения района ото льда, в конце апреля, в притауйском районе из группы, определяемой как самки первого года развития, преобладают осо-

би с хорошо развитыми гонадами, занимающими все свободное место под карапаксом, лишь у очень небольшой части гонады развиты слабо или умеренно. В начале мая появляются первые самки со свежееотложенной икрой на плеоподах, однако достаточно массовым процесс нереста становится с начала июня и продолжается до середины и даже конца июля. Затем, вплоть до появления льда в районе развитие икры происходит без видимых изменений, и в зиму самки первого года уходят с пигментированной икрой без каких-либо дополнительных признаков.

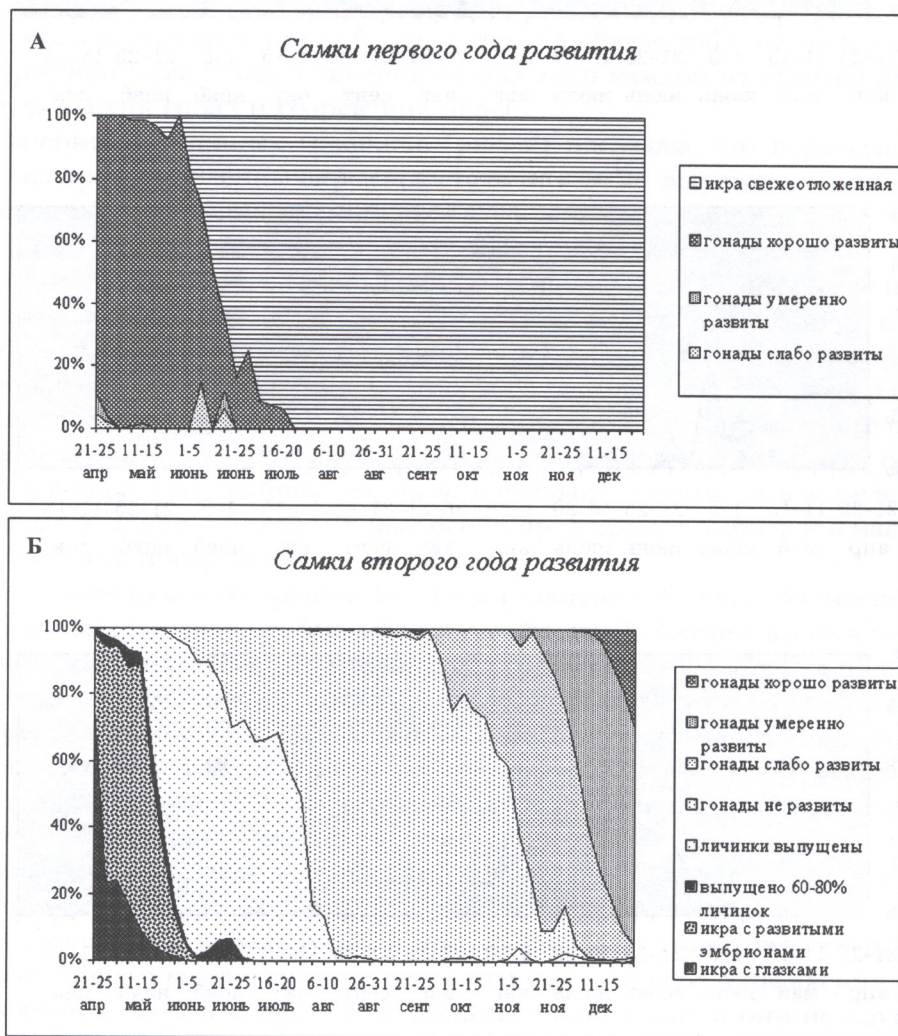


Рис. 3. Изменения доли самок первого (А) и второго (Б) года развития с различными стадиями зрелости гонад и развития икры в свободный ото льда период

Figure 3. Changes of the shares of females at the 1<sup>st</sup>-year of development (A) and the 2<sup>nd</sup>-year of development (B) with different stages of maturity and external eggs development during the observation period

Весной следующего года, в конце апреля самки (обозначающиеся как второго года развития) имеют икру либо на стадии глазка, либо с уже развитым эмбрионом, когда ярко пигментированный желток полностью рассасывается. В это же время в очень небольшом количестве появляются самки, уже полностью выпустившие личинок. Этот процесс проходит быстро и синхронно у всех самок: начавшийся в середине мая массовый выпуск личинок был завершен к первым числам июня, когда самок с икрой уже не было. Выделяемая промежуточная стадия, когда большая часть личинок у самок была выпущена, но оставалось приблизительно 20–40 %

общего количества, была невелика и постоянно присутствовала в сборах, проводимых в период массового выпуска личинок. Небольшой «горб», наблюдаемый для этой стадии в период 16–26 июня (см. рис. 3) скорее всего вызван тем, что материал до 12 июня представлен сборами 2007 г, а после — 2005 г. (см. табл. 1), и при их объединении, из-за небольшого смещения сроков выпуска личинок в разные годы, произошла повторная фиксация завершения процесса выпуска личинок, вызванная, вероятно, тем, что в 2005 г этот процесс по календарным срокам начался позже, чем в 2007 г. Причину последнего явления скорее всего следует искать в различиях термического режима в эти годы.

Выпуск личинок следует считать концом репродуктивного цикла, и весь последующий период до начала формирования гонад в начале октября, когда открывается новый цикл, можно обозначить как промежуточный. За это время происходит линька, самки теряют характерные волоски на плеоподах, к которым крепится икра и которые обуславливают основное различие между стадиями «личинки выпущены» и «гонады не развиты». Начало нового цикла начинается развитием гонад, и постепенная смена стадий этого развития наблюдается до конца декабря, хотя в данном материале этот период отнесен к группе «самки второго года развития».

Теперь остается рассмотреть, во время каких стадий развития креветок происходит линька и как она связана с физиологическим развитием. Началом цикла, как было установлено, следует считать период, когда у перелинявших в августе — сентябре самцов и переходных особей начинают формироваться гонады. К ним присоединяется также большая группа самок, идущих на повторный цикл. У этой объединенной группы самок с формирующимися гонадами в ноябре-декабре происходит линька, которая продолжается и в период, когда район закрыт льдами, а последние особи могут линять даже весной. После откладки икры (нереста) линька невозможна, и потому следующая происходит сразу после выпуска личинок, в начале-середине лета. А повторная линька в ноябре — декабре отмечает начало нового цикла, когда к этой группе присоединяется новая группа самок, образовавшаяся из недавно перелинявших самцов.

Авторы благодарят экипажи и капитанов СТР «Александра», СТР «Капитан Меламуд» и СРТМк «Полесск» за помощь и поддержку в работе.

## ЛИТЕРАТУРА

**Андронов П.Ю.** 2001. Условия формирования скоплений северной креветки *Pandalus borealis* (Crustacea, Decapoda, Pandalidae) в северо-западной части Берингова моря // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных: Сборник научных трудов. М.: Изд-во ВНИРО. С. 205–211.

**Бандурин К.В.** 2001. Новый район промысла креветки *Pandalus borealis* в северной части Охотского моря // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России: Сборник научных трудов. М.: Изд-во ВНИРО. С. 211–216.

**Бандурин К.В.** 2006. Креветки (Crustacea, Decapoda, Natantia) северной части Охотского моря: распространение, биология и перспективы промыслового использования // Дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. М.: Изд-во ВНИРО. 221 с.

**Букин С.Д.** 2003. Северная креветка *Pandalus borealis* eous сахалинских вод. М.: Изд-во ФГУП «Нацрыбресурсы». 137 с.

**Виноградов Л.Г.** 1950. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Известия ТИНРО. Т. 33. С. 179–358.

**Заренков Н.А.** 1960. Заметки о некоторых десятиногих ракообразных (Decapoda, Crustacea) Охотского и Берингова морей // Труды института океанологии. Т. 34. С. 343–350.

**Иванов Б.Г.** 1969. Биология северного шримса (*Pandalus borealis* Kr.) в Беринговом море и заливе Аляска // Труды ВНИРО. Т. 65. С. 392–416.

**Иванов Б.Г.** 2004. Методическое пособие по промыслово-биологическим исследованиям морских креветок (съёмки запасов и полевые анализы // Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 2. М.: Изд-во ВНИРО. 110 с.

**Кобякова З.И.** 1955. Отряд десятиногие раки Decapoda // Атлас беспозвоночных дальневосточных морей СССР. М-Л. С. 146–157.

**Лысенко В.Н.** 2000. Биология северной креветки *Pandalus borealis* у побережья юго-западной Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. Вып 5. С. 126–133.

**Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н.** 2003. Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 286 с.

**Соколов В.И.** 2001. Замечания о распространении и морфологической изменчивости пяти видов рода *Argis* (Crustacea, Decapoda, Crangonidae) в Охотском и Японском морях // Зоологический журнал. Т. 80. № 9. С. 1050–1065.

**Allen J.A.** 1959. On the biology of *Pandalus borealis* with reference to a population off the Northumberland coast // J. Mar. biol. Ass. U. K. V. 38. №1. P. 189–220.

**Berkeley A.A.** 1930. The post-embryonic development of the common pandalids of British Columbia // Contrib. Canadian Biol. N. S. V. 6. № 6. P. 79–163

**Butler T.H.** 1964. Growth, reproduction, and distribution of pandalid shrimps in British Columbia // J. Fish. Res. Bd. Canada. V. 21. № 6. P. 1403–1452.

**Hayashi K.I.** 1992. Studies on the hippolytid shrimps from Japan-VIII. The genus *Lebbeus* White // J. Shimonoseki Univ. Fish. V. 40. P. 107–138.

**Komai T.** 1999. A revision of the genus *Pandalus* (Crustacea: Decapoda: Caridea: Pandalidae) // Journal of the Natural History Museum and Institute. Chiba. V. 33. P. 1265–1372.

**Kurata H.** 1981. Pandalid shrimp fisheries of Japan // Proc. Internat. Pandalid Shrimp Symp. /Ed. Frady T. Fairbanks, Alaska. Univ. of Alaska Sea Grant College Program Rep. 81-3. P. 89–159.

**Rasmussen B.** 1953. On the geographical variation in growth and sexual development of the deep-sea prawn (*Pandalus borealis* Kr.) // Fiskeridirektoratets Skrifter. Vol. 10, N 3. 160 p.