Известия ТИНРО

2014 **Том 178**

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 639.2.081.16:595.384.2

В.И. Островский, О.Б. Ткачева, А.В. Харитонов, В.Н. Шаленко*
Хабаровский филиал Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, 680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

ЭФФЕКТИВНАЯ ПЛОЩАДЬ ОБЛОВА КРАБОВ ЛОВУШКАМИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

В северо-западной части Татарского пролива проведена калибровка параметров работы конусных крабовых ловушек японского образца по результатам траловой съемки. Показано, что одна ловушка, стоящая в порядке, облавливает 100 % краба колючего на условной площади не более 665 м^2, краба камчатского — 1513 м^2, краба волосатого четырехугольного — 3811 м^2, краба-стригуна опилио — 4019 м^2. Обсуждается проблема унификации метода оценки запаса по итогам ловушечных съемок.

Ключевые слова: Татарский пролив, крабы, площадь облова ловушки, оценка запаса.

Ostrovsky V.I., Tkacheva O.B., Kharitonov A.V., Shalenko V.N. Area of effective catch of crab traps in the northwestern part of the Tartar Strait // Izv. TINRO. — 2014. — Vol. 178. — P. 261–270.

Japanese cone-shaped traps for crabs are calibrated with the data of trawl survey in the northwestern Tartar Strait. The 100 % effective catch area for each trap in the order does not exceed 665 m^2 for spiny crab, 1513 m^2 for king crab, 3811 m^2 for horsehair crab, and 4019 m^2 for tanner crab opilio. Unification of methods for the stock assessment by trap surveys is discussed.

Key words: Tartar Strait, crab, effective catch area, stock assessment.

Введение

В настоящее время не существует абсолютно надежных методов оценки численности промысловых ракообразных. Их преимущества и недостатки подробно рассматривались многими исследователями (Иванов, 1994; Левин, 1994; Михеев, 2001, 2002; Низяев, Букин, 2001; и др.). Не лишены недостатков и наиболее распространенные методы — траловая и ловушечная съемки. Основная причина неопределенности оценок данными орудиями — варьирование в широких пределах коэффициентов их уловистости, фактические значения которых не всегда известны.

В отличие от механического сбора животных по пути следования трала, крабовые ловушки вылавливают лишь трофически активных крабов, площадь их облова гораздо сложнее оценить, чем площадь облова трала. По этой причине, несмотря на

* *Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, начальник отдела, e-mail: Ostrovkhv@rambler.ru; Ткачева Ольга Борисовна, научный сотрудник, e-mail: tkacheva_olga@rambler.ru; Харитонов Александр Викторович, научный сотрудник, e-mail: Kharitonov69@bk.ru; Шаленко Виталий Николаевич, младший научный сотрудник, e-mail: khv@tinro.khv.ru.*

Ostrovsky Vladimir I., Ph.D., head of department, e-mail: Ostrovkhv@rambler.ru; Tkacheva Olga B., researcher, e-mail: tkacheva_olga@rambler.ru; Kharitonov Alexander V., researcher, e-mail: Kharitonov69@bk.ru; Shalenko Vitaly N., junior researcher, e-mail: khv@tinro.khv.ru.

известные источники ошибок траловых съемок (Волвенко, 2013; Захаров и др., 2013), их результаты считаются более надежными и используются в качестве реперов для калибровки параметров работы ловушечных порядков (Михеев, 2001; Низяев, Букин, 2001; Слизкин, Букин, 2001; Михайлов и др., 2003; и др.). Однако в некоторых случаях ловушечная съемка имеет преимущества перед траловой, а в некоторых — ей нет альтернативы (Иванов, 1994; Михеев, 2002), поэтому исследование рабочих параметров данного орудия лова остается актуальным.

Цель работы — сравнить оценку численности крабов, достигших промыслового размера (запас), по результатам траловой и ловушечной съемок в северо-западной части Татарского пролива для расчета эффективной площади облова ловушек.

Материалы и методы

Работа основана на сравнении оценок запасов промысловых видов крабов по результатам донной траловой съемки и ловушечных съемок, проведенных Хабаровским филиалом ФГУП «ТИНРО-центр» в северо-западной части Татарского пролива в 2013 г.

Траловую съемку проводили в период с 13.09 по 21.10 от мыса Золотого до мыса Южного на площади 34 тыс. км^2, на глубинах 15–660 м (рис. 1). Выполнено 114 тралений донным тралом ДТ 27,1 с мягким грунтропом (с цепью) и с вставкой 10-миллиметровой дели в кутце.

Район исследования относительно сложный для проведения траловых исследований, характеризуется резкими перепадами глубин, преобладанием жестких и задевистых грунтов. В зависимости от рельефа дна и характера грунта длительность траления изменялась от 3 до 15 мин, в среднем составив 8 мин, скорость траления — 2,7–3,0 уз (в среднем — 2,9 уз). Горизонтальное раскрытие трала принято равным 60 % от длины верхней подборы, коэффициент уловистости — 1.

Частично перекрывая по времени траловую съемку, проведены две ловушечные съемки в районе от мыса Золотого до мыса Сюркум (рис. 1). В ходе обеих съемок выполнена 171 станция на глубинах 22–217 м общей площадью около 16 тыс. км^2. Съемки проводили стандартными конусными ловушками японского образца для крупных видов крабов (нижний диаметр — 1,55 м, высота — 0,70 м). Ловушки объединены в порядки по 40–100 шт. с расстоянием между ловушками 15 м. В качестве приманки использовали свежемороженую сельдь, масса приманки в среднем составляла 0,5–0,6 кг на одну ловушку, период застоя — трое суток.

Запас по итогам траловой и ловушечных съемок оценивали с использованием ГИС КартМастер 4.1 (ВНИРО, Поляков, 2003–2008). При расчете запаса по ловушечным съемкам поверхность, образованную данными по уловам в пространстве географических координат, сглаживали методом сплайн, коэффициент влияния глубины принят равным 1000, параметр сглаживания — 0,032.

Во время проведения съемок основное скопление камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) располагалось в самой южной прибрежной части обследованного района; перекрываясь с ним и распространяясь далее на север, находились скопления колючего (*Paralithodes brevipes*) и волосатого четырехугольного (*Erimacrus isenbeckii*) крабов (рис. 1). Северная граница скоплений последних двух видов выходила за пределы полигона, но число безаварийных тралений там слишком мало для корректной оценки запаса. Равномерно ловушечными и траловыми станциями охвачена лишь основная, северная, часть скопления краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*). В районе основного скопления синего краба (*Paralithodes platypus*) траловых станций оказалось слишком мало, поэтому данный вид в работе не рассматривается.

Площадь облова ловушечного порядка (S) при отсутствии течений можно представить как сумму площади прямоугольника и двух полуокружностей, выходящих за его пределы (рис. 2), т.е. $S = L \times H + \pi \times r^2$. Длина прямоугольника (L) равна длине хребтины, которая составляет $(n - 1) \times l$, где n — число ловушек в порядке, l — расстояние между ловушками. Ширина прямоугольника (H) равна удвоенному радиусу облова ловушки. Таким образом, площадь облова порядка составляет:

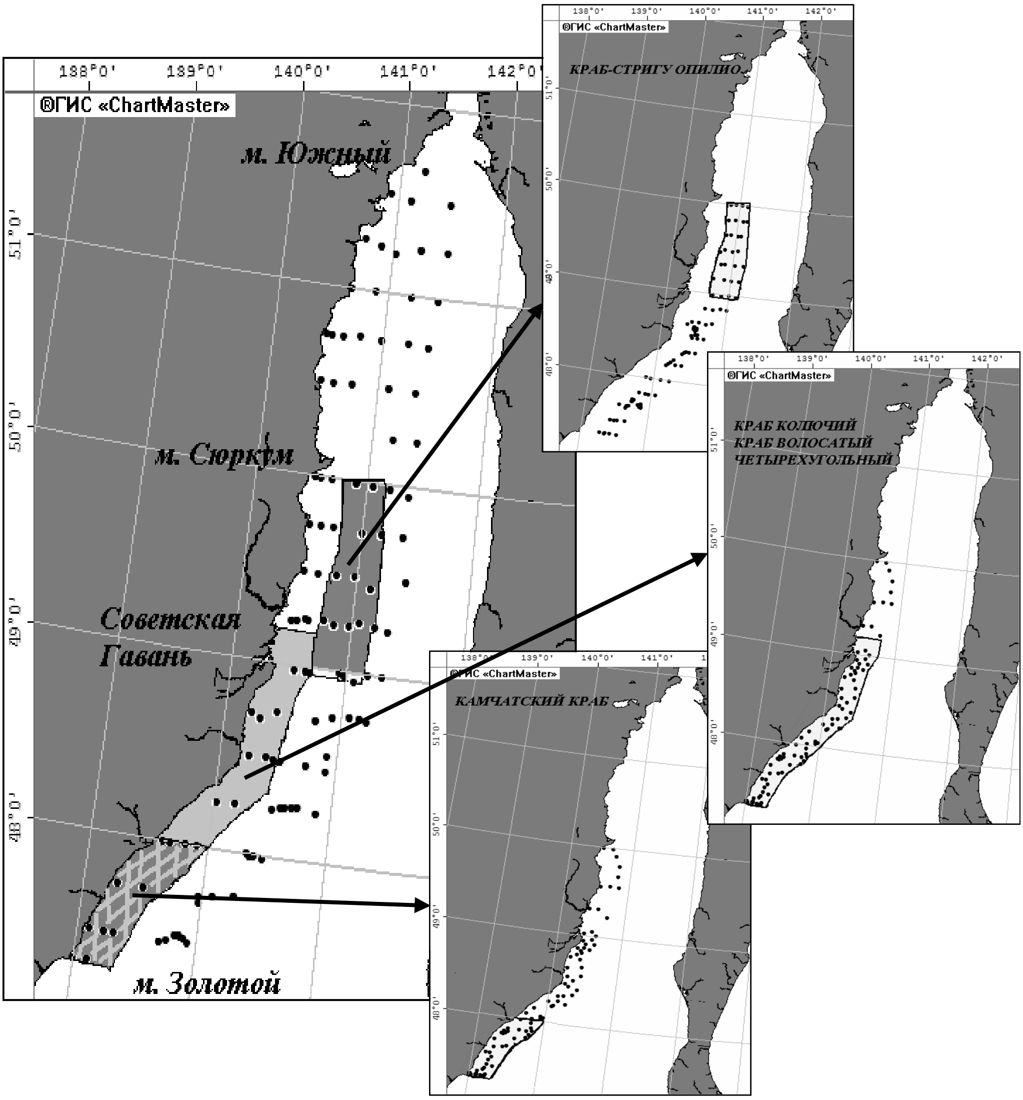


Рис. 1. Карты-схемы траловой (*слева*) и ловушечных съемок крабов (*справа, верхняя схема* — 13.11–02.12.2014 г., *две нижние схемы* — 02.10–20.10.2014 г.) в северо-западной части Татарского пролива. Выделены полигоны для сравнения оценок запаса по результатам траловой съемки с ловушечными съемками

Fig. 1. Schemes of trawl (*left*) and trap surveys (*right*) in the northwestern Tartar Strait. The areas of trawl and trap surveys comparing are shown

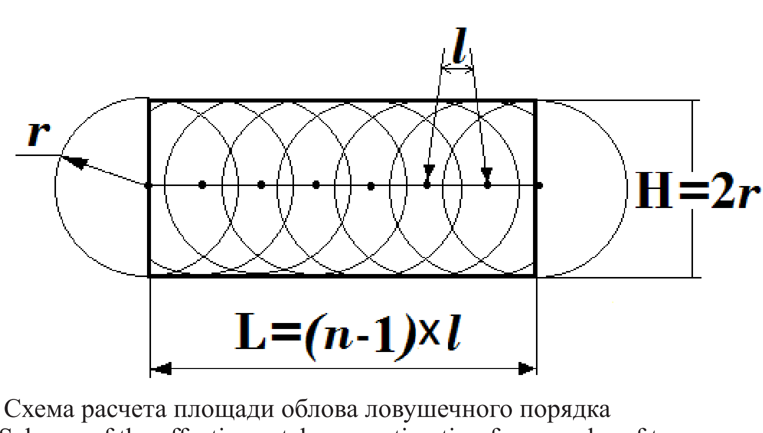


Рис. 2. Схема расчета площади облова ловушечного порядка

Fig. 2. Scheme of the effective catch area estimation for an order of traps

$$S = (n - 1) \times l \times 2r + \pi \times r^2. \qquad (1)$$

Варьируя значением радиуса с шагом 0,005 км, рассчитали площадь облова порядка, состоящего из 100 ловушек с расстоянием между ними, равным 15 м, для каждого гипотетического значения радиуса (табл. 1).

Площадь облова ловушки, принятую равной 1/100 от площади облова порядка, состоящего из 100 ловушек, для каждого значения радиуса использовали в качестве констант при расчете гипотетических значений запаса с использованием программы ГИС КартМастер 4.1 (ВНИРО, Поляков, 2003–2008) при стандартных настройках программы, описанных выше, и фактических значениях уловов на каждой станции. Вполне очевидно, что при такой схеме расчета найденные значения площадей облова соответствуют гипотетическим значениям эффективной площади облова (ЭПО), т.е. площади, с которой при данной плотности распределения все крабы попадают в улов.

При известном числе ловушек и расстоянии между ними ЭПО порядка (S, км^2) зависит от единственной переменной — от радиуса облова (r, км), поэтому уравнение (1) можно заменить более простым регрессионным уравнением, построенным на основе данных, приведенных в табл. 1:

$$S = \pi \times r^2 + c \times r, \qquad (2)$$

где c — коэффициент, его значение для порядка с принятыми нами параметрами равно 2,970 ± ± 0,000 (здесь и далее после знака ± приведена асимптотическая стандартная ошибка коэффициента, a.s.e.); $R^2 = 1$. Расчетные значения ЭПО (табл. 1) по обоим уравнениям одинаковы.

Таблица 1

Эффективная площадь облова и численность крабов в зависимости от гипотетического значения радиуса аттрактивного действия приманки

Table 1

Effective catch area of crab trap and assessed number of crabs in dependence on hypothetical value of attractive radius of the bite

Радиус облова ловушки, км	ЭПО порядка, км^2	ЭПО ловушки, м^2	Расчетное значение запаса, млн экз.			
			Краб колючий	Краб камчатский	Краб-стригун опилио	Краб волосатый четырехугольный
0,000	0	0	0	0	0	0
0,005	0,014929	149,3	7,339	6,283	139,689	9,470
0,010	0,030014	300,1	3,645	3,120	69,379	4,703
0,015	0,045257	452,6	2,414	2,067	46,048	3,115
0,020	0,060657	606,6	1,801	1,542	34,289	2,325
0,025	0,076213	762,1	1,435	1,229	27,315	1,852
0,030	0,091927	919,3	1,196	1,019	22,648	1,535
0,035	0,107798	1078,0	1,020	0,868	19,308	1,309
0,040	0,123827	1238,3	0,888	0,756	16,812	1,140
0,045	0,140012	1400,1	0,785	0,669	14,867	1,008
0,050	0,156354	1563,5	0,703	0,599	13,308	0,902
0,055	0,172853	1728,5	0,636	0,541	12,038	0,816
0,060	0,18951	1895,1	0,580	0,494	10,983	0,745
0,065	0,206323	2063,2	0,533	0,454	10,089	0,684
0,070	0,223294	2232,9	0,492	0,419	9,321	0,632
0,075	0,240421	2404,2	0,457	0,389	8,658	0,587
0,080	0,257706	2577,1	0,427	0,363	8,077	0,548
0,085	0,275148	2751,5	0,400	0,340	7,566	0,513
0,090	0,292747	2927,5	0,376	0,320	7,111	0,482
0,095	0,310503	3105,0	0,354	0,301	6,703	0,454
0,100	0,328416	3284,2	0,335	0,285	6,338	0,430
0,105	0,346486	3464,9	–	–	6,007	0,407
0,110	0,364713	3647,1	–	–	5,707	0,387
0,115	0,383098	3831,0	–	–	5,433	0,368
0,120	0,401639	4016,4	–	–	5,183	0,351
0,125	0,420337	4203,4	–	–	4,952	0,336
0,130	0,439193	4391,9	–	–	4,740	0,321

Рассчитывать радиус облова ловушки по известной ЭПО порядка с рассматриваемыми параметрами также удобнее по регрессионному уравнению:

$$r = a \times S - b \times S^2, \quad (3)$$

где $a = 0{,}334 \pm 0{,}000$; $b = 0{,}091 \pm 0{,}001$; $R^2 = 1$.

Результаты и их обсуждение

Поскольку значения запасов рассматриваемых видов крабов условно известны по результатам траловой съемки (табл. 2), по данным, приведенным в табл. 1, можно найти приблизительные значения ЭПО и радиуса облова ловушки, при которых оценки запаса будут иметь близкие значения. Так, например, оценки запаса колючего краба по результатам обеих съемок будут практически одинаковыми (1,652 млн экз.) при условии, что ЭПО ловушки находится в интервале 606,6–762,1 м^2, или при радиусе облова 20–25 м.

Радиус облова ловушки, ЭПО порядка и расчетная величина запаса (табл. 1) — взаимозависимые переменные, поэтому точечное значение ЭПО порядка при известном значении запаса (N) можно найти по регрессионной зависимости, которая для всех рассматриваемых видов крабов имеет вид:

$$S = a \times N^{-b}, \quad (4)$$

где a и b — коэффициенты, приведенные в табл. 2; значение коэффициента детерминации (R^2) для всех уравнений равно 1. Соответственно уточненному по данному уравнению значению ЭПО порядка по уравнению (3) можно уточнить радиус (r) облова ловушки (табл. 2), при котором оценки запаса обоими орудиями лова будут одинаковы.

Перпендикуляры, опущенные из точек пересечения линий регрессий, построенных по уравнению (4), с горизонтальными линиями, обозначающими уровень запаса каждого вида, оцененный по результатам траловой съемки, в точках пересечения с осью X (рис. 3) демонстрируют соотношение ЭПО крабов разных видов (табл. 2).

Значения коэффициентов b уравнения (4) для всех видов крабов практически неотличимы от 1 (см. табл. 2), поэтому ЭПО порядка при известном по результатам траловой съемки значении запаса близки к a/N. Учитывая, что значение N занижено (фактическое значение коэффициента уловистости трала явно меньше 1), можно заключить, что оценка ЭПО, как и рассчитанного на ее основе значения радиуса облова (r), завышенна. Чем меньше коэффициент уловистости трала при данных уловах, тем больше оценка запаса, тем меньше при данных уловах ловушек ЭПО и r (рис. 3).

Таким образом, например, в отношении колючего краба можно заключить, что его запас на полигоне составляет более 1,652 млн экз., ЭПО порядка — менее 0,0665 км^2, радиус облова, соответствующий ЭПО, — менее 21,8 м (табл. 2). Допустимые значения ЭПО при наблюдаемых ловушечных уловах располагаются левее вертикальной линии (рис. 4). Точное значение данного показателя зависит от коэффициента уловистости трала, влияющего на оценку запаса (горизонтальная линия).

Таблица 2

Значения запаса (N), оцененные по траловой съемке, площадей полигонов, коэффициентов уравнения (4), расчетных значений ЭПО порядка (S) и радиуса облова ловушки (r)

Table 2

Stock abundance (N) estimated by trawl survey, testing areas, coefficients of the equation (4), and calculated values of effective catch area of a trap order (S) and catch radius of a trap (r)

Коэффициенты уравнения (4) и параметры	Краб колючий	Краб камчатский	Краб-стригун опилио	Краб волосатый четырехугольный
N, млн экз.	1,652	0,621	5,180	0,370
S полигона, км^2	6162	2428	3499	6162
a ± a.s.e.	0,110 ± 0,000	0,094 ± 0,000	2,082 ± 0,000	0,141 ± 0,000
b ± a.s.e.	1,002 ± 0,001	0,999 ± 0,000	1,000 ± 0,000	1,000 ± 0,000
S, км^2	0,066519	0,151297	0,401931	0,381081
r, км	0,021815	0,048450	0,119544	0,114066

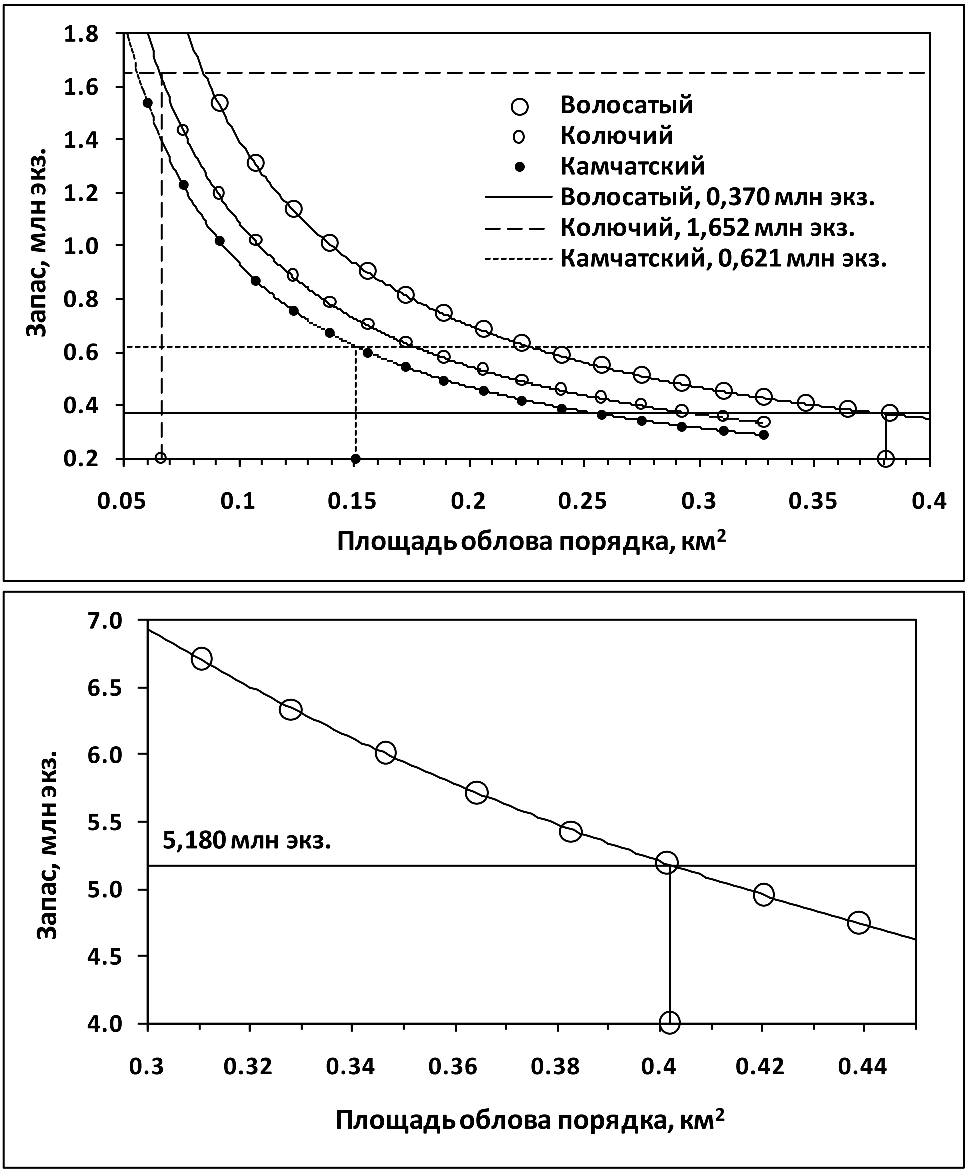


Рис. 3. Зависимость оценки запаса волосатого четырехугольного, колючего, камчатского крабов (**вверху**) и краба-стригуна опилио (**внизу**) от площади облова порядка (см. табл. 1). Зависимости сглажены по уравнению (4), пояснения в тексте

Fig. 3. Dependence of the stock estimations on the catch area of a trap order (from Table 1) for horsehair crab, spiny crab, king crab (**top panels**) and tanner crab opilio (**bottom panel**) approximated by the equation (4)

Коэффициент уловистости орудий лова зависит как от их конструкции, так и от характеристик объекта лова. При использовании одинаковых порядков, оснащенных одинаковыми ловушками, коэффициент уловистости крабов зависит в первую очередь от доли трофически активных крабов. Под коэффициентом уловистости ловушки (k) в нашем случае подразумевается доля крабов, попавших в нее из числа крабов, находящихся в зоне действия приманки.

Данный показатель ловушек не влияет на ЭПО (100 % крабов может быть выловлено лишь при k = 1), но от него зависит фактически обловленная площадь и соответственно фактический радиус облова. Последние показатели зависят как от k, так и от фактического значения запаса и от коэффициента уловистости трала (рис. 4). Вполне

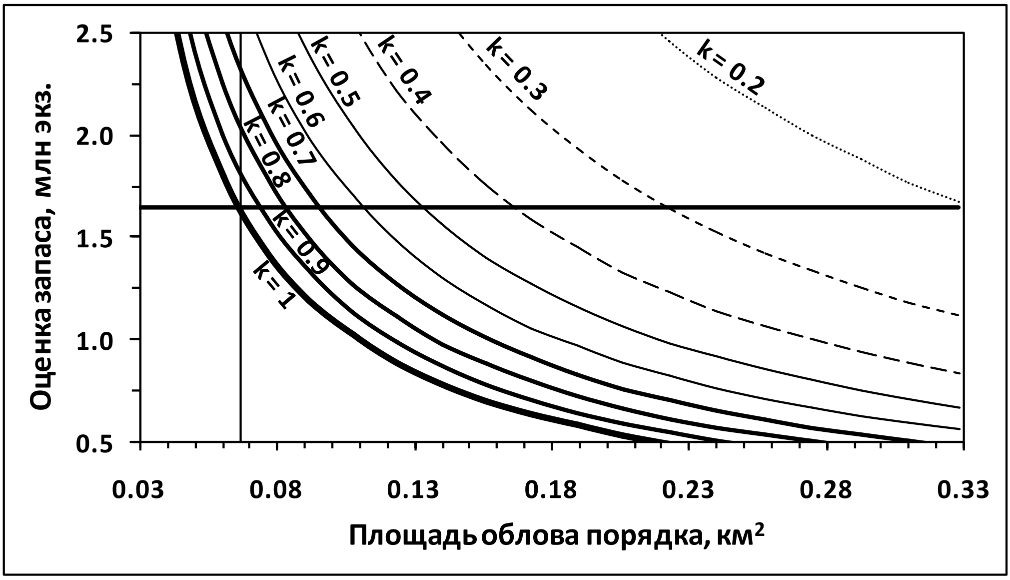


Рис. 4. Зависимость оценки запаса колючего краба от площади облова порядка при различных значениях коэффициента уловистости ловушки (k). Пояснения в тексте

Fig. 4. Dependences of the spiny crab stock estimation on the catch area of a trap order for the cases of certain values of the trap catch efficiency coefficient (k)

вероятно, что даже в сезон максимальных уловов k < 1, следовательно, зафиксированные на станциях уловы собраны с большей площади, чем ЭПО, а фактическое расстояния до приманки, влияющее на мотивированное перемещение к ней крабов, больше, чем радиус облова ловушки, соответствующий ЭПО (рис. 4).

В последние годы при оценке запасов некоторых видов крабов используют ЭПО ловушки японского образца, равную 3300 м^2 (Бояновский, 2012), причем в целях унификации метода оценок запасов данное значение рекомендуется принимать одинаковым для всех популяций и видов крабов. Значение площади облова получено из обработки результатов экспериментального лова краба-стригуна опилио в Охотском море (Михайлов и др., 2003).

Если не брать в расчет количество и качество приманки и физические параметры среды, при постоянных параметрах ловушечного порядка площадь его облова зависит от единственной переменной — от радиуса облова ловушки (уравнение (2)). Однако радиус облова, рассчитанный как через ЭПО, так и через фактически облавливаемую площадь порядка (при k < 1), зависит от величины запаса и соответственно от коэффициента уловистости трала (рис. 4), в свою очередь зависящего от биотопов, занятых конкретным видом крабов. Значение радиуса облова ловушки, рассчитанное через фактически облавливаемую площадь, меньше, а через ЭПО — значительно меньше фактического расстояния, на котором крабы данного вида способны различать запах приманки. По этим причинам радиус облова ловушки (см. рис. 2) не может в полной мере отражать видовую характеристику сенсорной системы крабов, а обычно используемый для его обозначения термин «радиус аттрактивного действия приманки», видимо, следует признать неудачным.

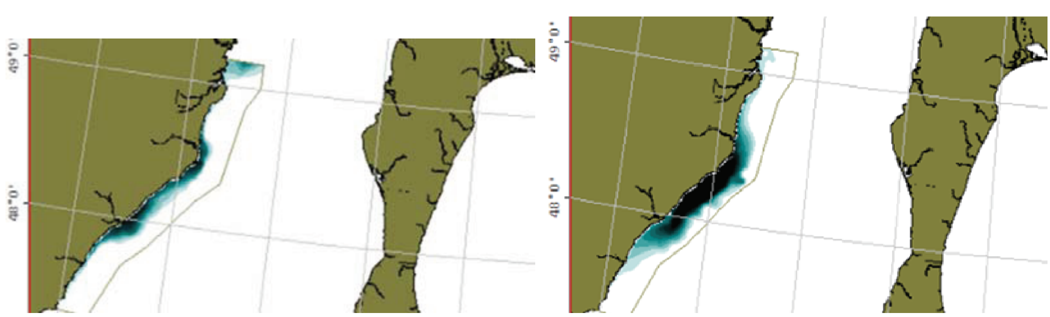
Вероятно, не все крабы одного и того же вида распознают запах приманки на одинаковом расстоянии, но, очевидно, норма реакции на данный раздражитель видоспецифична. Хотя расчетные значения радиуса облова ловушки нельзя отождествлять с радиусом аттрактивного действия приманки, сравнение расчетных значений данного параметра при одинаковых условиях задачи, орудиях лова и способах расчетов представляет определенный интерес. В отношении радиуса облова рассматриваемые виды крабов делятся на 2 группы. В первую входят крабоиды (камчатский и колючий крабы), радиус облова для рассчитанных значений ЭПО данных видов не превышает 50 м (табл. 2, рис. 3), что не противоречит результатам подводных наблюдений (Мирошников и др., 1985). Близкое значение радиуса облова ловушки (57 м) получено при сопоставлении оценок плотности крабов по результатам подводных наблюдений и уловов ловушечными порядками при условии отсутствия течений (Бондарев, Попов, 1981).

Вторая группа включает настоящих крабов (волосатый четырехугольный и краб-стригун опилио), для расчетных значений ЭПО которых радиус облова составляет не более 120 м. В отношении краба-стригуна опилио данная оценка не противоречит результатам исследований магаданских коллег (Михайлов и др., 2003). Сравнение результатов ловушечных и траловых уловов в южной части Татарского пролива в июне-июле 1995 г. также свидетельствует о том, что радиус облова волосатого четырехугольного краба может превышать 50 м (Низяев, Букин, 2001).

Из этих результатов следует, что независимо от причин различий радиуса облова крабов разных видов унификация метода оценки запаса за счет единого значения ЭПО для всех видов крабов необоснованна. Вторая причина, указывающая на несостоятельность допущения унитарного значения ЭПО, вытекает из сопоставления оценок запаса. Так, принимая ЭПО ловушки, равной 3300 м^2, при коэффициенте ее уловистости, равном 1, оценка запаса, например, колючего краба по результатам ловушечной съемки составила бы 0,708 млн экз., в то время как согласно результатам траловой съемки его запас составлял не менее 1,652 млн экз. (рис. 5). Для того чтобы при данной ЭПО ловушки в порядке и зафиксированных на станция уловах оценка запаса колючего краба составляла более 1,652 млн экз., коэффициент уловистости ловушек должен быть менее 0,2 (см. рис. 4), что вряд ли приемлемо для осенне-зимнего сезона, когда относительные уловы данного вида крабов близки к максимальным (Низяев, Букин, 2001).

По сути ЭПО — калибровочный коэффициент для приравнивания ловушечной оценки запаса конкретного вида крабов в конкретном районе и сезоне к траловой оценке. Корректное использование данного коэффициента при последующих расчетах запасов по итогам ловушечных съемок возможно лишь при условии стабильности управляемых (*параметры ловушек и ловушечных порядков*) и неуправляемых (*состояние среды и крабов*) факторов. При отклонении параметров данных факторов от тех, при которых проводилась калибровка, необходимы соответствующие поправки либо новая калибровка по уловам трала. По этим причинам полагаем, что унифицировать методику расчета запаса посредством унитарного значения ЭПО нельзя.

Параметры ловушек. Известно, что уловы ловушками американского образца больше, чем уловы ловушками японского образца. Исчерпывающее объяснение боль-



Ловушечная съемка		Траловая съемка	
Площадь, км^2	Запас, тыс. экз.	Площадь, км^2	Запас, тыс. экз.
6162	708	6162	1652

Рис. 5. Плотности распределения промысловых самцов колючего краба на полигонах и результаты расчета запаса по итогам ловушечной и траловой съемки. Пояснения в тексте

Fig. 5. Distribution density for commercial males of spiny crab in the testing areas and their stock assessments from the data of trap and trawl surveys

ших уловов «американской» ловушки, в которой входные отверстия расположены по бокам, приводится в переводе статей З.Р. Никулиной из журналов «World Fishing» (1963, № 4) и «Pacific Fisherman» (1963, № 2), опубликованном в журнале «Рыбное хозяйство» (1964, № 1, стр. 86–88):

«Наблюдения показали, что краб медленными боковыми движениями, приблизившись к ловушке, обычно проталкивает в нее конечности … через ячеи сетки в попытке схватить приманку. Некоторые крабы, проведя такое обследование, удаляются от ловушки, а те, что продолжают поиски входа, делают это наугад, передвигаясь вокруг основания ловушки до тех пор, пока не будет найден вход. Для изучения этой стороны поведения краба, построили несколько ловушек одинакового типа, но с входными отверстиями, расположенными на разных уровнях от основания.

После ряда испытаний было установлено, что наиболее уловистыми являются ловушки, в которых отверстия расположены ближе к основанию …» (стр. 86), но у «японских» ловушек вход расположен на их вершине, и, по-видимому, наклон стен неполностью нивелирует особенности поведения крабов.

Таким образом, большие уловы крабов ловушками американской конструкции, если не брать в расчет случаи переполнения орудий лова, обусловлены их большей уловистостью. По этой причине ЭПО «американской» ловушки по результатам калибровки по тралу или по итогам экспериментальной работы оказывается значительно больше, чем «японской» (Михеев, Клитин, 2000; Михайлов и др., 2003; и др.). Отметим что, рекомендация унификации ЭПО ловушки не относится к ловушкам разных типов даже при исследовании одного и того же вида крабов. Однако уловы порядков зависят не только от типа ловушек.

Параметры порядков. Площадь облова ловушки в порядке зависит от площади облова всего порядка и соответственно от расстояния между ловушками. Чем меньше данное расстояние, тем сильнее перекрываются условные зоны распространения запаха приманки (см. рис. 1), тем меньше площадь облова порядка, отдельной ловушки в порядке и улов. Следовательно, если принять ЭПО ловушки крабов всех видов и популяций одинаковой, при расчете запаса по итогам текущей ловушечной съемки необходима поправка на разность расстояний между ловушками, в экспериментальных порядках и в порядках, используемых при проведении текущей съемки, но соответствующие сведения в работе авторов эксперимента (Михайлов и др., 2003) отсутствуют, т.е. корректное использование унитарного значения ЭПО (3300 м^2) технически невозможно.

Состояние среды и крабов. Уловы крабов ловушками зависят от трофической активности крабов, но, как было показано выше, вариация данного показателя не влияет на ЭПО. Следовательно, корректировать оценку запаса в зависимости от состояния крабов более логично не варьированием ЭПО, а поправкой к оценке запаса. Сезонная динамика протекания как фенологических, так и физиологических процессов квазициклична, поэтому для каждого вида и района можно разработать условную (среднемноголетнюю подекадную, помесячную или поквартальную, в зависимости от наличия данных) шкалу коэффициента уловистости ловушками данного типа, которую использовать при отсутствии дополнительных сведений текущего года. Данная шкала может быть рассчитана из соотношения уловов на усилие однотипными ловушками в разные сезоны.

По нашему мнению, даже при постоянной калибровке ловушечных съемок по траловым съемкам надежная оценка запаса по-прежнему остается недостижимой целью по причине множества трудно устранимых неопределенностей. Однако различия ЭПО настоящих крабов и крабоидов, а также близкие оценки данного показателя для крабов одного и того же вида, полученные разными авторами при использовании различных методов, позволяют заключить, что экстраполяция полученных нами результатов на близкородственные виды более оправданна, чем унитарное значение ЭПО для всех видов и популяций.

Заключение

До проведения дополнительных исследований считаем целесообразным при расчете минимальных значений запасов крабов в Татарском проливе использовать следующие значения радиусов облова ловушек и ЭПО соответственно: краб колючий — 21,8 м, 665 м^2; краб камчатский — 48,5 м, 1513 м^2; краб волосатый четырехугольный — 119,5 м, 3811 м^2; краб-стригун опилио — 114,1 м, 4019 м^2. При иных расстояниях между ловушками значения площади полного облова ловушки для данных значений радиусов можно уточнить, используя уравнение (1). Значения запаса, рассчитанные с использованием данных параметров, для приближения к истинным значениям запаса необходимо корректировать, как минимум, введением поправок на сезонную изменчивость коэффициента уловистости ловушек.

Список литературы

Бондарев В.А., Попов В.В. Выбор оптимальных размеров ярусов краболовных ловушек // Рыб. хоз-во. — 1981. — № 12. — С. 48–49.

Буяновский А.И. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса. Методические рекомендации : монография. — М. : ВНИРО, 2012. — 222 с.

Волвенко И.В. Технические проблемы адекватной интерпретации результатов траловых съемок и пути их решения // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 172. — С. 282–293.

Захаров Е.А., Кручинин О.Н., Мизюркин М.А., Сафронов В.А. Геометрические параметры донного трала 27,1/24,4 и возможные погрешности в оценке численности гидробионтов // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 174. — С. 284–292.

Иванов Б.Г. Промысловая гидробиология России: наследие, проблемы, перспективы // Рыб. хоз-во. — 1994. — № 5. — С. 43–47. — № 6. — С. 30–34.

Левин В.С. Промысловая биология морских беспозвоночных и водорослей : монография. — СПб. : ПКФ «ОЮ-92», 1994. — 222 с.

Мирошников В.В., Пискунов А.И., Мясоедов В.И. Исследования биологических ресурсов промысловых беспозвоночных с применением подводных обитаемых аппаратов // Исследование и рациональное использование биоресурсов дальневосточных и северных морей СССР : тез. докл. — Владивосток : ТИНРО, 1985. — С. 94–95.

Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н. Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря : монография. — Магадан : МагаданНИРО, 2003. —284 с.

Михеев А.А. Определение промысловых параметров крабовых ловушек с помощью математической модели «хищник-приманка» // Вопр. рыб-ва. — 2001. — Т. 2, № 3(7). — С. 518–541.

Михеев А.А. Проблемы прямого учета промысловых донных беспозвоночных // Вопр. рыб-ва. — 2002. — Т. 3, № 1(9). — С. 137–148.

Михеев А.А., Клитин А.К. Зависимость уловов на ловушку крабов *Paralithodes* spp. от типа ловушки, продолжительности застоя и числа ловушек в порядке // Вопр. рыб-ва. — 2000. — Т. 1, № 2–3, ч. 2. — С. 56–59.

Низяев С.А., Букин С.Д. Методологические аспекты использования траловых и ловушечных данных для научных целей // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 644–658.

Слизкин А.Г., Букин С.Д. Некоторые проблемы оценки запасов промысловых крабов и опыт определения площади эффективного облова прямоугольных ловушек // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 625–633.

Поступила в редакцию 11.06.14 г.