

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЛУБОКОВОДНЫХ СТРИГУНОВ *CHIONOECETES ANGULATUS* И *C. JAPONICUS* У БЕРЕГОВ о. САХАЛИН

Е. Р. Первеева

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

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивный крабовый промысел в шельфовой и верхнебатиальной зонах дальневосточных морей привел к значительному истощению традиционной ресурсной базы промысловых десятиногих ракообразных в последнее десятилетие. К числу глубоководных крабов, обитающих в сахалинских водах, относятся краб-стригун ангулятус (*Chionoecetes angulatus* Rathbun, 1924) и японский стригун (*Chionoecetes japonicus* Rathbun, 1924). Эти виды обитают в батиальной зоне Охотского и Японского морей, образуя скопления на глубинах более 500 м. В Японском море, достаточно изолированном от Тихого океана, сформировался собственный батиальный вид *C. japonicus*, в Охотском море – *C. angulatus* в результате адаптации к обитанию на свале глубин шельфового стригуна *C. opilio* (Слизкин, 1982).

Ранее освоение ресурсов батиальных стригунов сдерживалось прежде всего недостаточной информацией по распределению этих видов, их численности, биологическим особенностям. Поскольку глубоководные стригуны по ряду причин никогда не были традиционными объектами промысла, по крайней мере в российских водах, степень их изученности (состояние запасов, а также особенности биологии и распределения) на настоящий момент крайне мала. Остаются совершенно неисследованными структура и механизмы функционирования популяционных группировок и популяций глубоководных стригунов. Неясно также, является ли их ареал непрерывным, или же, напротив, группировки крабов разобщены в пространстве, существует ли между ними в этом случае обмен, какова его интенсивность, насколько изолированы и стационарны репродуктивные ядра этих группировок. Все эти вопросы требуют продолжительного ряда наблюдений и проведения специализированных исследований, в том числе мечения. В связи с этим в настоящее время назрела необходимость в более глубоком изучении глубоководных стригунов как объектов, имеющих огромный промысловый потенциал. Глубоководные крабы-стригуны могли бы в полной мере войти в промысел, сняв тем самым часть нагрузки с традиционных объектов добычи.

Наиболее значимые из известных работ посвящены изучению различных биологических и экологических характеристик стригуна ангулятус, обитающего у северных Курильских островов (Низяев, 1992, 2001; Первеева, 2003), и распространению его в дальневосточных морях (Слизкин, 1982; Слизкин, Сафронов, 2000). Имеющиеся к настоящему времени сведения немногочисленны и касаются особенностей репродуктивной биологии стригуна ангулятус (Первеева, 2002а), его распространения у восточного Сахалина (Первеева, 1997, 2001). Японский стригун добывается уже довольно продолжительное время, поэтому информация по его распределению и состоянию ресурсов менее фрагментарна, однако это касается преимущественно южной и западной части Японского моря (Фукатаки, 1968; Ямахага, 1969; Sinoda, 1982; Yoshio, Hayashi, 1994). Активный промысел глубоководного япономорского стригуна в юго-западной части Японского моря начат в начале 1970-х гг., когда уловы более ценного стригуна опилио значительно снизились. К 1980 г. суммарный вылов япономорского стригуна достигал в водах Японии 25–30 тыс. тонн (Sinoda, 1982). Вылов этого вида в дальневосточных морях также довольно значителен – до 3,5 тыс. тонн в 2000 г. (Иванов, 2001).

Цель настоящей работы – выявить особенности размерно-половой структуры, годового цикла, батиметрического распределения глубоководных крабов-стригунов у берегов о. Сахалин. Предлагаемая работа подводит предварительные итоги изучения особенностей биологии и экологии глубоководных стригунов у сахалинских берегов, часть данных приводится впервые.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исходными данными для настоящей работы послужили материалы, собранные во время проведения контрольного лова и НИР на промысловых судах с 1994 по 2003 г. у западного Сахалина и с 2000 по 2003 г. у восточного Сахалина. Районы исследований у западного и восточного побережий о. Сахалин показаны на рисунке 1. За весь период исследований у западного Сахалина в районе с координатами 46°20'–47°59' с. ш. на глубинах 499–1425 м выполнено 1242 постановки крабовых ловушек, на промер и биоанализ взято 22098 экз. самцов и самок краба. У побережья восточного Сахалина исследования охватывали гораздо более обширную акваторию (51°17'–55°55' с. ш.) в диапазоне глубин от 560 до 1556 м, проанализировано 53599 экз. стригуна ангулятус, выполнено 2076 станций. Контрольный лов проводили японскими коническими ловушками (высота 100 см, диаметр 135 см, входное отверстие 60 см, размер ячеек 6 см), собранными в порядке по 75–210 штук. Расстояние между ловушками составляло от 20 до 40 м.

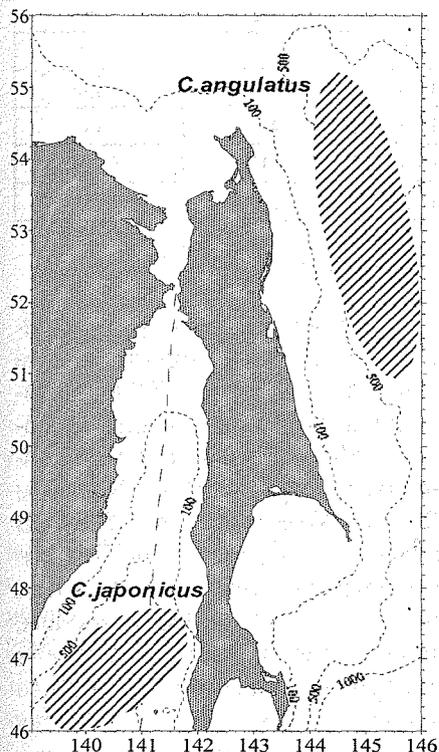


Рис. 1. Схема районов работ по глубоководным крабам-стригунам в 1994–2003 гг. у берегов о. Сахалин

Методика проведения биоанализов и массовых промеров изложена в «Руководстве по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей» (1979). Объем собранного материала, сроки и районы работ приведены в таблице 1. У самцов определяли стадию личиночного цикла (межлиночные категории) – I–IV, у самок – стадию зрелости икры (БИ – без икры, как правило, неполовозрелые или яловые; ИО – вновь отложенная оранжевая икра; НГ – начальный «глазок», эмбрион едва виден; ИГ – икра «глазками», эмбрион виден хорошо; ЛВ – личинки выпущены). Математическую обработку данных проводили стандартными методами статистического анализа (Лакин, 1990).

Таблица 1

Объем материала, собранного при проведении НИР и контрольного лова глубоководных стригунов в 1994–2003 гг. у о. Сахалин

Вид стригунов	Год, месяцы	Район работ	Глубины, м	Кол-во станций	Взято на биоанализ, экз.
Восточный Сахалин					
Ангулятус	2000, VIII	53°55'–54°59'	879–1302	42	2453
Ангулятус	2001, VI–IX	54°12'–55°55'	755–1556	322	10800
Ангулятус	2002, VI–X	52°10'–54°55'	686–1342	474	14352
Ангулятус	2003, VIII–XI	51°17'–55°00'	560–1340	1238	25994
Западный Сахалин					
Японский	1994, X–XII	46°20'–46°49'	1175–1425	102	2487
Японский	1995, VIII	46°42'–47°20'	980–1200	95	1129
Японский	1997, III–XII	46°19'–47°49'	818–1400	615	8090
Японский	2000, II–III	46°47'–47°26'	960–1350	47	1437
Японский	2002, III–IV	46°03'–47°44'	499–1400	327	6569
Японский	2003, XII	46°28'–47°59'	700–1128	56	2386

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Японский краб-стригун западного Сахалина. Японский краб-стригун обитает на свале глубин Японского моря (в южной его части) преимущественно на глубинах 600–1000 м, диапазон глубин встречаемости – от 200 до 2700 м (Слизкин, 1982). У западного побережья Хоккайдо стригун японикус встречался в уловах трала в более широком диапазоне глубин – от 450 до 2300 м, образуя наибольшие концентрации, как и в сахалинских водах, на глубинах около 1200 м при температуре придонного слоя воды 0,15–0,50°C (Yosho, Hayashi, 1994). В южной части Японского моря, по данным японских исследователей, летний оптимум температуры воды составляет для половозрелых самцов 0,1–0,7°C, а глубины, на которых встречались крабы, – 200–2700 м (оптимум 600 м) (Ямахара, 1969). Температура, при которой встречались неполовозрелые особи, имеет те же значения, а диапазон предпочитаемых глубин существенно уже – от 600 до 1000 м (Фукатаки, 1968; Ямахара, 1969), как и в нашем случае. Что же касается крупноразмерных самцов, летний оптимум глубины, по нашим данным, имеет большие значения – от 1080 до 1335 м. По мнению А. Г. Слизкина (1982), глубоководные стригуны должны быть отнесены к бореально-батиальным видам, так как их температурные оптимумы соответствуют бореальной структуре вод.

В наших водах этот вид встречается в заливе Петра Великого и в северной части Японского моря на глубинах от 900 до 2300 м. Японский краб-стригун западного Сахалина является лишь небольшой частью популяции, обитающей в Японском море. По нашим данным, у сахалинского берега промысловые особи японского краба-стригуна концентрируются на глубинах около 1200 м в районе с координатами 46°40'–47°20' с. ш. (Первеева, 2002b). Локальных скоплений с повышенной плотностью этот вид не образует, встречаясь на батииали практически повсеместно. Изменение плотности скоплений наблюдается только по различным горизонтам глубин. В Японском море япономорский стригун образует моновидовые скопления, тогда как родственный ему *S. angulatus* в уловах ловушек встречается совместно с глубоководными крабоидами – с крабами Коуэса (*Lithodes couesi*), Верилла (*Paralithodes verrilli*), многошипым (*Paralithodes multispina*) и равношипым крабами (*Lithodes aequispina*).

Результаты наших исследований показали, что размерная структура скопленных япономорского стригуна у западно-сахалинского побережья за последнее время претерпела существенные изменения. Средний размер самцов краба за период с 1994 по 2003 г. снизился со 131 мм в 1995 г. до 119 мм в 2003 г. (рис. 2).

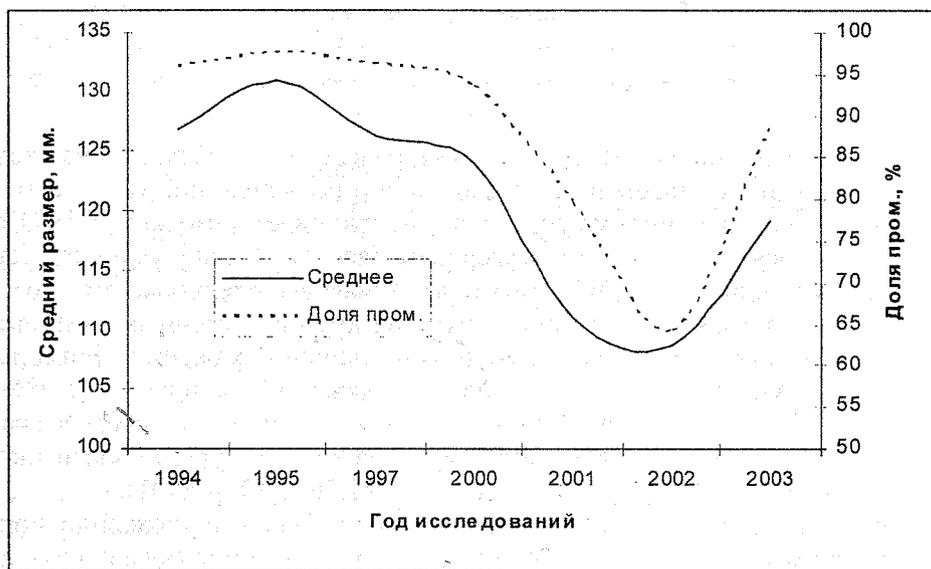


Рис. 2. Средний размер и доля промысловых самцов стригуна японикуса в уловах ловушек у западного Сахалина

Нами отмечено резкое снижение размерных характеристик в скоплениях самцов краба в 2001 и 2002 гг. (средний размер 111 и 108 мм соответственно), по сравнению с предшествующими годами (рис. 3). В этот период суда выполняли исследования преимущественно на глубинах менее 1000 м. Ранее только в 1995 и 2000 гг. выполнено по одной станции на глубинах менее 1000 м, где, по данным 1997 г., концентрируются малоразмерные крабы, тогда как в 2001 г. – все станции, в 2002 г. – 80% от общего их количества. По данным исследований 2001 г., с продвижением с глубины 620 до 950 м средняя ширина карапакса самцов японского стригуна увеличивалась со 106 до 114 мм. Впрочем, однозначных средне-многолетних данных о батиметрических предпочтениях разноразмерных животных пока не имеется, по крайней мере, для западно-сахалинского побережья.

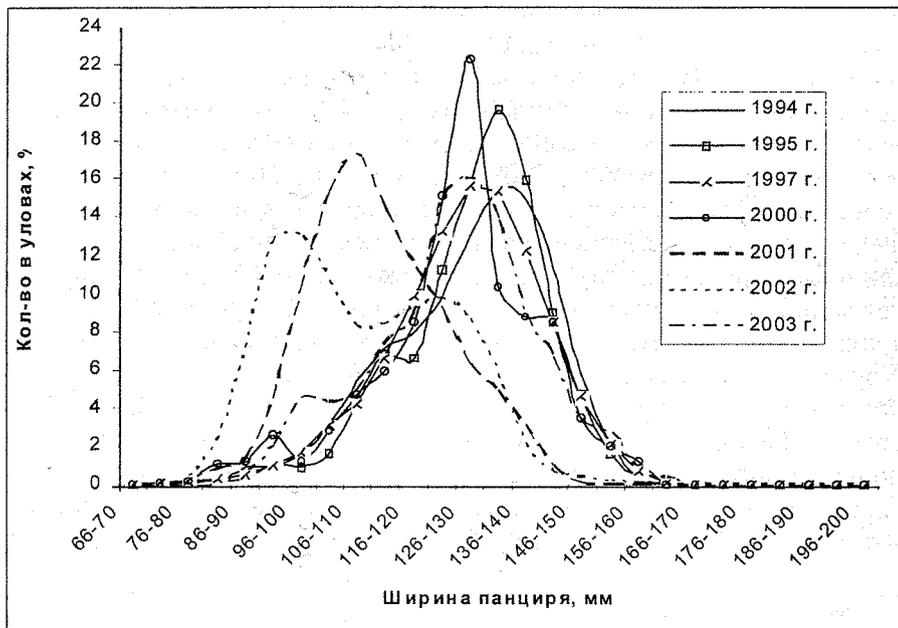


Рис. 3. Размерная структура уловов стригуна японикуса у западного Сахалина в 1994–2003 гг.

Как и предполагалось, размерная структура в 2001 и 2002 гг. весьма существенно отличается от таковой за предыдущие и последующий годы. Тем не менее, даже если эти данные не учитывать, можно видеть, что мода с 1994 по 2003 г. сместилась влево на один размерный класс. Поскольку условия сбора материала в эти годы были приблизительно одинаковы, предполагаем, что это может быть следствием селективного изъятия крупноразмерных самцов из популяции вследствие промысла, особенно интенсивного у берегов Приморья. Доля промысловых самцов в уловах ловушек также уменьшилась – от 98% в 1995 г. до 89% в 2003 г. Различия средних размеров и дисперсий для всех сравниваемых пар лет с 1997 по 2003 г. достоверны на 99%-ном уровне значимости ($t_{\text{факт}}=4,63-74,53$; $t_{\text{табл}}=2,58$; $F_{\text{факт}}=1,09-1,49$; $F_{\text{табл}}=1,06-1,10$; $p=0,01$).

Возможно, в 2001–2002 гг. в уловах ловушек наблюдали урожайное поколение размером 96–110 мм, которое пополнило в ближайшие годы промысловую часть популяции. Так, снижающиеся ранее уловы на усилие (19,7 экз./лов. в 1994 г. и 6,3 экз./лов. в 2000 г.), по последним данным, возросли до 17,8 экз./лов. Следует, однако, учитывать, что в 2003 г. контрольный лов проводили в течение короткого периода времени – первой половины декабря, поэтому судить о состоянии группировки японского стригуна у сахалинских берегов только по этим данным было бы преждевременно.

Аналогичные изменения произошли в приморских водах, что указано в утвержденном в 2003 г. «Плане поэтапной реализации научно-исследовательских и поисковых работ по изучению глубоководных стригунов Охотского и Японского морей на период 2001–2005 гг.». Так, средние уловы в 2000–2001 гг. не превышали в зоне Приморье 0,75–1,25 тонны/порядок, тогда как в 1999 г. они составляли в среднем 2,35 тонны/порядок. Данные 2002 г. также подтверждают значительные изменения и в размерном составе уловов японского стригуна. Так, если в 2001 г. в уловах преобладали самцы с шириной панциря

115–135 мм (до 48% вылова), то в 2002 г. доминирующей группой были крабы с шириной панциря 90–110 мм (до 61% вылова). При этом относительное количество крабов размером 110–130 мм сократилось до 21%.

По данным 2003 г., размерный состав крабов со «старым» панцирем на четвертой стадии цикла существенно отличался от такового для самцов этого стригуна на ранних стадиях линочного цикла. Крабы со «старым» панцирем были существенно крупнее, их средний размер составлял 126 мм, тогда как для особей на второй и третьей стадиях линочного цикла средняя ширина панциря не превышала 119 и 117 мм соответственно. Нами установлены достоверные различия средних и дисперсий для крабов на второй и четвертой стадиях цикла, а также на третьей и четвертой стадиях ($t_{\text{факт}}=5,02-10,73$; $t_{\text{табл}}=2,58$; $F_{\text{факт}}=1,77-2,39$; $F_{\text{табл}}=1,18-1,52$; $p=0,01$).

В 2003 г. средний размер самок японского стригуна составлял 82,5 мм, предельные размеры – 65 и 95 мм, доминировали особи размером 81–85 мм (37% уловов). В уловах преобладали самки с вновь отложенной икрой оранжевого цвета, однако животные с икрой на более поздних стадиях развития были довольно многочисленны – 23% пойманных самок с икрой на стадии «начальный глазок» и более 30% – на стадии «глазок».

Зависимость линейных размеров по ширине карапакса от веса тела самцов японского стригуна, по данным 2003 г., описывается степенным уравнением и имеет вид:

$$M=0,0003W_c^{3,021}, \quad (1)$$

где M – вес тела (г); W_c – ширина карапакса (мм); $R^2=0,97$; $N=1194$ экз.

Средний вес тела самцов стригуна составлял 0,636 кг, в том числе крабов промыслового размера – 0,715 кг. Доминировали крабы весом от 0,6 до 0,7 кг (16,6%).

Основываясь на данных, полученных с февраля по декабрь за период с 1997 по 2003 г., можно рассмотреть годовые циклы самцов и самок японского стригуна (рис. 4).

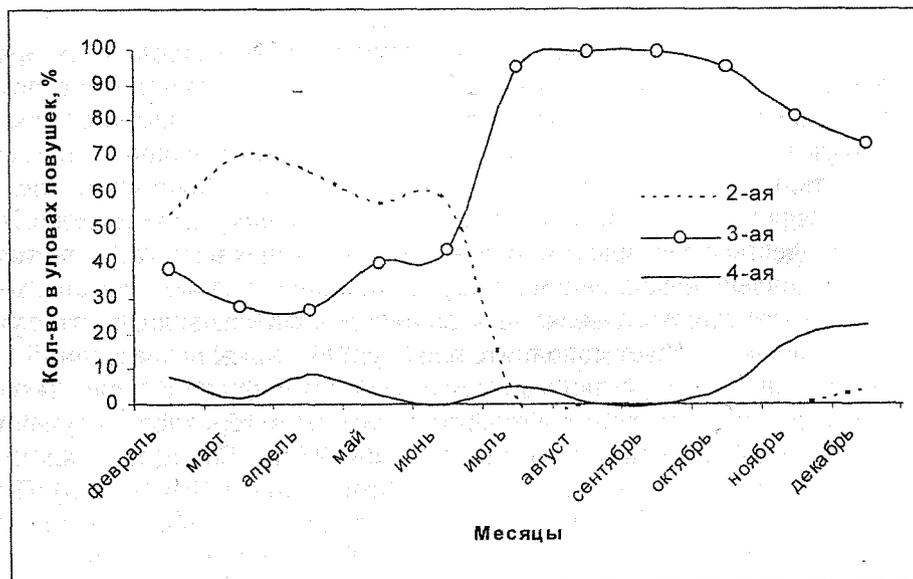


Рис. 4. Соотношение самцов японского стригуна на разных стадиях линочного цикла по сезонам по данным 1997–2003 гг.

В годовом цикле самцов краба за весь период исследований большую часть года доминировали особи на третьей стадии цикла, что говорит о растянутости процесса линьки. Поскольку отверждение панциря у перелинявших самцов крабов-стригунов – достаточно длительный процесс (около четырех месяцев) (Михайлов и др., 2003), это объясняет преобладание в уловах ловушек особей на третьей стадии цикла в течение, как минимум, полугода. Рассматривая соотношение межличинных категорий самцов краба в течение года, можно видеть, что доля недавно перелинявших самцов на второй стадии цикла постепенно уменьшается в уловах с февраля по июнь, полностью исчезая из уловов ловушек к июлю. В апреле доля самцов на третьей стадии цикла, напротив, минимальна, затем количество таких крабов резко возрастает в июле, достигая максимума в августе–сентябре. Доля крабов со «старым» панцирем (четвертая стадия) изменялась довольно хаотично, отмечено три пика – в апреле (8,2%), июле (5,1%) и декабре (22,5%). По всей видимости, массовой линьки в дискретном интервале времени в общепринятом смысле для стригунов не существует (Первеева, 2002b).

В. И. Михайлов с соавторами (2003) сообщает, что в северной части Охотского моря линька у стригуна опилио происходит, в основном, летом и осенью, когда доля особей на второй стадии цикла, по среднесезонным данным, была наиболее высокой (от 10 до 30%) на протяжении четырех месяцев – с июля по октябрь. У японского стригуна линька основной части особей проходит в весенне-летний период с февраля по июнь. Ранее допускалась возможность зимней линьки, учитывая тот факт, что в осенний период 1994 г. также происходило увеличение количества особей на четвертой стадии личиночного цикла с 4% (первая декада ноября) до 33% (вторая декада декабря) (Первеева, 2002b). В то же время, как уже отмечалось, в 2003 г. крабы со «старым» карапаксом имели средний размер 126 мм, а перелинявшие самцы были значительно меньше – в среднем 118 мм по ширине панциря. При этом наибольший размер крабов с «новым» карапаксом составлял 144 мм, тогда как особей со «старым» панцирем – 160 мм.

Исходя из парадигмы терминальной линьки, В. И. Михайлов с соавторами (2003) высказали соображение, что особи на четвертой стадии цикла вовсе не находятся в предличинном состоянии, а попросту имеют «старый» потемневший панцирь, поскольку эти крабы претерпели терминальную линьку и не способны линять, то есть находятся в состоянии анекдизиса. Собственно предличинное состояние у стригунов плохо поддается визуальному определению. Возможно, увеличение к декабрю (см. рис. 4) доли животных на четвертой стадии цикла и обусловлено накоплением в популяции «широкопалых» самцов, которые уже не могут линять. Однако этот вопрос для глубоководных стригунов еще плохо изучен и требует дополнительных углубленных исследований.

В отношении репродуктивного состояния самок японского стригуна нами получены довольно интересные результаты. Анализ материалов, полученных на контрольном лове и при проведении НИР с 1997 по 2003 г., показал, что в феврале количество самок с новой икрой минимально – 11,8% (рис. 5). Позднее доля таких самок резко возрастает, достигая максимума в апреле, далее их количество существенно снижается к июлю. Весьма многочисленны (около 60%) особи с икрой на более поздней стадии развития («начальный глазок») в феврале, к марту икра созревает до стадии хорошо различимого «глазка», причем их относительное количество достигает почти 40%. Икроносные самки с

оранжевой икрой в сентябре вновь максимально были представлены в ловушечных уловах, а в декабре их доля невелика, тогда как особи с икрой на более поздних стадиях эмбриогенеза резко увеличивают свое присутствие в уловах с октября по декабрь. Самок, выпустивших личинок, в июне и декабре было отмечено около 5% от общего их количества.

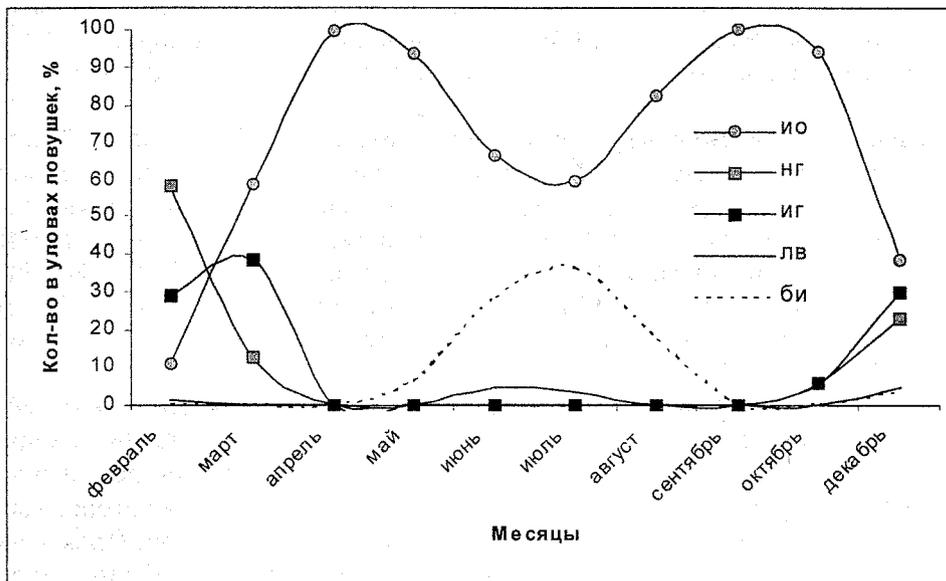


Рис. 5. Сезонная динамика репродуктивного состояния самок японского стригуна у западного Сахалина по данным 1997–2003 гг.

Обозначения: ио – икра оранжевая; нг – «начальный глазок»; иг – икра «глазками»; лв – личинки выпущены; би – без икры.

Полученные данные свидетельствуют о приблизительно полугодовой повторяемости в соотношении икроносных самок с икрой на разных стадиях развития. Другими словами, нам удалось выявить, вслед за магаданскими исследователями, изучающими особенности репродуктивного цикла стригуна опилио северной части Охотского моря (Михайлов и др., 2003), что самкам японского стригуна, судя по динамике их репродуктивного состояния, могут быть свойственны два периода выклева личинок и откладки икры. Так, максимумы доли самок, отложивших новую икру, приходится на апрель и сентябрь (см. рис. 5).

Если для полного развития эмбриона необходимо не менее одного года, то вполне логично предположить, что существование двух различных циклов развития возможно при инкубационном цикле развития 18 месяцев, или то, что среди самок в достаточном количестве представлены особи с разной продолжительностью развития гонад – 18 и 24 месяца (Михайлов и др., 2003). Подобные сведения есть и в зарубежной литературе (Elner, Gass, 1984). Особенности строения и функционирования половой системы стригунов (наличие внутренних семяприемников, где сперма может храниться до трех лет, и внутреннее оплодотворение) позволяют самкам оплодотворять созревшие порции икринок в отсутствие самцов только лишь запасенной после спаривания спермой, причем не менее, чем двух-трех кладок (Watson, 1970; Paul, 1984).

Годовой цикл самок стригуна японикуса, по нашим представлениям, выглядит следующим образом. В декабре—январе идет активный процесс перехода икры на стадию «начальный глазок» и «глазок», в феврале самки с икрой на стадии «начальный глазок» преобладают. В феврале—марте начинается процесс выпуска личинок, доминируют особи с икрой на стадии «глазок», хотя немало было их и с оранжевой икрой. В южной части Японского моря, по данным японских исследователей, выклев личинок происходит в феврале—марте (Фукаатаки, 1968; Ямахара, 1969). После окончания периода выпуска личинок происходит спаривание и откладка новой икры. С августа по декабрь цикл повторяется.

Краб-стригун ангулятус восточного Сахалина. Глубоководный краб-стригун ангулятус является самым массовым видом батиали северной части Охотского моря. Его ареал весьма широк и захватывает северо-западную часть Тихого океана от Командорских островов до центральной части Охотского моря и от островов Прибылова до Орегона на глубинах от 90 до 2600 м (Rathbun, 1925). В зоне верхней батиали (300–1000 м) Охотского и Берингова морей стригун ангулятус образует смешанные скопления с равношипым крабом и стригунном опилио.

Перспективы промыслового освоения батимальных крабов Охотского моря оцениваются как весьма скромные (Слизкин, Сафронов, 2000). Однако, по мнению этих же исследователей, интерес в этом отношении представляет только краб-стригун ангулятус, плотность скоплений которого значительно превышает плотности других глубоководных крабов. Промысловые скопления стригуна ангулятус в Охотском море впервые были обнаружены в 1976–1978 гг. при проведении траловых исследований в юго-западной его части и в районе Впадины ТИНРО и у западной Камчатки. Уловы его здесь достигали 100–120 экз. за получасовое траление. В 1989 г. при проведении траловой глубоководной съемки на НПС «Дарвин» стригун ангулятус был обнаружен во всех исследованных районах от северо-восточного Сахалина до западного побережья Камчатки (Низязев, 1992). У западной Камчатки уловы достигали 50–100 экз. за получасовое траление. У северо-восточного Сахалина концентрации краба были наиболее плотными, было выделено два четко локализованных поля с уловами промысловых самцов до 250 экз. за получасовое траление, вытянутых по направлению вносных и выносных течений. На небольшом участке свала (53°50'–54°10' с. ш.) на глубинах от 500 до 900 м уловы превышали 250 экз., а наибольший составил 983 краба за получасовое траление.

По нашим данным, активизирующийся в последние годы контрольный лов стригуна ангулятус не привел к существенным изменениям в размерной структуре облавливаемых группировок, как это произошло в скоплениях стригуна опилио восточного Сахалина, подвергнутого в течение последних 13–15 лет весьма интенсивной промысловой нагрузке. За весь период исследований размер самцов стригуна ангулятус по ширине панциря варьировался от 40 до 186 мм, составляя в среднем 123–127 мм, наибольшая ширина карапакса достигала 165–186 мм. Доля промысловых особей в уловах ловушек была устойчиво высокой (94–97% от суммарных уловов) по сравнению с шельфовыми стригунами. Показатели размерной структуры оставались стабильными на протяжении последних лет, а небольшие изменения обусловлены работой в пределах разных участков района исследований (рис. 6).



Рис. 6. Размерная структура скоплений самцов стригуна ангулятус у восточного Сахалина в 2000–2003 гг.

Учитывая достаточно широкий диапазон глубин, район лова у восточного Сахалина и сроки, в течение которых проводили контрольный лов в 2003 г., подробнее рассмотрим особенности размерной структуры уловов стригуна ангулятус на примере исследований этого года. При анализе батиметрических предпочтений самцов ангулятус нами отмечены некоторые отличия в средней ширине панциря самцов краба на разных глубинах (рис. 7). Если стригуну опиилио свойственно увеличение средних размеров самцов с глубиной (Михайлов и др., 2003), то для стригуна ангулятус эта зависимость не так однозначна. Так, на глубинах до 750 м средний размер самцов составлял 125 мм, от 750 до 1000 м – 129 мм, глубже 1000 м – 123 мм. Различия средних и дисперсий достоверны на 99%-ном уровне значимости ($t_{\text{факт}}=6,42-36,66$; $t_{\text{табл}}=2,58$; $F_{\text{факт}}=1,08-1,70$; $F_{\text{табл}}=1,05-1,10$; $p=0,01$).

Последующее сравнение эмпирических частот распределения ширины панциря с использованием критерия Пирсона показало наличие значимых различий и в распределении частот между указанными выборками ($\chi^2_{\text{факт}}=7407,3-11487,9$; $\chi^2_{\text{табл}}=27,688$; $p=0,01$). Различия, на наш взгляд, обусловлены увеличением в уловах доли крабов непромыслового размера на глубинах менее 750 и более 1000 м. Так, в данных диапазонах глубин доля непромысловых самцов в уловах ловушек составляла соответственно 7,4 и 3,4%, тогда как на глубинах от 750 до 1000 м – не более 2% от суммарных уловов.

С увеличением глубины лова от 600 до 1200 м происходило снижение средних размеров как всех самцов, так и промысловых в частности. Наиболее крупные крабы со средней шириной панциря 131 мм обитали на глубинах от 600 до 700 м, глубже средний размер самцов постепенно уменьшался до 117 мм. Доля промысловых крабов была наименьшей на глубине до 600 м (82%), достигая максимума в диапазоне глубин от 600 до 800 м, глубже постепенно снижаясь с 99 до 95% (рис. 8).

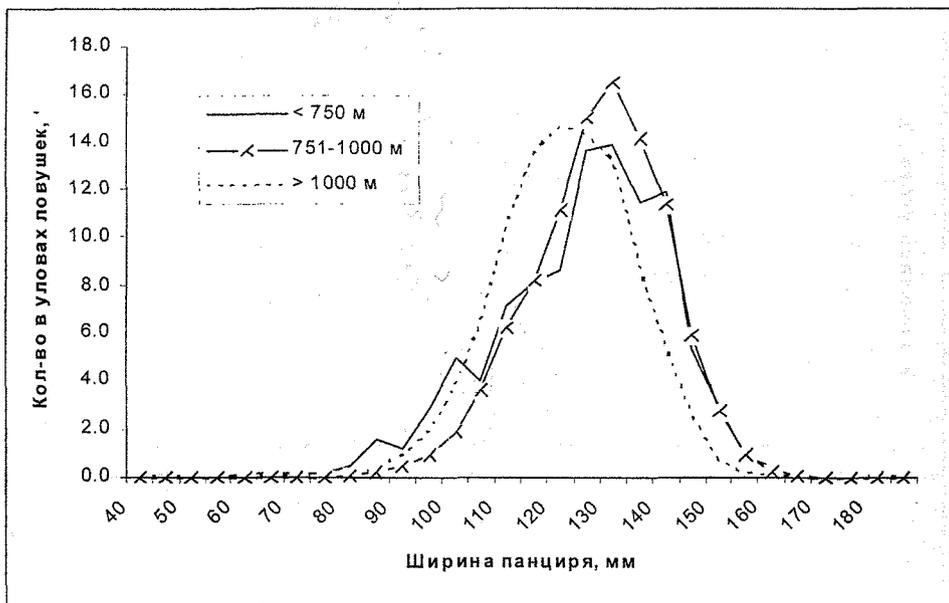


Рис. 7. Размерная структура уловов самцов стригуна ангулятус в разных глубинных стратах в августе–ноябре 2003 г. у восточного Сахалина

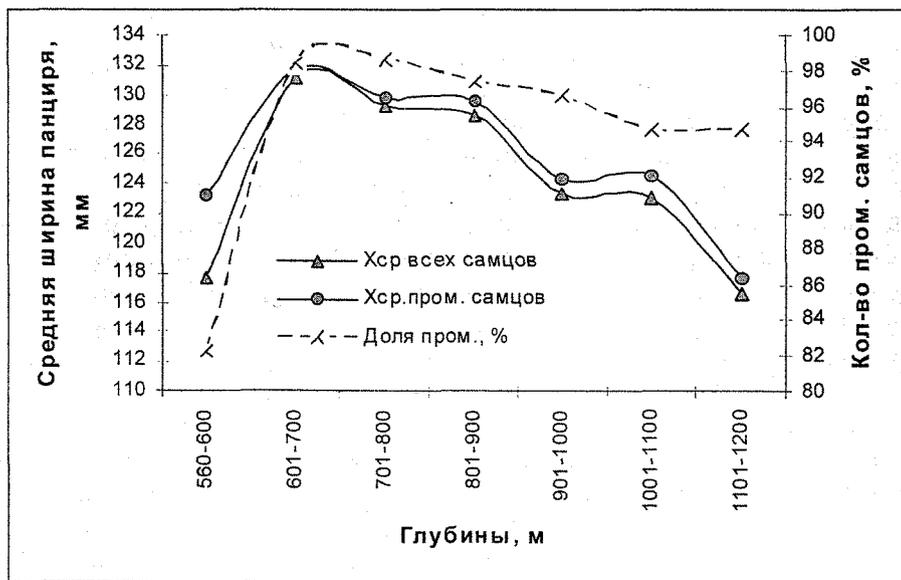


Рис. 8. Изменение с глубиной средней ширины панциря самцов и количества промысловых особей в уловах ловушек в августе–сентябре 2003 г. у восточного Сахалина

Зависимость линейных размеров (по ширине карапакса) от веса самцов ангулятуса, по данным 2003 г., аппроксимируется степенным уравнением и имеет следующий вид:

$$M = 0,0003 W_c^{3,040}, \quad (2)$$

где M – вес тела (г); W_c – ширина карапакса (мм); $R^2 = 0,86$; $N = 9846$ экз.

Средний вес тела самцов стригуна ангулятус составлял 0,645 кг, доминировали особи весом 0,6–0,7 г, которые составляли 17,7% уловов.

На всей исследованной акватории в 2003 г. в уловах преобладали (77,6%) самцы краба на третьей стадии линочного цикла, наиболее продолжительной в годовом цикле краба. Крабы с новым, затвердевшим и чистым панцирем (вторая межлиночная категория) и особи в предлиночном состоянии встречались приблизительно в одинаковом количестве – 11,6 и 10,8% соответственно. В течение периода исследований с августа по ноябрь довольно существенно уменьшилась доля самцов на второй стадии линочного цикла – с 21,8 до 9,8%. В сентябре по сравнению с августом в уловах увеличилось количество крабов с панцирем третьей межлиночной категории (с 64,1 до 83,0%), впоследствии соотношение самцов с карапаксами на всех отмечаемых стадиях линочного цикла изменялось незначительно (рис. 9). Данными за весенний период года не располагаем вследствие наличия льда на исследуемой акватории.

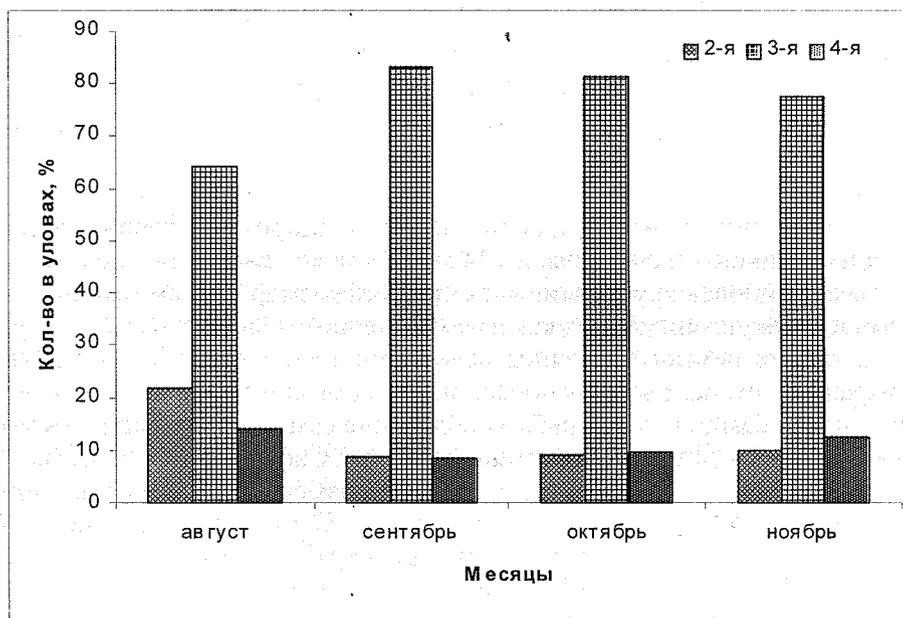


Рис. 9. Соотношение в уловах самцов стригуна ангулятус на разных стадиях линочного цикла с августа по ноябрь 2003 г.

Наряду с имеющимися достоверными отличиями в размерном составе самцов краба, обитающих на разных глубинах, мы также можем констатировать наличие значимых различий на 99%-ном уровне значимости и для особей на разных стадиях линочного цикла (рис. 10). Так, эти различия достоверны для животных, имеющих панцирь на второй и третьей, а также второй и четвертой стадиях линочного цикла.

Для сравниваемых пар неодинаковы как средние, так и дисперсии ($t_{\text{факт}}=6,23-10,41$; $t_{\text{табл}}=2,58$; $F_{\text{факт}}=1,17-1,32$; $F_{\text{табл}}=1,07-1,09$; $p=0,01$). Наибольшим сходством линейных размеров обладали самцы на третьей и четвертой стадиях цикла, для которых различия средних были недостоверны ($t_{\text{факт}}=2,32$; $t_{\text{табл}}=2,58$; $F_{\text{факт}}=1,12$; $F_{\text{табл}}=1,07$; $p=0,01$).

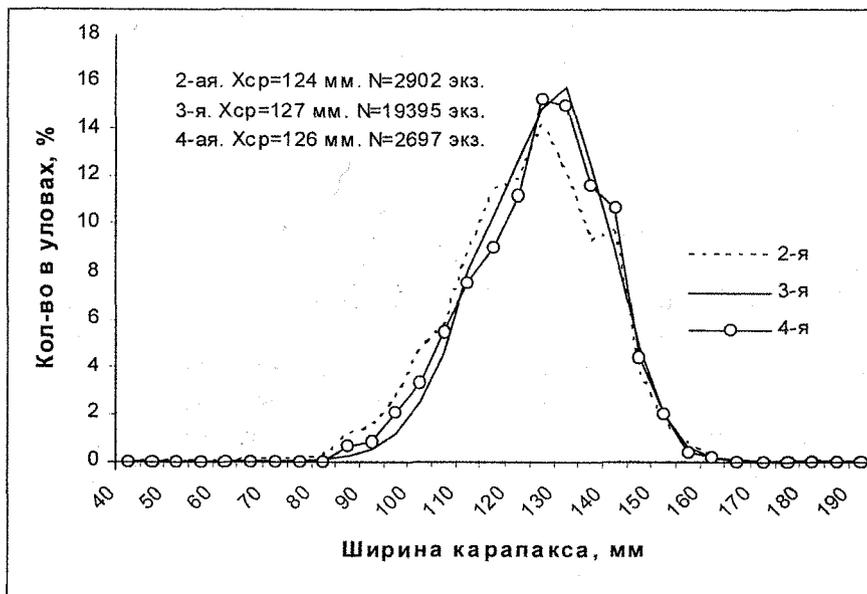


Рис. 10. Размерная структура уловов самцов стригуна ангулятус на разных стадиях личиночного цикла у восточного Сахалина в 2003 г.

Средняя ширина панциря крабов с новым панцирем на второй стадии цикла была наименьшей и составляла 124 мм, тогда как самцы на третьей стадии цикла были наиболее крупными, имея средний размер 127 мм (см. рис. 10).

Самки стригуна ангулятус, как и самцы непромыслового размера, в уловах ловушек крайне немногочисленны вследствие селективности орудий лова и ярко выраженного полового диморфизма, что связано с такими этологическими функциями самцов, как борьба за обладание самками и охрана ее в момент линьки, предшествующей спариванию (Слизкин, Сафронов, 2000). Самки были значительно меньше самцов по размерам, их размеры по ширине панциря колебались от 65 до 92 мм, составляя в среднем 77 мм. Сходные данные были получены в августе 2000 г., когда средний размер самок краба был 71 мм. С. А. Низяев (2001) сообщает о больших максимальных размерах для самок краба, выловленных у восточного Сахалина (97 мм), по данным траловых исследований в западной части Охотского моря 1989 г. В то же время самки ангулятуса с океанской и охотоморской стороны северных Курильских островов, по данным того же автора, значительно мельче, чем особи, обитающие у восточного Сахалина, – их наибольшие размеры 85 и 87 мм соответственно.

Самки краба, пойманные в октябре 2003 г., все имели под панцирем новую икру оранжевого цвета. В ноябре зафиксировано появление самок с икрой на более поздних стадиях ее развития. Доля самок с оранжевой икрой в ноябре по сравнению с октябрём уменьшилась со 100 до 72%, самок с икрой на стадии «начальный глазок», которые ранее ноября не встречались, в уловах отмечено 16,7%, на стадии «глазок» – 5,6%. Рассмотреть репродуктивное состояние самок по сезонам не удалось вследствие наличия льда на исследуемой акватории в конце года и первой его половине.

Таким образом, исследования, проведенные у восточного Сахалина в 2000–2003 гг., не выявили изменений в размерной структуре самцов стригуна ангуля-

тус, стабильными остаются как средний размер, так и доля промысловых особей. По данным контрольного лова 2003 г., выявлены достоверные различия средних размеров самцов, обитающих в диапазоне глубин до 750, от 750 до 1000 и глубже 1000 м. С увеличением глубины обитания от 600 до 1200 м средний размер крабов уменьшался, наиболее крупные самцы были отмечены в уловах ловушек в интервале глубин от 600 до 700 м. Средние размеры самцов ангулятуса на разных стадиях годового цикла также значительно различались, кроме особей на третьей и четвертой стадиях цикла. С августа по ноябрь вдвое снижалась доля особей с новым панцирем, а в сентябре, по сравнению с августом, крабы на третьей стадии цикла увеличивали свое присутствие в уловах с 64 до 83%. Для японского стригуна, напротив, нами отмечены существенные изменения в размерной структуре скопленных самцов с 1994 по 2003 г. – смещение моды на один размерный класс влево, уменьшение среднего размера и доли промысловых самцов в уловах.

Динамика относительного количества в уловах самцов *C. japonicus* и *C. angulatus* на разных стадиях личиночного цикла в течение года показана в таблице 2. С июля по ноябрь перелинявшие самцы япономорского стригуна в уловах отсутствовали. Все особи стригуна ангулятус в июне имели новый панцирь, впоследствии их доля снижалась до 8–10%. Крабы обоих видов постепенно увеличивали свое присутствие в уловах до максимума приблизительно в одно время – японский стригун в сентябре, ангулятус – в сентябре–октябре. Сравнительный анализ соотношения крабов на разных стадиях цикла показывает, таким образом, значительное опережение начала линьки у японского стригуна по сравнению с ангулятусом. Доминирование в уловах самцов японского стригуна с новым панцирем на протяжении довольно длительного времени говорит о растянутости процесса линьки, тогда как стригун ангулятус линяет в гораздо более сжатые сроки. Доля крабов со «старым» панцирем достигала максимума для обоих видов одновременно – в ноябре–декабре.

Таблица 2

Сезонная динамика стадий личиночного цикла самцов батинальных стригунов (%) по данным 1997 г. (японский стригун) и 2002–2003 гг. (ангулятус)

Вид крабов	<i>C. angulatus</i>			<i>C. japonicus</i>		
	Стадии личиночного цикла					
	2	3	4	2	3	4
Февраль	н. д.	н. д.	н. д.	53,6	38,4	8,0
Март	н. д.	н. д.	н. д.	70,3	27,9	1,8
Апрель	н. д.	н. д.	н. д.	65,4	26,4	8,2
Май	н. д.	н. д.	н. д.	56,7	40,3	3,0
Июнь	100	0,0	0,0	56,4	43,6	0,0
Июль	31,2	58,1	10,7	0,0	94,9	5,1
Август	17,5	69,7	12,8	0,0	99,2	0,8
Сентябрь	8,6	83,0	8,4	0,0	100	0,0
Октябрь	9,1	81,3	9,6	0,0	95,2	4,8
Ноябрь	9,8	77,6	12,6	0,0	81,2	18,8
Декабрь	н. д.	н. д.	н. д.	4,0	73,5	22,5

Примечание: н. д. – нет данных.

В таблице 3 приведены некоторые сравнительные данные по характеристикам размерно-функциональных групп *C. angulatus* и *C. japonicus* из изучаемых районов, а также *C. angulatus* с охотоморской и океанской стороны северных Курил (по литературным данным). Резкое снижение размерных характеристик *C. angulatus* с океанской стороны северных Курил уже обсуждалось (Низяев, 2001; Первеева, 2003). Полученные нами новые данные подтверждают эти сведения в сравнении с размерными характеристиками *C. angulatus* из других частей ареала и япономорского батимального стригуна *C. japonicus*.

Таблица 3

**Некоторые размерно-функциональные характеристики
глубоководных крабов-стригунов Японского и Охотского морей**

Размер, мм	<i>C. angulatus</i>	<i>C. angulatus</i>	<i>C. angulatus</i>	<i>C. angulatus</i>	<i>C. japonicus</i>
	Океанская сторона северных Курил, трал	Охотоморская сторона северных Курил, трал	Западная часть Охотского моря*, трал	Восточный Сахалин, ловушки	Татарский пролив, ловушки
Максимальный ♂	138	145	155	186	160
Максимальный ♀	85	87	97	92	95
Доля промысловых ♂	10,3	93,5	44,6	97,3	88,7
Средний ♂	65,3	121,7	Нет данных	126,6	119,2
Максимальный неполовозрелых ♀	82	81	74	92	84
Минимальный половозрелых ♀	40	61	65	84	56
50% половозрелых ♀	60*	47	Нет данных	Нет данных	59

Примечание: данные по западной части Охотского моря, отмеченные знаком «*», цитированы по: Низяев, 2001.

По материалам траловой учетной съемки у северных Курил в 2000 г., самцы *C. angulatus*, обитающие с океанской стороны островов, в среднем имеют гораздо меньшие размеры (65,3 мм) и долю промысловых особей (10,3%) в уловах трала, чем самцы крабов с охотоморской стороны островов (121,7 мм и 93,5% соответственно) (Первеева, 2003). По данным С. А. Низяева (2001), максимальный размер самцов стригуна ангулятус с океанской стороны островов не превышал 133 мм. Наибольший размер самцов краба-стригуна ангулятус северо-восточного Сахалина в ловушечных уловах в 2003 г. достигал 186 мм. Некоторые размерные показатели стригуна ангулятус с охотоморской стороны северных Курил и восточного Сахалина вполне сопоставимы (за исключением наибольшего размера самцов), несмотря на разные орудия сбора материала (как известно, ловушки обладают выраженной селективностью). Исследуя некоторые репродуктивные показатели глубоководных видов крабов-стригунов, получили, что многие из них для *C. japonicus* значительно превышают аналогичные величины для северокурильского *C. angulatus*, как, например, индиви-

дуальная абсолютная плодовитость, величина К-г-коэффициента, репродуктивное усилие, масса икринок. *S. angulatus*, обитающему у восточного Сахалина, свойственны наиболее высокие значения ИАП и репродуктивного потенциала (Первеева, 2002а).

Наши исследования подтверждают, что батинальные стригуны восточного и западного Сахалина по своим биологическим характеристикам являются вполне перспективными в отношении промысла объектами, особенно по сравнению с ангулятусом северных Курил и другими глубоководными крабами северо-западной части Берингова моря и северо-восточной части Охотского моря (крабами Коуэса, Веррилла и многошипым) (Слизкин, Сафронов, 2000).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проводимые в последние годы в соответствии с «Комплексной программой изучения ресурсов крабов-стригунов Охотского и Японского морей на 2002–2006 гг.» в рамках подпрограммы ФЦП «Мировой океан», позволили расширить имеющиеся представления об особенностях их размерной структуры, годовых циклах и других особенностях биологии.

Работы, выполненные у восточного Сахалина в 2000–2003 гг., выявили постоянство многих размерных характеристик самцов стригуна ангулятус, стабильными остаются как средний размер, так и доля промысловых особей. Некоторые неблагоприятные изменения произошли в япономорской популяции японского стригуна, часть которой обитает у берегов Приморья и западного Сахалина. Нами отмечены существенные изменения в размерной структуре скоплений самцов японского стригуна с 1994 по 2003 г. – смещение моды на один размерный класс влево, уменьшение среднего размера и доли промысловых самцов в уловах. Размерный состав самцов западно-сахалинской группировки *S. japonicus* в 2001 и 2002 гг. весьма существенно отличался от такового за другие годы исследований, средний размер крабов достигал в этот период минимума. Возможно, в эти годы появилось урожайное поколение размером 96–110 мм, которое пополнило в ближайшие годы промысловую часть популяции.

Сравнительный анализ соотношения самцов *S. angulatus* и *S. japonicus* на разных стадиях цикла показал более раннее наступление линьки у японского стригуна по сравнению со стригуном ангулятус. Доминирование в уловах самцов японского стригуна с новым панцирем на протяжении довольно длительного времени говорит о растянутости процесса линьки, тогда как стригун ангулятус линяет в гораздо более сжатые сроки.

Отмечена полугодовая повторяемость репродуктивного состояния самок японского стригуна, предполагающая существование двух периодов откладки икры и выклева личинок. Максимумы относительной численности самок с наружной икрой, развившейся до стадии «глазок», наблюдали в марте и декабре. Годовой цикл самок стригуна японикуса выглядит следующим образом. В декабре–январе идет активный процесс перехода икры на стадию «начальный глазок» и «глазок», в феврале самки с икрой на стадии «начальный глазок» преобладают. В феврале–марте начинается процесс выпуска личинок, доминируют особи с икрой на стадии «глазок». После окончания периода выпуска личинок происходят спаривание и откладка новой икры. С августа по декабрь цикл повторяется.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Иванов, Б. Г.** Проблемы промыслового использования крабов-стригунов *Chionoecetes spp.* в дальневосточных морях России / Б. Г. Иванов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Тез докл. II науч. конф. (П-Камчат., 9–10 апр. 2001 г.). – П-Камчат., 2001. – С. 170–172.
2. **Лакин, Г. Ф.** Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
3. Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря / **В. И. Михайлов**, К. В. Бандурин, А. В. Горничных, А. Н. Карасев. – Магадан : МагаданНИРО, 2003. – 284 с.
4. **Низяев, С. А.** Распределение и численность глубоководных крабов Охотского моря / С. А. Низяев // Промыслово-биол. исслед. мор. беспозвоночных. – М. : ВНИРО, 1992. – С. 26–37.
5. **Низяев, С. А.** Биологическая характеристика глубоководных крабов-стригунов *Chionoecetes angulatus* и *C. tanneri* северных Курильских островов / С. А. Низяев // Изв. ТИНРО-центра. – 2001. – Т. 128, ч. II. – С. 634–643.
6. **Первеева, Е. Р.** Особенности распределения и биологии красного стригуна у северо-восточного Сахалина / Е. Р. Первеева // Сах. молодежь и наука : Тез. докл. I межвуз. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых Сах. обл. (Ю-Сах., 11–12 марта 1997 г.). – Ю-Сах., 1997. – Вып. 2. – С. 164–166.
7. **Первеева, Е. Р.** Распределение, особенности биологии и перспективы промысла стригуна ангулятус в западной части Охотского моря / Е. Р. Первеева // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Тез докл. II науч. конф. (П-Камчат., 9–10 апр. 2001 г.). – П-Камчат., 2001. – С. 238–239.
8. **Первеева, Е. Р.** К плодovitости глубоководных крабов-стригунов (Brachyura, Majidae) в водах Сахалина и Северных Курильских островов / Е. Р. Первеева // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Тез докл. III науч. конф. (П-Камчат., 26–27 нояб. 2002 г.). – П-Камчат., 2002а. – С. 295–297.
9. **Первеева, Е. Р.** Распределение, особенности биологии и перспективы промысла краба-стригуна японикус (*Chionoecetes japonicus* Rathbun) у западного Сахалина / Е. Р. Первеева // Тез. докл. VI Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным. – М. : ВНИРО, 2002b. – С. 56–59.
10. **Первеева, Е. Р.** Некоторые аспекты биологии краба-стригуна ангулятус (Brachyura, Majidae) Северных Курил / Е. Р. Первеева // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Тез докл. IV науч. конф. (П-Камчат., 18–19 нояб. 2003 г.). – П-Камчат., 2003. – С. 297–301.
11. **Руководство** по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. – Владивосток, 1979. – 60 с.
12. **Слизкин, А. Г.** Распределение крабов-стригунов рода *Chionoecetes* и условия их обитания в северной части Тихого океана / А. Г. Слизкин // Изв. ТИНРО. – 1982. – Т. 106. – С. 26–33.
13. **Слизкин, А. Г.** Промысловые крабы прикамчатских вод / А. Г. Слизкин, С. Г. Сафонов. – П-Камчат. : Север. Пацифика, 2000. – 180 с.
14. **Фукатаки, Х. О.** О крабах-стригунах / Х. О. Фукатаки // Изд. Нихон кайку суйсансики кэнкюдзё рэнраку нюсу. – 1968. – С. 192–202. – (Пер. с яп. яз.).
15. **Ямахара, М.** Изучение ресурсов донных рыб (крабы-стригуны) / М. Ямахара // Материалы эксперимент. станции по изуч. морепродуктов Ямагата, 1968 г. – 1969. – Вып. 2. – С. 1–18. – (Пер. с яп. яз.).
16. **Elnor, R. W.** Observations on the reproductive of female snow crabs from NW Cape Breton Island / R. W. Elnor, C. A. Gass // Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Comm. Res. – 1984. – Doc. 84/11. – P. 1–11.
17. **Paul, A. J.** Mating frequency and viability of stored sperm in the Tanner crab *Chionoecetes bairdi* (Decapoda, Majidae) / A. J. Paul // J. Crustacean Biol. – 1984. – Vol. 4, No. 3. – P. 375–381.
18. **Rathbun, M. J.** The spider crabs of America / M. J. Rathbun // Smith. Inst., United States Nat. Mus. Bull. – 1925. – 129:232–252, pls. 84-91.
19. **Sinoda, M.** Fisheries for the Genus *Chionoecetes* in Southwest Japan Sea / M. Sinoda // Proc. Int. Symp. Genus *Chionoecetes*, Alaska Sea Grant Rep. – 1982. – No. 10 – P. 21–39.
20. **Watson, J.** Maturity, mating and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio* / J. Watson // J. Fish. Res. Board Can. – 1970. – Vol. 27. – P. 1607–1616.
21. **Yosho, I.** The Bathymetric Distribution of *Chionoecetes opilio* and *Chionoecetes japonicus* (Majidae; Brachyura) in the Western and Northern Areas of the Sea of Japan / I. Yosho and I. Hayashi // Bull. Jap. Sea Natl. Fish. Res. Inst. – 1994. – No. 44. – P. 59–71.

Первеева, Е. Р. Биологическая характеристика глубоководных стригунов *Chionoecetes angulatus* и *C. japonicus* у берегов о. Сахалин / Е. Р. Первеева // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2004. – Т. 6. – С. 194–210.

Исследования с помощью крабовых ловушек, выполненные у восточного Сахалина в 2000–2003 гг., выявили постоянство многих размерных характеристик самцов *Chionoecetes angulatus*. Стабильными остаются как средний размер, так и доля промысловых особей. Неблагоприятные изменения произошли в размерной структуре скоплений самцов *Chionoecetes japonicus* с 1994 по 2003 г. – смещение моды на один размерный класс влево, уменьшение среднего размера и доли промысловых крабов в уловах. Сравнительный анализ соотношения *C. angulatus* и *C. japonicus* на разных стадиях цикла показывает значительное опережение начала линьки у японского стригуна по сравнению с ангулятусом. Доминирование в уловах самцов японского стригуна с новым панцирем на протяжении довольно длительного времени говорит о растянутости процесса линьки, тогда как стригун ангулятус линяет в гораздо более сжатые сроки. Отмечена полугодовая повторяемость репродуктивного состояния самок японского стригуна, предполагающая существование двух периодов откладки икры и выклева личинок.

Батильные стригуны восточного и западного Сахалина по своим биологическим характеристикам являются вполне перспективными в отношении промысла объектами, особенно по сравнению с ангулятусом северных Курил и другими глубоководными крабами северо-западной части Берингова моря и северо-восточной части Охотского моря.

Табл. – 3, ил. – 10, библиогр. – 21.

Perveeva, E. R. Biological characteristic of the deep-water snow crabs *Chionoecetes angulatus* and *C. japonicus* along Sakhalin Island / E. R. Perveeva // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2004. – Vol. 6. – P. 194–210.

Researches conducted along the eastern Sakhalin in 2000–2003 using crab pots have revealed a constancy of many size characteristics of the *Chionoecetes angulatus* males. Both a mean size and a portion of the commercial size specimens are stable. Unfavorable changes took place in the size structure of aggregations of the *Chionoecetes japonicus* males from 1994 through 2003: a mode shifting for one size class to the left, decrease in a mean size and in a portion of commercial size crabs from catches. A comparative analysis of the ratio between *C. angulatus* and *C. japonicus* at different stages of a cycle shows a significant advance in beginning the molting for *C. japonicus* compared to *C. angulatus*. A domination of *C. japonicus* males with new carapaces from catches during the long time period proves an extended process of molting, whereas *C. angulatus* molt during the undertime. A semi-year recurrence of reproductive state of the *C. japonicus* females assuming the two periods for eggs' laying and larval hatching is noted.

By their biological characteristics, bathyal snow crabs of the eastern and western Sakhalin Island are rather perspective objects regarding to fishery, especially in comparison with the northern Kuril *C. angulatus* and other deep-water crabs from the northwestern part of the Bering Sea and northeastern part of the Okhotsk Sea.

Tabl. – 3, fig. – 10, ref. – 21.