

УДК 573.22.087.1.001.57

**К ПРОБЛЕМЕ УЧЕТА ПРОМЫСЛОВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
В ПОПУЛЯЦИЯХ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ЧИСЛЕННОСТИ**

*А.А. Михеев, С.Д. Букин, Е.Р. Первеева,
А.А. Крутченко, И.П. Смирнов (СахНИРО)*

**TO THE PROBLEM OF COUNTING COMMERCIAL INVERTEBRATES
IN LOW-ABUNDANT POPULATIONS**

*A.A. Mikheyev, S.D. Bukin, E.R. Perveyeva, A.A. Krutchenko,
I.P. Smirnov (SakhNIRO)*

The problem of trawl survey accuracy for the low-abundant resources is highlighted and discussed. We have investigated one aspect of this problem, which deals with comparison of estimates of stock abundance with the distinct patchiness, obtained from the designed trawl station grid and pot longline fishery data. The polygon method on the base of the Generalized Leslie's Model with Kalman Filter was used in the case of fishery data.

It was established that in most cases the stock estimates, determined from trawl counting data, were understated at higher variability. Comparing locations of trawl stations and trap longlines, it was concluded that the results of the trawl surveys were distorted by insufficient resolution of the stations grid. For the nearest future, it was suggested to estimate the stock of commercial invertebrates on the basis of combination the large-scale trawl surveys conducted once in a several-years and series of trap polygons conducted annually during the fishery season.

ВВЕДЕНИЕ

Основные проблемы, касающиеся оценки запасов беспозвоночных, были сформулированы в ряде публикаций ведущего отечественного гидробиолога Б.Г. Иванова [1994а; 1994б; 1999]. Многие из этих проблем связаны с применением ловушек для промышленной добычи и прямого учета. В частности, Борис Георгиевич указывал, что введение принципиально иных (пассивных, приманивающих) «сэмплеров», без сомнения, потребует нового методического подхода к анализу данных съемок и промысловой статистики. Нами был проведен ряд исследований, касающихся развития ловушко-ориентированных методов оценки запасов [Михеев, 2001, 2002, 2002а; Михеев, Клитин, 2000, 2002; Михеев и др., 2007]. За последнее десятилетие в состоянии большинства популяций промысловых беспозвоночных в дальневосточных морях произошли заметные негативные изменения, породившие ряд новых проблем. Нами обозначена и обсуждается одна такая проблема, касающаяся точности траловых съемок ресурсов, находящихся на низком уровне. В этой работе исследован лишь небольшой ее аспект: мы сравнили оценки запасов с выраженным пятнистым распределением, полученные на основе данных об уловах тралами по заданной сетке станций и ловушками в промысловом режиме.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

При проведении исследований были использованы данные по уловам краба-стригуна опилио и четырехугольного волосатого краба, гребенчатой креветки и трубочей. Данные были собраны при проведении в Сахалино-Курильском районе контрольного лова коническими японскими ловушками в промысловом режиме на 9-ти ограниченных участках (полигонах) и такого же числа учетных донных траловых съемок. Участки, выбранные в качестве полигонов, характеризуются стабильно плотными скоплениями, на которых традиционно ведется промысел. При проведении границ полигонов одиночные ловушечные станции, находящиеся в стороне от основного участка работы, отбрасывались. Станцию в нашей работе обозначает точка, совпадающая с серединой ловушечного порядка, либо расположенная в центре протраленной площади. Полигоны обозначены согласно принятой нами нумерации [Михеев и др., 2007] (табл. 1).

Можно отметить, что сроки проведения контрольного лова и съемки для всех полигонов согласуются плохо, а в большинстве случаев сдвинуты относительно друг друга более чем на год (см. табл. 1).

Географическое положение полигонов показано на рис. 1–4.

Приведем также некоторые общие характеристики, касающиеся данных, не вошедших в табл. 1. В качестве приманок в ловушках использовали: для крабов и гребенчатой креветки – мороженые куски сельди, минтая или кальмара; для трубочей – куски и головы мороженой горбуши. Приманки помещались в пластиковые контейнеры или мешки из сетной ткани.

При выполнении траловой съемки в 1994 г. у западного Сахалина применяли трал ДГ/ТВ-45, горизонтальное раскрытие которого было принято равным 27 м. При средней скорости траления 5,2 км/ч площадь тралений в этом случае составила приблизительно 0,072 км². В остальных траловых съемках был использован трал ДГ/ТВ-34. Поскольку скорость тралений в этих съемках изменялась от 5,7 до 6,1 км/ч, средняя площадь тралений при принятом горизонтальном раскрытии 20,4 м варьировала в пределах 0,051–0,061 км². Продолжительность тралений во всех съемках была стандартной – примерно 0,5 ч, вертикальное раскрытие – 4,5–5,5 м, размер ячеи вставки в кутцевой части трала – 1×1 см. Коэффициент уловистости тралов был принят равным: 0,4 – для краба-стригуна опилио; 0,63 – для четырехугольного волосатого краба (0,75 – для Южных Курил); 0,25 – для гребенчатой креветки; 0,2 – для трубочей.

Методика сравнения оценок и полученные результаты

Очевидно, что запас, определенный по итогам учетной съемки, в общем случае не может быть равен запасу в пределах выбранного полигона из-за несоответствия обловленных площадей. Для сравнения указанных величин необходимо привести их к стандартной площади, например, к площади полигона. Такой подход эквивалентен рассмотрению не абсолютных значений, а средних плотностей запаса, которые, на наш взгляд, являются вполне сопоставимыми характеристиками для сравнения точности методов оценки.

Согласно поставленной цели, в районе каждого из выбранных полигонов запас был вычислен двумя способами. Один способ состоял из осреднения деленных на коэффициент уловистости и протраленную площадь уловов, выполненных по сетке учетных станций, и умножения полученного результата на площадь полигона. Другой способ заключался в применении метода полигонов для построения динамики запаса в период лова. Величина запаса была определена как сумма значений на начало лова и иммигрантов. Данный метод был реализован на основе обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК) [Михеев и др.,

Таблица 1. Основные характеристики, определяющие условия сбора данных
 Table 1. The main characteristics determining conditions of the sampling data

№ полигона	8	9	11	16	18	21	22	23	24
Площадь полигона, км ²	1926	607	2282	346	140	375	906	3691	152
Промысловый объект		Краб-стригун охилю		Четырехугольный волосатый краб		Трехбугчатая креветка		Трубачи	
Район	ЗС	СВС	ЮВС	ЮС	ЗС	ЮК	ЗС	ЗС	ЮВС
Число станций	42 301	11 74	12 121	16 232	26 93	22 200	6 308	26 217	7 47
Период работ	11-14.06.2002 11.11-20.12.2002	24-27.10.2005 14.06-30.07.2005	21-26.09.2004 25.09-26.12.2003	01-12.09.2001 17.07-16.09.2002	22-26.06.2000 05.04-05.05.2002	21.09-16.10.2003 02.10-23.12.2004	23-24.03.1994 10.07-20.12.1994	30.04-04.05.2005 15.09-09.12.2005	21-23.09.2004 12.11-11.12.2003
Размерные характеристики ловушек, м	1,35	1,35-1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	0,72	0,72	0,8
Диаметр основания	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,06	0,06	0,16
Диаметр входа	1	1	1	1	1	1	2	2	1
Число входов	1	1	1	1	1	1	2	2	1
Высота	1	0,7-1,0	0,8	0,7	0,7	0,7	0,48	0,48	0,35
Сторона ячеи	0,06	0,05	0,05	0,03-0,04	0,03-0,04	0,03-0,04	0,005-0,01	0,005-0,01	0,03
Расстояние между ловушками, м	20-40	20-40	15-20	20	20	20	5-8	5-8	10
Число ловушек в порядке, шт.	118 80-150	167 160-200	103 100-125	100	100	87	560	507	200
Среднее									
Частота выборки, раз/раб. сут.	7,9	2	4,43	3,87	3,1	2,44	3,54	4,09	2,47
Диапазон	1-15	1-4	1-13	2-8	2-10	1-5	1-9	1-9	1-4
Продолжительность застоя, сут.	2,97	3,95	4,54	1,4	1,9	4,34	3,54	2,24	2,63
Диапазон застоя, сут.	1-8	2-7	4-11	1-5	1-5	1-15	1-28	1-11	0,96-6,96

Примечание: ЗС — западный Сахалин; СВС — северо-восточный Сахалин; ЮВС — юго-восточный Сахалин; ЮС — южный Сахалин; ЮК — южные Курилы.

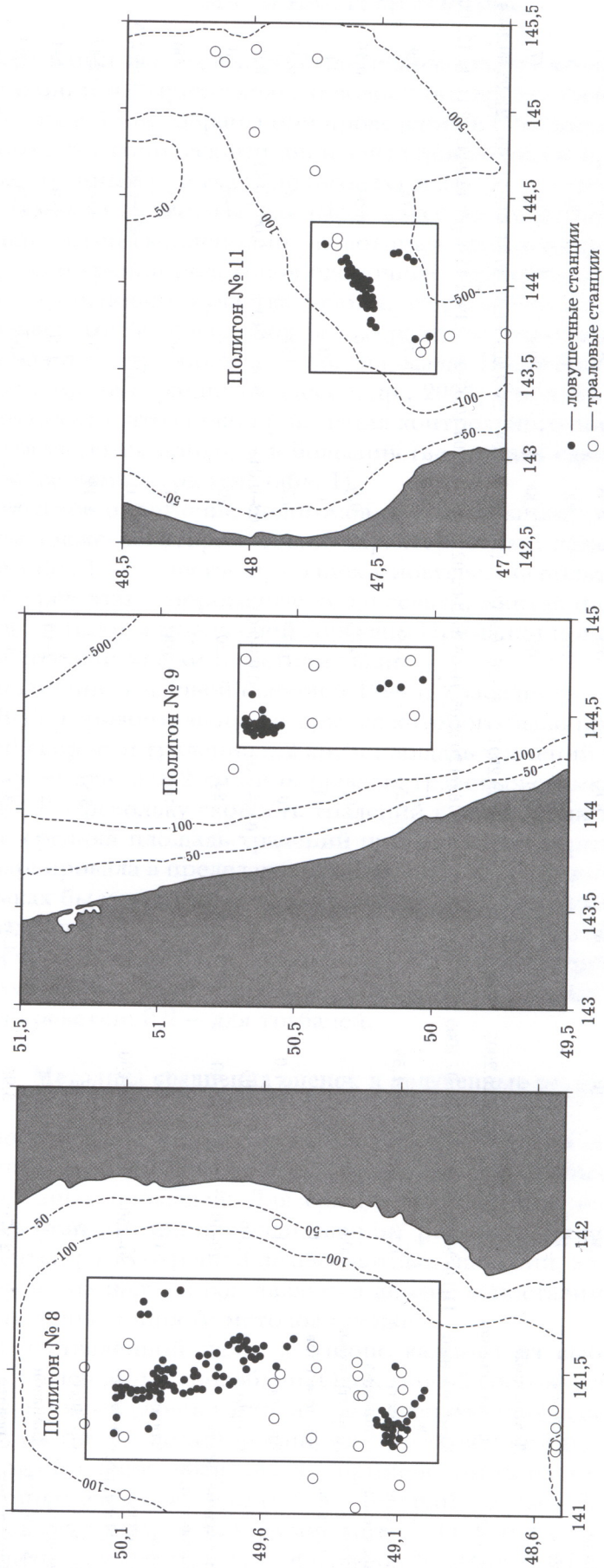


Рис. 1. Схема позиций ловушечных порядков при промысле краба-стригуна опилю и станций донных траловых съемок у о. Сахалин в районе полигонов: № 8 – западный шельф; № 9 – северо-восточный шельф; № 11 – юго-восточный шельф

Figure 1. Location of trap longlines for the snow crab fishery and bottom trawl survey stations near Sakhalin Island within the polygon areas: № 8 – western shelf; № 9 – northeastern shelf; № 11 – southeastern shelf

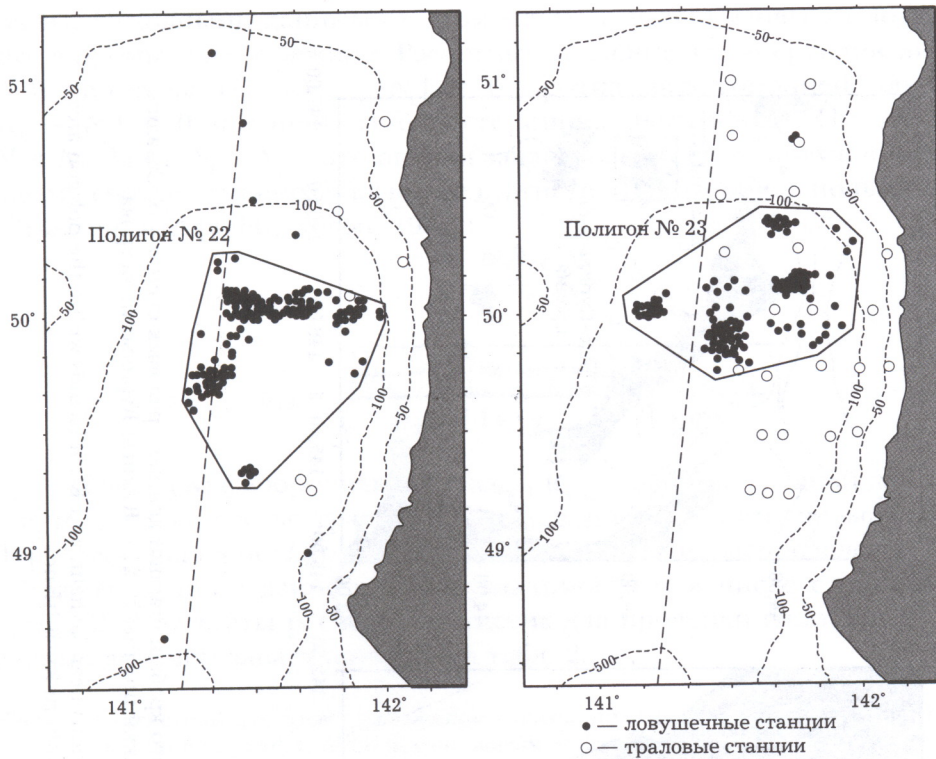


Рис. 2. Схема позиций ловушечных порядков при промысле гребенчатой креветки и станций донных траловых съемок у западного Сахалина (Татарский пролив) в районе полигонов: № 22 – 1994 г.; № 23 – 2005 г.

Figure 2. Location of trap longlines for the humpback shrimp fishery and bottom trawl survey stations near the western Sakhalin Island (Tatar Strait) within the polygon areas: № 22 – 1994; № 23 – 2005

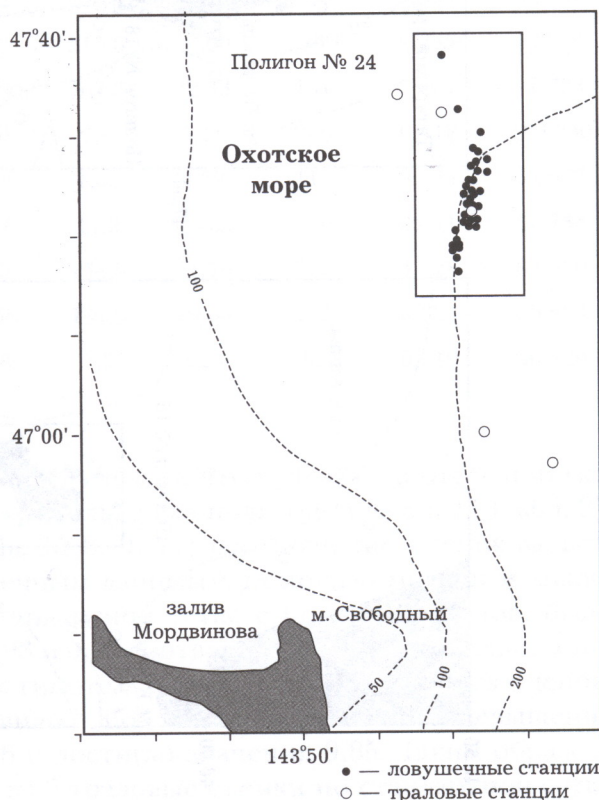


Рис. 3. Схема позиций ловушечных порядков при промысле гребенчатой креветки и станций донной траловой съемки у юго-восточного Сахалина в районе полигона № 24

Figure 3. Location of trap longlines for the whelk fishery and bottom trawl survey stations near the southeastern Sakhalin Island within the polygon areas: № 24

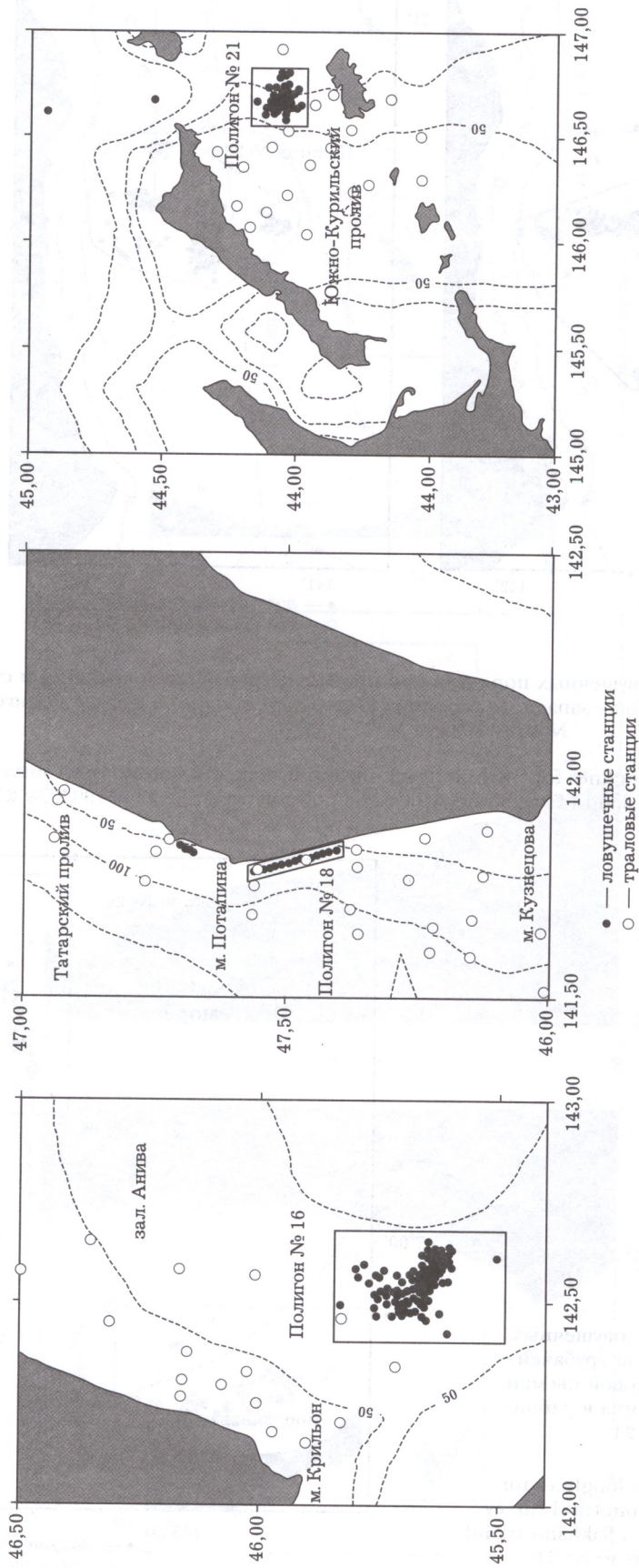


Рис. 4. Схема позиций ловушечных порядков при промысле четырехугольного волосатого краба и станций донных траловых съемок у о. Сахалин и Курильских островов в районе полигонов: № 16 — зал. Анива; № 18 — Татарский пролив; № 21 — Южные Курильские острова

Figure 4. Location of trap longlines for the horsehair crab fishery and bottom trawl survey stations near Sakhalin and Kuril Islands within the polygon areas: № 16 — Aniva Bay; № 18 — Tatar Strait; № 21 — southern Kuril Islands

в печати], Исходными данными в этом случае служили уловы на ловушку, полученные в промысловом режиме. Расчетные значения затем сравнивали в рамках нулевой гипотезы $H_0: |N_1 - N_2| = 0$ против двухсторонней альтернативы $H_1: |N_1 - N_2| \neq 0$ и одной из односторонних альтернатив $H_1: N_1 > N_2$ или $H_1: N_1 < N_2$. Здесь N_1 и N_2 — это оценки запаса на полигоне, полученные разными способами соответственно. В качестве статистики критерия использовали критерий Стьюдента [Аффифи, Эйзен, 1982]:

$$T = \frac{N_1 - N_2}{s_{12}},$$

$$s_{12} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} \left(\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)}$$

где: s_{12} — общая двухвыборочная ошибка; s_1 и s_2 — ошибки средней для оценок запаса; n_1 и n_2 — количество траловых и ловушечных станций соответственно.

Пороговое значение $T_0(\alpha, \nu)$ вычисляли по таблице распределения t -переменной Стьюдента при заданном уровне значимости α и числе степеней свободы $\nu = n_1 + n_2 - 2$. Результаты расчетов статистик для проверки гипотезы о равенстве оцененных величин запаса показаны в табл. 2.

Таблица 2. Статистики для сравнения оценок запасов, полученных по сетке станций тралами и с помощью модели по промысловым ловушечным данным ($\alpha=0,001$)

Table 2. Comparative statistics of stock assessments estimated using trawl and trap data ($\alpha=0,001$)

№ полигона	Количество станций		Запас, тыс. экз. (т)				Число степеней свободы	Общая двухвыборочная ошибка	Статистика критерия T
	Ловушки	Трал	Промысел/Ловушки		Съемка/Трал				
			Среднее	Ошибка	Среднее	Ошибка			
8	301	42	258,6	1,82	256,4	53,24	341	3,054	0,735
9	74	11	294,4	5,83	315,6	12,90	83	2,283	-9,284
11	121	12	156,3	2,73	167,3	72,43	131	6,401	-1,723
16	232	16	72,9	1,00	7,4	5,12	246	0,412	159,030
18	93	26	24,1	1,19	13,2	2,33	117	0,334	32,577
21	200	22	20,5	1,47	11,2	3,82	220	0,411	22,736
22*	308	6	487,4	3,65	134,5	71,70	312	4,028	87,620
23*	217	26	405,9	25,58	191,9	49,68	241	6,024	35,523
24*	47	7	28,3	0,68	7,3	3,27	52	0,519	40,420

*Обилие показано в единицах биомассы.

Из полученных значений статистики T следует, что нулевая гипотеза при указанном уровне значимости принимается только для полигонов № 8 и 11 (табл. 2). Для краба-стригуна опилио (полигоны № 8, 9, 11) соотношение оценок запаса, полученных по промысловым ловушечным данным с помощью модели и аналогичных оценок, определенных по стандартной сетке с помощью тралов, было близко к единице и составило 1,01, 0,93 и 0,93 соответственно. Для остальных полигонов принимается альтернативная гипотеза о превышении указанных оценок. В среднем данное превышение составило $3,85 \pm 1,255$. Максимальное превышение было установлено для полигона № 16 и достигло значения 9,85. Таким образом, анализ показал, что для 6 полигонов из 9 траловые съемки по стандартной сетке станций занижают оценку запаса почти в четыре раза по сравнению с аналогич-

ными оценками модели ОМЛ ФК, полученными на основе промысловой ловушечной статистики. Если учесть, что при расчетах запаса по данным траловой съемки в этой статье использовали среднюю плотность, то найденное превышение оценок станет еще заметней. Например, на полигонах № 16, 18 и 21 оценки запаса по данным траловых съемок, полученные в программе Surfer[®] с применением интерполяции уловов с последующим интегрированием, составили 1,7, 11,1 и 2,0 тыс. экз. при пересчете на площадь полигонов с площадью 4508, 3813 и 4802 км² соответственно. Другой результат состоит в том, что установлено систематическое (для всех 9 полигонов) превышение ошибок средней для оценок запаса, полученных по стандартной сетке с помощью тралов, над аналогичными оценками, определенными с помощью модели по промысловым ловушечным данным (табл. 2). Ошибка оценки запаса для учетной съемки была равна $34,8 \pm 6,68\%$, тогда как в случае расчетов по промысловым данным она составила $3,0 \pm 0,82\%$. Кратность указанного превышения варьировала от 1,94 до 29,25 при среднем значении $10,45 \pm 3,784$. Максимальное превышение, достигшее значений 29,25 и 26,53 соответственно, было отмечено для полигонов № 8 и 11. Минимальные превышения в 1,96 и 1,94 раза были на полигонах № 18 и 23.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как известно, беспозвоночные предпочитают на различных стадиях жизненного цикла собираться в плотные стада, формируя тем самым в пространстве пятнистую структуру. При низкой численности этот вид животных образует достаточно редкие локализованные скопления. Как следствие в таких условиях учет промысловых беспозвоночных с помощью траловых съемок по запланированной сетке станций не позволяет достоверно оценивать действительный запас. Иллюстрацией этого тезиса служат приведенные выше рисунки 1-4, на которых показаны сетки траловых станций и позиции ловушечных порядков при проведении контрольного лова. Можно видеть, что порядки сконцентрированы в пятнах, размеры которых, как правило, существенно меньше шага сетки станций учетных тралений. Поскольку промысел сосредотачивается в окрестностях достаточно плотных скоплений, можно полагать с большой долей уверенности, что съемочная сетка слишком редкая для того, чтобы быть репрезентативной. Особенно это заметно на полигоне № 23, где облавливаемые скопления образуют в пространстве несколько хорошо выраженных пятен (рис. 2).

Основной вопрос, на который мы хотели ответить в нашем исследовании, состоит в следующем: при выраженном пятнистом распределении животных какой способ облова будет точнее — по заданной сетке станций с помощью трала или же ловушками в промысловом режиме. К сожалению, из-за несовпадения сроков промысла и учетной съемки по каждому из полигонов наши результаты не могут восприниматься однозначно и доказательно. Тем не менее, на полигонах № 8, 9, 22, 23, где смещение сроков не превышало 3–4 мес., сравнение оценок запаса по учетным и промысловым данным, на наш взгляд, было достаточно корректным. Маловероятно, чтобы за такой период изменение в величине запаса, обусловленное естественными причинами, было большим. Как было показано выше, на полигонах № 8 и 9 оценки были достаточно близки. Однако для полигонов № 22, 23 расчеты на основе промысловой статистики дали запас, более чем вдвое превышающий оценку по данным траловой съемки. На оставшихся полигонах также было установлено заметное — в среднем примерно в четыре раза — превышение оценок запаса по данным промысловой статистики при меньшей на порядок их погрешности. Можно говорить о том, что определенность оценок запаса на основе данных, полученных ловушками в промысловом режиме, заметно выше, чем по сетке траловых станций. Какую-либо закономерность в связи полученных оценок, с одной стороны, и пространственным распределением и числом учетных

тралений и промысловых порядков в пределах полигона и его окрестностях, с другой, из рассмотрения рисунков нам обнаружить не удалось.

В связи с более высокой вариабельностью оценок запаса по данным траловой съемки можно отметить два момента. Во-первых, вариабельность уловов при использовании ловушек, как правило, заметно меньше, чем для тралов. Одна из причин этого заключается в биологической обусловленности облавливающего действия ловушек, поскольку они являются орудиями приманивающими. Во-вторых, уловы при работе в промысловом режиме концентрируются на наиболее плотных скоплениях и поэтому варьируют меньше, чем если бы они располагались по заданной сетке станций, особенно по равномерной. Следовательно, ошибка будет меньше при использовании промысловой ловушечной статистики, чем при тралениях по сетке станций. Если не учитывать возможные изменения в пространственном распределении животных, особенно в случае с выраженной пятнистой структурой, применяя стандартную сетку из года в год, то в итоге, на наш взгляд, в оценках запаса возникнут весьма существенные ошибки.

Кроме трудностей оценки запасов, находящихся на низком уровне, существуют и другие проблемы при использовании тралов в качестве орудий учета. Прежде всего следует отметить, что информацию о состоянии и величине запаса целесообразно собирать с помощью тех же орудий лова, которые используются при промысле [Иванов, 1994, 1994а]. К сожалению, природа селективности ловушек до сих пор изучена слабо. Известно, что ловушка как средство отбора обладает биологической селективностью, выражающейся, в частности, в отборе более крупных особей. Это в ряде случаев делает ее эффективным орудием коммерческого промысла [Miller, 1990; Иванов, 1999]. Возможность специфической селективности для некоторых видов крабов дает резонный повод усомниться в репрезентативности ловушечных выборок для оценки пополнения [Иванов, 1999]. Можно предполагать, что тралы как активные орудия облова в меньшей степени реагируют на различия в биологическом состоянии особей. Действительно, в донных тралах наблюдаются маломерные особи беспозвоночных, которые значительно реже присутствуют в ловушках. Установлено, что достоверные различия в размерном составе ловушек и тралов для облавливаемой части популяции могут и отсутствовать [Blackburn et al., 1989]. С другой стороны, у тралов возникает не свойственный ловушкам тип избирательности, который сильно зависит от рельефа дна и типа грунта, поскольку донные животные имеют возможность укрываться от активных орудий лова [Переладов, 1999]. Наконец, далеко не все участки дна, где обитают промысловые беспозвоночные, доступны для тралений.

Таким образом, для оценки запасов беспозвоночных в общем целесообразно применять и ловушки в промысловом режиме. Для выполнения соответствующих расчетов в этом случае хорошо подходит известный метод полигонов. В основе метода лежит принцип истощения запаса или его части на ограниченном участке и определение обилия по данным о производительности промысла. Однако названный метод в оригинальном виде нуждался в усовершенствовании, позволяющем учитывать возможную миграцию через границы полигона. Попытка снять указанное ограничение привела нас к построению модели ОМЛ ФК и разработке соответствующего компьютерного программного обеспечения. Важнейшим усовершенствованием оригинальной модели Лесли в данном случае стало применение ФК, который способен анализировать структурированные ряды [Kalman, 1960; Harvey, 1989]. Это означало, что связанные между собой процессы в популяции, такие, например, как истощение запаса и миграционные потоки, могут анализироваться отдельно и, следовательно, оцениваться. Другое достоинство ФК в отличие от регрессионного анализа, использованного в классической модели Лесли, заключается в том, что он учитывает ошибку измерения. Это позволяет исключить соответствующую часть общей неопределенности и тем самым сузить доверительные интервалы оценок запаса. Еще одно существенное преимуще-

щество ФК состоит в его рекурсивности, что дает возможность быстро обновлять оценки за счет только текущего измерения, не вовлекая всякий раз в расчеты весь накопленный предшествующий ряд. В итоге рекурсивность данного фильтра позволяет производить расчеты намного быстрее и даже в режиме реального времени. Наконец, в случае оригинальной модели Лесли определяется оценка запаса только на начало лова, тогда как в модели ОМЛ ФК — это ряд значений через заданный интервал времени (рис. 5).

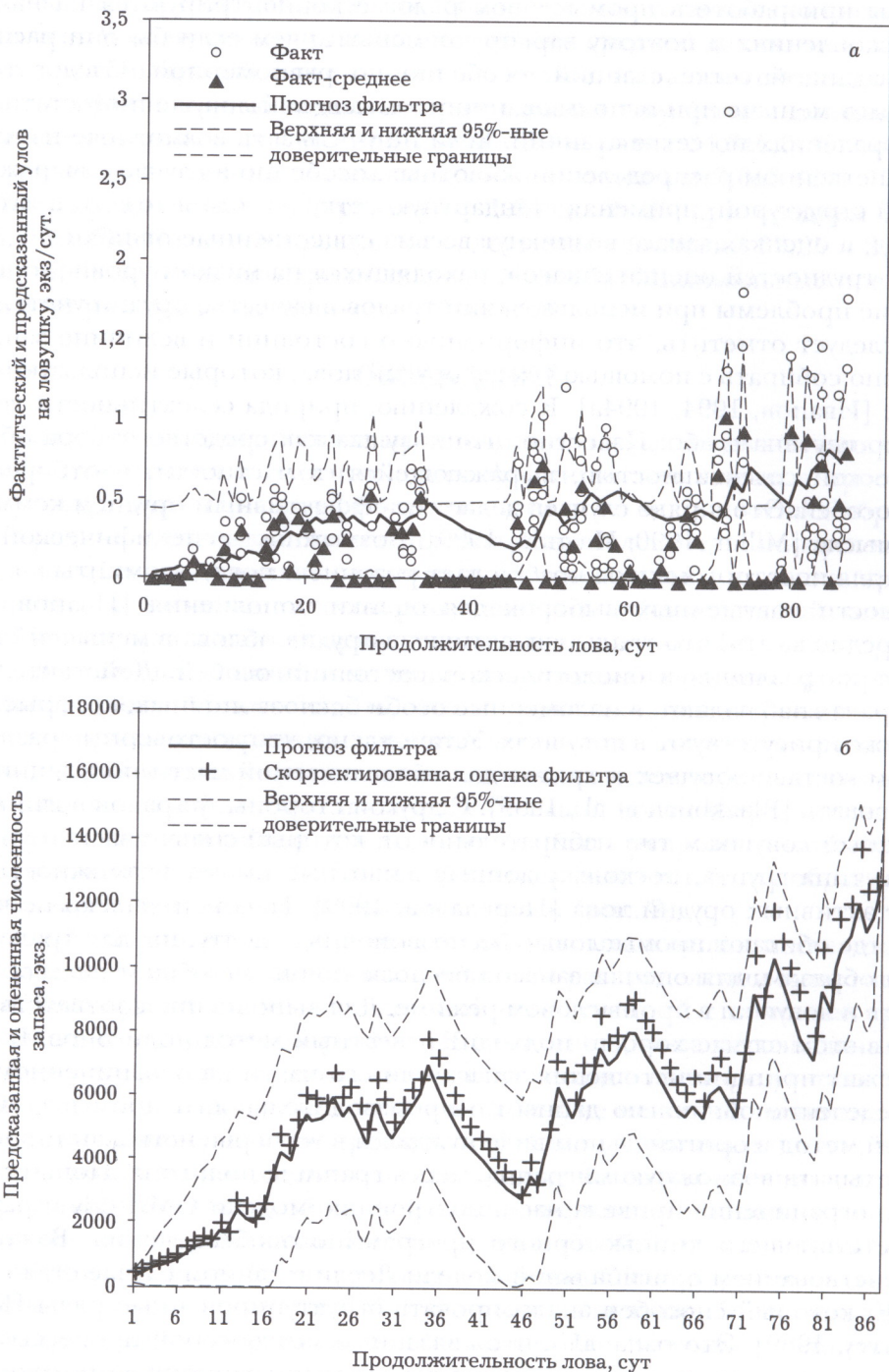


Рис. 5. Прогнозируемые ряды среднесуточных стандартизированных уловов на ловушку на фоне фактических значений (а); прогнозируемые и скорректированные ряды запаса (б); по результатам работы модели ОМЛ ФК для полигона № 21

Figure 5. Forecasted series of average daily standardized catches per trap against the actual values (a); forecasted and corrected series of stock abundance (b); from the ОМЛ ФК model for the polygon № 21

Далее приведены результаты применения модели ОМЛ ФК к данным на рассматриваемых полигонах (табл. 3).

Таблица 3. Составляющие баланса промыслового запаса в пределах полигонов по оценкам модели ОМЛ ФК, тыс. экз. т

Table 3. Components of fishery stock balance within the polygons from the ОМЛ ФК model, thousand ind. (t)

№ полигона	Запас					Вылов	Мигранты
	Начальный	Конечный	Минимальный	Максимальный	Среднее ± ошибка		
8	258,645	53,845	53,845	258,700	142,987±1,818	203,885	0,915**
9	279,053	121,098	121,098	284,562	193,335±5,827	173,306	+15,351
11	156,269	47,414	47,414	155,239	66,895±2,726	101,140	-7,716
16	72,903	33,705	33,705	71,570	48,762±1,001	36,397	-2,801
18	0,151	13,111	0,773	15,055	8,816±1,188	10,977	+23,937
21	0,333	12,834	0,444	13,782	6,052±1,469	7,707	+20,207
22*	454,944	448,073	448,073	487,446	470,117±3,65	25,615	-13,321
23*	247,007	143,664	143,664	405,891	306,321±25,581	4,662	-98,682
24*	28,289	18,180	18,180	28,388	23,126±0,680	9,146	0,963**

*Обилие показано в единицах биомассы.

**Обилие мигрантов достоверно от нуля не отличается.

Примечание: «-» — эмиграция; «+» — иммиграция.

Из рис. 5 и табл. 3 следует, что оперировать средними значениями для оценки запаса не целесообразно, так как они не дают представления о реальной динамике и состоянии. Необходимо рассматривать оценки обилия, определенные на различные моменты времени, в совокупности и выбирать из них те, которые в большей степени соответствуют поставленным целям. Например, в случае иммиграции общий запас следует определять, складывая начальное значение и количество прибывших мигрантов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В завершение резюмируем, что метод полигонов с применением ловушек может и должен использоваться как альтернатива или дополнение к траловым учетным съемкам в отношении промысловых беспозвоночных, особенно в период их низкой численности. Данный тезис базируется на результатах нашего анализа. Суть их в том, что оценки запаса, полученные с помощью расчетов на основе промысловой ловушечной статистики, достоверно, в соответствии с критерием Стьюдента, многократно превышают аналогичные оценки, определенные по данным сетки учетных тралений для большинства полигонов, или близки к ним. При этом вариабельность оценок в случае использования данных, собранных в промысловом режиме, на порядок меньше. Хотя полученные результаты не имеют пока доказательной силы, нельзя не принимать их во внимание.

Таким образом, наиболее разумной стратегией прямого учета промысловых беспозвоночных, по крайней мере на ближайшее будущее, нам представляется сочетание донной траловой съемки и серий ловушечных полигонов. При этом съемка может выполняться один раз в несколько лет и ее предназначение должно заключаться, в первую очередь, в широком охвате участков шельфа и выясне-

нии существенных многолетних изменений в пространственном распределении животных. С другой стороны, основная цель работ на ловушечных полигонах, проводимых ежегодно, а быть может, и чаще, должна состоять в более точном определении величин промыслового запаса на заданный сезон года.

ЛИТЕРАТУРА

- Афифи А., Эйзен С.** 1982. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир. 488 с.
- Иванов Б.Г.** 1994а. Промысловая гидробиология России: наследие, проблемы, перспективы // Рыбное хозяйство. № 5. С. 43–47.
- Иванов Б.Г.** 1994б. Промысловая гидробиология России: наследие, проблемы, перспективы // Рыбное хозяйство. № 6. С. 30–34.
- Иванов Б.Г.** 1999. Крабы-стригуны (*Chionoecetes* spp.) в дальневосточных морях: что дают ловушечные съемки? // Тезисы докладов «Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки», Петропавловск-Камчатский, 10–12 июня 1999 г. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. С. 55–56.
- Михеев А.А.** 2001. Определение промысловых параметров крабовых ловушек с помощью математической модели «хищник-приманка» // Вопросы рыболовства. Т. 2. № 3. С. 518–541.
- Михеев А.А.** 2002. Проблемы прямого учёта промысловых донных беспозвоночных // Вопросы рыболовства. Т. 3. № 1. С. 137–148.
- Михеев А.А.** 2002а. Уловистость и зона облова ловушки: теория и эксперимент // Вопросы рыболовства. Т. 3. № 3. С. 486–501.
- Михеев А.А., Клитин А.К.** 2000. Зависимость уловов на ловушку крабов *Paralithodes* spp. от типа ловушки, продолжительности застоя и числа ловушек в порядке // Вопросы рыболовства. Т. 1. № 2:3. ч. II. С. 56–59.
- Михеев А.А., Клитин А.К.** 2002. Оптимальные промысловые усилия для камчатского и синего крабов // Рыбное хозяйство. № 5. С. 32–36.
- Михеев А.А., Букин С.Д., Первеева Е.Р., Живоглядова Л.А., Крутченко А.А., Смирнов И.П.** 2007. Анализ зависимости уловов на ловушку от продолжительности застоя для ряда промысловых беспозвоночных Сахалино-Курильского района // Труды СахНИРО. Т. 9. С. 83–112.
- Михеев А.А., Букин С.Д., Первеева Е.Р., Живоглядова Л.А., Крутченко А.А., Смирнов И.П.** В печати. Оценка запасов промысловых беспозвоночных в Сахалино-Курильском районе на основе анализа временных рядов уловов с применением фильтра Калмана // Известия ТИНРО.
- Переладов М.В.** 1999. Некоторые аспекты поведения волосатого краба в естественных условиях и в районе размещения орудий лова // Прибрежные гидробиологические исследования: Сборник научных трудов. М.: Изд-во ВНИРО. С. 155–162.
- Blackborn J., Johnson A.B., Schmidt D.** 1989. A comparison of trawl and pot surveys of red king crab populations (*Paralithodes camtschatica*) near Kodiak, Alaska // Proc. Int. Symp. King & Tanner Crabs, Nov. 28–30, 1989. Anchorage, Alaska. AK-SG-90-04. P. 517–531.
- Harvey A.** 1989. Forecasting, structural time series models and the Kalman filter. New York: Cambridge Univ. Press. 554 p.
- Kalman R.E.** 1960. A new approach to linear filtering and prediction problems. J. Basic Eng. V. 82. P. 34–45.
- Miller R.G.** 1990. Effectiveness of crab and lobster traps Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 47. P. 1228–1251.