УДК 573.22.087.1.001.57

ЗАПАСЫ КОЛЮЧЕГО КРАБА (*PARALITHODES BREVIPES*) НА ВОСТОЧНОМ ШЕЛЬФЕ о. САХАЛИН: ОЦЕНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ПОЛИГОНОВ

А. А. Михеев[1] (alex_mikheyev@sakhniro.ru), **А. А. Крутченко[1], А. И. Пьянов[2]**

[1] **Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск);** [2] **ООО «Союзокеан» (Южно-Курильск)**

Михеев, А. А. Запасы колючего краба (*Paralithodes brevipes*) на восточном шельфе о. Сахалин: оценка с применением метода полигонов [Текст] / **А. А. Михеев, А. А. Крутченко, А. И. Пьянов** // Ресурсы колючего краба, перспективы использования и условия обитания в Охотском море : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2010. – Т. 11. – С. 49–61.

В связи с ростом интереса к добыче колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин со стороны промышленности выполнены расчеты запаса с применением метода полигонов. В основе метода лежит обобщенная модель Лесли с фильтром Калмана. Дано краткое описание модели.

По результатам моделирования существующие оценки запаса были увеличены до 1 800 т, что на 300 т больше прежних оценок. Показано, что полученная оценка запаса является, вероятнее всего, его нижней границей. Имеются основания считать, что действительный запас значительно выше. Сделан вывод о целесообразности использования в отношении данного запаса активной адаптивной стратегии управления. Это позволило бы установить предельные и оптимальные ориентиры для последующей эксплуатации запаса. Предложено реализовать указанную стратегию с помощью перевода промысла в режим возможного вылова с предельным изъятием в 400 т.

Табл. – 3, ил. – 6, библиогр. – 6.

Mikheyev, A. A. Hanasaki crab (*Paralithodes brevipes*) stocks on the eastern shelf of Sakhalin Island: assessment with the polygon's method [Text] / **A. A. Mikheyev, A. A. Krutchenko, A. I. Pyanov** // Stock abundance, habitat condition, and fishery prospects of Hanasaki crab (*Paralithodes brevipes*) in the Sea of Okhotsk : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2010. – Vol. 11. – P. 49–61.

Because of increasing in industry interest to the Hanasaki crab capture on the eastern shelf of Sakhalin Island, the polygon's method was used for stock calculations. It is based on the generalized Leslie's model with the Kalman fi lter. There is given a short model description. By the results of modeling, the existing stock assessments were increased up to 1 800 t, that is 300 t greater than the former ones. The obtained estimate of stock abundance is shown to be as its lower boundary. The real stock is supposed to be considerably higher. It is concluded that an active adaptive strategy of management is expedient in respect to Hanasaki stock abundance. This could establish the limit and optimum points for stock exploitation. The specified strategy is suggested to be realized by transferring fishery to the possible catch regime with a limit harvest of 400 t.

Tabl. – 3, fig. – 6, ref. – 6.

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, колючий краб *P. brevipes* (Milne-Edwards et Lucas, 1841) – широко распространенный, тихоокеанский бореальный вид, обитающий в прибрежье почти всех дальневосточных морей (Abe, 1992). В России этот вид является объектом преимущественно любительского лова. Добыча колючего краба ведется вдоль берегов Приморья, у южного и восточного Сахалина, у восточного Хоккайдо, на шельфе Курильских островов, в Тауйской губе на севере Охотского моря (Слизкин, 2006).

В последние годы к колючему крабу восточного шельфа о. Сахалин проявляют интерес и сахалинские рыбопромышленники. Они готовы поделиться с наукой самыми свежими данными о производительности своего промысла, чтобы оценить текущее состояние указанных биоресурсов и перспективы их эксплуатации (см. ст. А. И. Пьянова в наст. сб.). В этой статье исследуются локальные запасы колючего краба, приуроченные к участкам, расположенным от м. Анива до м. Беллинсгаузена в диапазоне координат 46°00'–50°15' с. ш.

До настоящего времени рассматриваемые запасы оценивали на основе ловушечных данных, собранных при проведении контрольного лова в период 1995–2002 гг. и научно-исследовательских работ в 2005 и 2006 гг. В основу расчета запасов было положено простое умножение средней плотности на стандартную площадь местообитания. Например, площадь, занимаемая группировкой у п-ова Терпения, принималась равной 185,82 кв. км. Плотность скоплений вычисляли делением улова на площадь облова порядка 72 283 кв. м. Это значение было заимствовано из статьи С. А. Низяева и С. Д. Букина (2001) без какого-либо обоснования *ad hoc*, что, очевидно, является главным недостатком такого способа расчета. Не вызывает сомнений, что указанный способ должен повлечь за собой ошибки. В данной связи целесообразно применить другой – более точный – подход к оценке запасов.

Цель нашей работы состояла в том, чтобы оценить текущее состояние рассматриваемого биоресурса и сделать ревизию оценок прошлых лет последнего десятилетия с помощью метода полигонов, используя данные о производительности промысла.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве материала для исследования были использованы все имеющиеся данные об уловах колючего краба, полученные на восточном шельфе о. Сахалин за последнее десятилетие. В указанные данные вошла стандартная статистика, собранная наблюдателями при проведении в 2001, 2005 и 2006 гг. научного и в 2010 г. промышленного лова. Работы выполнялись преимущественно летом. Лов велся стандартными японскими ловушками. Полигоны, выделенные на основе точек постановок порядков (станций), представлены на **рисунке 1.** Для каждого полигона указано количество расположенных в нем станций.

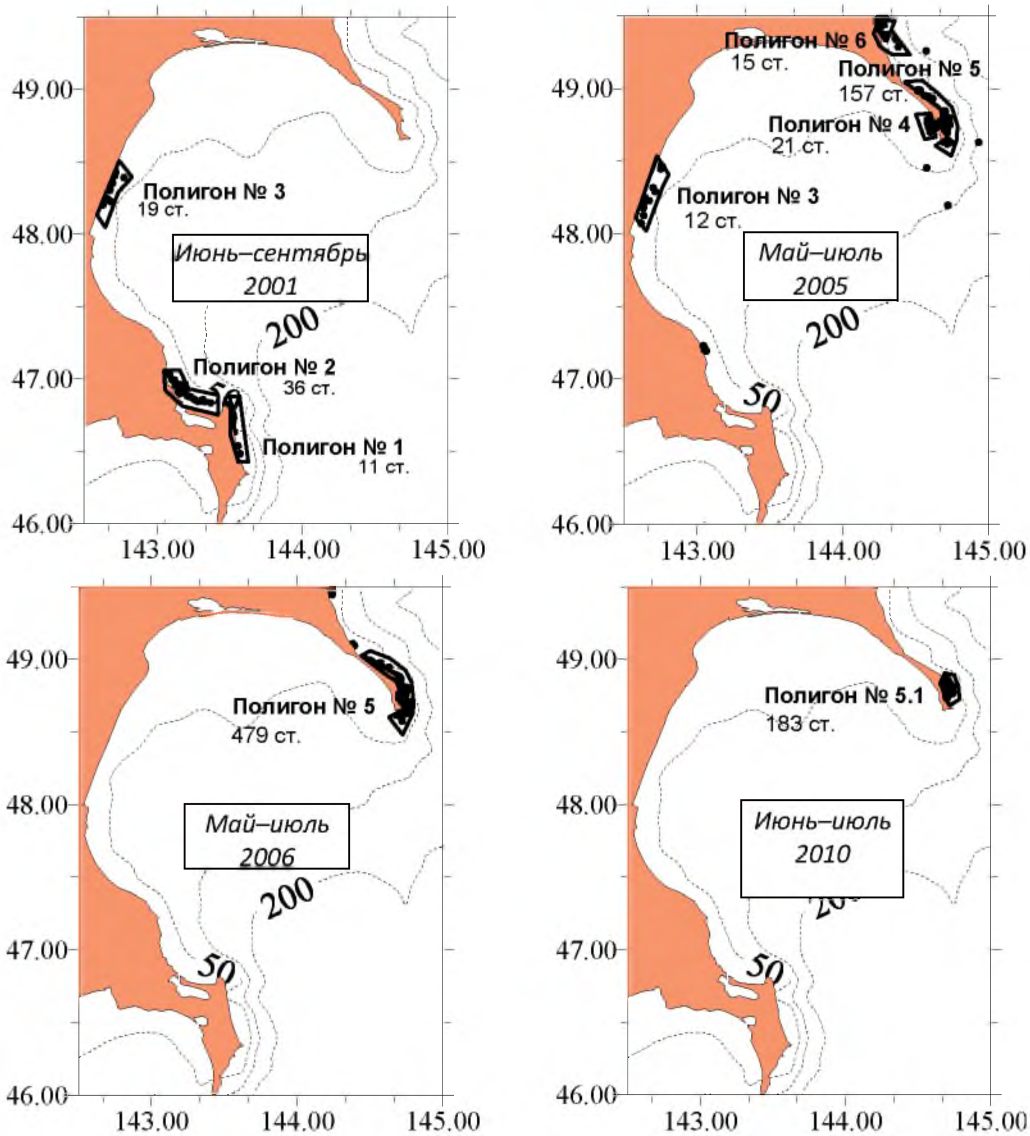

Рис. 1. *Схема расположения ловушечных порядков при проведении научного и промышленного лова колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин за ряд лет в период 2001–2010 гг. и выделенные полигоны*

Fig. 1. *Location of pot arrays for scientific and commercial catches of Hanasaki crab on the eastern shelf of Sakhalin Island for the period of 2001–2010, and chosen polygons*

Исходные данные, упорядоченные по станциям, состояли из: уловов на ловушку; суммарных уловов с порядка; времени в сутках лова, прошедшего с начала работ до взятия улова; времени, затраченного на застой. Уловы от продолжительности застоя практически не зависели, поэтому не были стандартизированы, а рассматривались как суточные.

Запас оценивали с помощью метода полигонов на основе обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана (ОМЛ ФК), реализованной в виде одноименной компьютерной программы (Михеев, Михеев, 2007).

Уравнения модели следующим образом описывают динамику запаса N_t и результирующего вклада неучтенных факторов m_t во времени t с шагом в одни сутки:

$$N_{t+1} = N_t - C_t + m_t + \varepsilon_{N_t}, \tag{1}$$

$$m_{t+1} = am_t + \varepsilon_{m_t}, \tag{2}$$

а также процесс измерения индекса запаса через улов на ловушку y_t:

$$y_t = qN_t + \varepsilon_{y_t}, \tag{3}$$

где C_t – суммарный суточный улов в момент времени t; a – коэффициент прироста величины m_t; q – коэффициент улавливаемости (доля запаса, изымаемого одной ловушкой за сутки); ε_{N_t}, ε_{m_t}, ε_{y_t} – нормально распределенные случайные величины с нулевым средним и дисперсиями σ_N^2, σ_m^2 и σ_y^2 соответственно. Здесь σ_y – это параметр модели, характеризующий погрешность измерений индекса запаса уловом на ловушку.

Общий запас определяли как максимальное значение запаса за период времени T+1, где T – длительность работ на полигоне в сутках. Прогнозируемый на момент времени T+1 остаток запаса N_{T+1}^+ для рассматриваемой модели задается балансовым уравнением (Михеев и др., в печати):

$$N_{T+1}^+ = N_1 - U + M + L, \tag{4}$$

где N_1 – скорректированная оценка запаса на первые сутки лова; $U = \sum_{t=1}^{T} C_t$ – общий вылов за время проведения работ; M – результирующий вклад миграций и неучтенного изъятия в изменение запаса за период лова; L – поправка фильтра на неадекватность модели, определенная с учетом фактических данных, вычисляется через параметры модели (см. Михеев и др., в печати) и выводится в таблице результатов компьютерной программы ОМЛ ФК.

Чтобы установить, как на оценку запаса влияют модель и фактические данные, вычисляли статистические веса w_t (Михеев и др., в печати):

$$w_t = \frac{\sigma_y^2}{D_t}, \tag{5}$$

где D_t – дисперсия обновляющего процесса, рассчитывается через параметры модели и выводится в таблице результатов программы ОМЛ ФК.

Тогда скорректированная оценка индекса запаса находится как средневзвешенное значение между прогнозом этого индекса y_t^+ и фактическим уловом на ловушку y_t по формуле:

$$\hat{y}_t = w_t y_t^+ + (1 - w_t) y_t. \tag{6}$$

В итоге оценка запаса на любой момент времени t в период лова будет определяться как результат деления величины $\hat{y}_t$ на коэффициент q.

Для нахождения наилучших значений параметров модели была использована целевая функция усеченного отрицательного правдоподобия (Михеев и др., в печати). Минимизация целевой функции производилась с применением гибридного метода, сочетающего традиционные градиентные методы оптимизации с эволюционным стохастическим поиском, известным как генетический алгоритм (Михеев, Михеев, 2007).

Процедура оптимизации модели по параметрам является составной частью компьютерной программы ОМЛ ФК.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ динамики фактического улова на ловушку в процессе лова, показанной на **рисунках 2** и **3**, вынуждает сделать вывод о слабой пригодности большей части имеющихся данных для их обработки методом полигонов. Из указанных рисунков видно, что порядков либо выставлялось мало, либо подавляющее их количество концентрировалось в узком интервале времени, за которым следовал длительный застой. Тем не менее для всех полигонов динамика индекса запаса формально была смоделирована, где формализм заключался в достижении наилучшего по среднеквадратичному отклонению соответствия между моделируемыми и фактическими рядами. Более того, для каждого из анализируемых лет имелось по одному полигону с достаточно хорошими исходными данными. Среди них – полигон № 2, выполненный в 2001 г., полигон № 5, выполненный в 2005 и 2006 гг., и полигон № 5.1, выполненный в 2010 г.

Оптимальные оценки параметров модели ОМЛ ФК представлены в **таблице 1.** Отметим, что в большинстве случаев модель адекватно описывала процесс лова при проведении работ в пределах выделенных полигонов. Это следует из близости соответствующих статистических весов w_t к единице (см. формулы (5) и (6)).

Как известно, коэффициент улавливаемости q – важная промысловая характеристика. Он переводит индексы запаса, выраженные через улов на ловушку, в абсолютные значения. Тем самым представляет интерес определить указанный коэффициент в среднем для рассматриваемого запаса. Согласно результатам моделирования, средневзвешенное значение q по полигонам, где весами служили соответствующие количества станций (см. табл. 1), равно 1,47±0,063 ($\times 10^{-5}$). С позиций данной оценки величина q для самого южного полигона № 1, вероятнее всего, будет ошибочной на порядок. Это не удивительно, учитывая, что количество станций на указанном полигоне было минимальное, а число точек исходных данных для фильтрации после приведения ряда к суточной временной шкале сократилось до трех (см. рис. 2).

В **таблице 2** приведены оценки запаса на исследуемых полигонах с учетом вкладов неучтенных факторов и поправок на модель. Следует отметить, что только в одном случае, а именно – для полигона № 5 в 2006 г., когда было выполнено максимальное число станций, влияние фактических данных на результат моделирования оказалось значимым, и поправка в модель при коррекции оценок заметно отличалась от нуля. Об этом свидетельствует и соответствующий статистический вес (см. табл. 1). В остальных рассматриваемых случаях модель достаточно полно описывала фактический ряд уловов, и соответствующие поправки в скорректированные оценки запаса практически были равны нулю. Следует отметить для полигона № 3 в 2001 г. прогноз запаса на момент времени T+1, выходящий за обеспеченный наблюдениями период (см. табл. 2). Он был построен всего по двум точкам, задающим для индекса запаса убывающий тренд с большим наклоном (см. рис. 2). Отрицательное значение в данном случае является лишенным смысла и должно быть проигнорировано. Однако запас на указанном полигоне в период работ был оценен корректно – с поправкой на фактические данные.

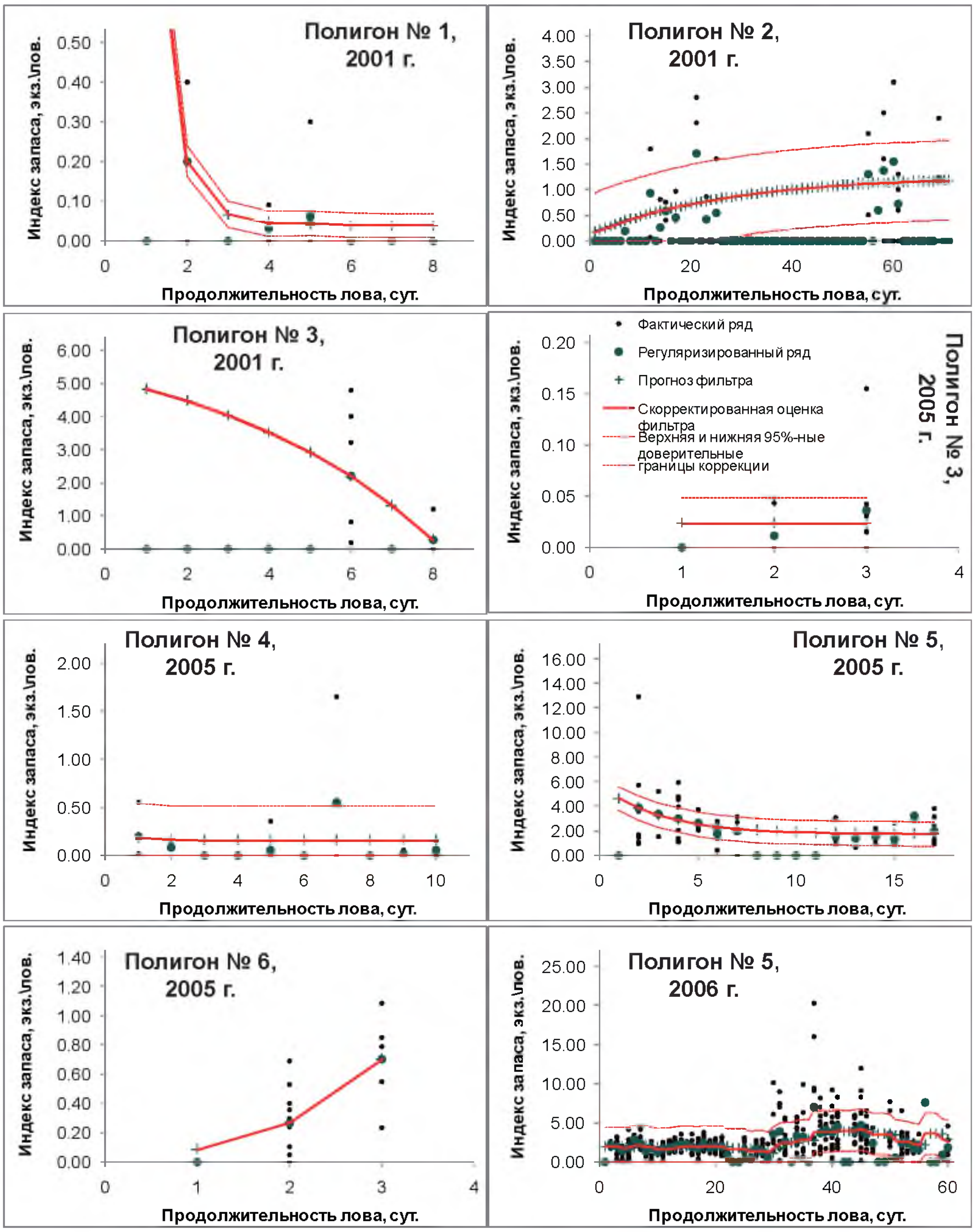

Рис. 2. *Результаты моделирования динамики лова колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин на выделенных полигонах за ряд лет в период 2001–2006 гг.*

Fig. 2. *Results of modeling of Hanasaki crab catch dynamics on the eastern shelf of Sakhalin Island (chosen polygons) for some years during 2001–2006*

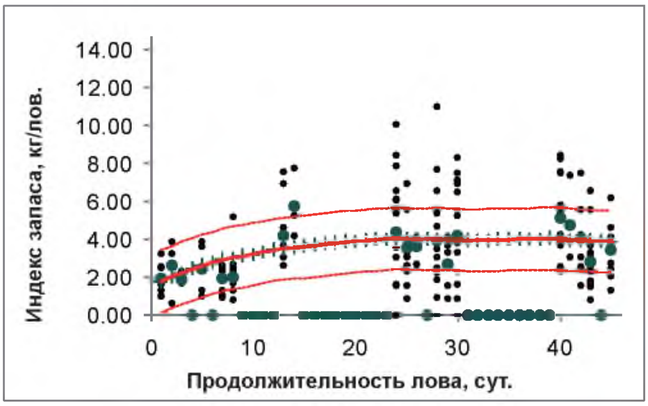

Рис. 3. *Результаты моделирования динамики лова колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин летом 2010 г. (полигон № 5.1). Легенду см. рис. 2.*

Fig. 3. *Results of modeling of Hanasaki crab catch dynamics on the eastern shelf of Sakhalin Island in summer 2010 (polygon No. 5.1). See the legend in fig. 2.*

Таблица 1

Оценки параметров модели ОМЛ ФК согласно выделенным полигонам

Table 1

Assessments of parameters of the generalized Leslie's model with Kalman filter for chosen polygons

Полигон №	Год	Станций	Параметры							w_t
			a	$q^{\times}10^5$	N_0	m_0	σ_N	σ_m	σ_y	
1	2001	11	0,146758	18,000	39535,72	–33509,4	$6{,}66^{\times}10^{-11}$	$1{,}13^{\times}10^{-5}$	0,014114	0,86
2		36	0,964695	0,763	15824,66	5345,127	9,027916	1,052191	0,394595	1
3		19	1,246720	1,300	364365,4	–17548,1	0,00298	$2{,}98^{\times}10^{-5}$	$2{,}98^{\times}10^{-6}$	0
3	2005	12	0,002438	0,763	$3{,}93^{\times}10^{-6}$	3044,717	0,02726	$8{,}45^{\times}10^{-6}$	0,01258	1
4		21	0,143870	0,763	47665,74	–23695	$3{,}72^{\times}10^{-11}$	0,000431	0,183509	1
5		157	0,724497	2,290	247255,9	–45704,4	0,17006	$8{,}72^{\times}10^{-10}$	0,505653	1
6		15	2,402852	0,750	872,0916	10123,31	0,010634	0,09865	$1{,}01^{\times}10^{-10}$	0
5	2006	479	0,012658	0,734	243817,5	20600,82	48134,76	995,4254	1,156926	0,74
5.1	2010	183	0,914255	2,020	73789,03	13244,84	$9{,}89^{\times}10^{-6}$	0,063717	0,838775	1

Таблица 2

Оценки характеристик локальных запасов колючего краба согласно выделенным полигонам по результатам моделирования

Table 2

Assessments of characteristics of the local Hanasaki crab stocks for chosen polygons by the results of modeling

Полигон №	Год	Характеристики запаса, тыс. экз./т						Динамические факторы, тыс. экз./т			Общий запас	
		N_1	N^+_{T+1}	$N_{мин.}$	$N_{макс.}$	$N_{ср.}$	ошибка среднего	вылов, U	неучтенные факторы, M	поправка модели, L	тыс. экз.	т
1	2001	6,0	0,2	0,2	6,0	1,1	0,72	0,049	–5,8	0	6,0	10,2
2	2001	21,2	154,4	21,2	154,0	112,9	4,46	1,443	134,7	0	154,4	262,5
3	2001	346,8	–82,8	19,7	346,8	218,0	40,47	0,706	–428,9	0	346,8	589,6
3	2005	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,003	0,023	0	0	3,0	5,1
4	2005	24,0	19,9	19,9	24,0	20,4	0,40	0,096	–4,0	0	24,0	40,8
5	2005	201,6	74,7	75,3	201,6	102,5	8,96	7,146	–119,7	0	201,6	342,7
6	2005	11,0	233,7	11,0	73,5	46,6	24,5	0,422	223,1	0	233,7	397,3
5	2006	264,4	350,5	159,8	564,5	341,3	15,49	85,546	0,3	171,4	564,5	959,8
5.1*	2010	87,0	190,1	87,0	199,8	177,3	4,48	35,663	138,7	0	117,5	199,8

** Величины в данной строке, если не оговорено обратное, приведены в единицах биомассы.*

** Values in this line, if reverse is not specified, are given as biomass units.*

Если суммировать запас по годам, то получаются следующие величины: в 2001 г. – это 862,3 т для полигонов № 1–3; в 2005 г. – 785,9 т для полигонов № 3–6; в 2006 г. – 959,8 т для полигона № 5; в 2010 г. – 199,8 т для полигона № 5.1. Последний полигон, как видно из рисунка 1, является частью полигона № 5 и по площади составляет примерно его четверть. Поэтому можно допустить, что минимальный уровень запаса на полигоне № 5 в 2010 г. был равен примерно 800 т. Эта величина может возрасти по завершении года, когда в обработку поступит вся промысловая статистика.

Общий запас колючего краба на всей обеспеченной наблюдениями части восточного шельфа о. Сахалин, за неимением иных возможностей, можно определить, предположив, по крайней мере, некоторую стабильность локальных запасов по полигонам. Такое предположение уместно, поскольку сверхэксплуатация рассматриваемого запаса в последние годы отсутствует. При выполнении условия стабильности требуемая величина может быть установлена как сумма локальных запасов на полигонах № 1–3, составляющих около 800 т, и на полигонах № 4–6, составляющих еще около 1 000 т. Таким образом, общий запас можно оценить приблизительно на уровне 1 800 т.

Полученная нами оценка общего запаса превышает по крайней мере на 300 т аналогичную величину, используемую в прогнозе на 2011 г. Указанная величина была составлена из 800 т, относящихся к запасу у м. Терпения, куда входят полигоны № 4–6, и 700 т в юго-восточной части шельфа, включающей в себя полигоны № 1–3. Подчеркнем, что наша оценка относится непосредственно к участкам, занимаемым полигонами. Поскольку колючий краб дальних миграций не совершает, то эти участки могут дополнительно включать в себя ближайшую окрестность полигонов шириной порядка нескольких сотен метров. Вместе с тем ненулевые уловы наблюдались, хотя и единично, и далеко за пределами полигонов (см. рис. 1), что позволяет полагать общий запас еще выше полученной нами величины.

В исследуемый нами период времени происходил рост уловов на ловушку, что видно из данных **таблицы 3.** Однако указанный рост, на наш взгляд, обусловлен не повышением обилия популяции, а увеличением облавливаемого запаса за счет расширения района промысла на более богатые крабом участки. На **рисунке 4** представлена динамика официального вылова на фоне установленного допустимого изъятия в период эксплуатации рассматриваемого запаса. Отметим, что в 2007 г. – впервые за последнюю декаду лет – допустимое изъятие было установлено на отметке в 120 т вместо ставших уже традиционными 70 т. При подготовке прогноза на 2008 г. его автором отмечено, что такое увеличение обосновано вовлечением в 2005 и 2006 гг. нового района лова в окрестности м. Терпения (см. рис. 1). На **рисунке 5** показано, что рост уловов на ловушку в последние годы непосредственно связан с полигоном № 5, т. е. с названным районом.

Таблица 3

Динамика средневзвешенных уловов колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин в исследуемые годы

Table 3

Dynamics of average-weighted catches of Hanasaki crab on the eastern shelf of Sakhalin Island in the years of study

Годы	2001	2005	2006	2010
Средний улов, экз./лов.	0,68	1,50	2,48	2,13
Ошибка среднего, экз./лов.	0,057	0,050	0,096	0,101
Количество данных	66	205	479	183

Примечание: *в качестве весов использованы количества станций на полигонах.*
Note: *numbers of stations at polygons are used as weights.*

О том, что запас у восточного побережья п-ова Терпения значительно превышает запасы в юго-восточной части шельфа, свидетельствуют не только прямые оценки, полученные с помощью модели. О том же говорит и зависимость между средним уловом на ловушку и числом промысловых операций по полигонам, отраженная на **рисунке 6.** Количество выставленных порядков и продолжительность работ прямо растут с обилием локального запаса. Те участки, где краба больше, и облавливаются интенсивнее и дольше. Однако экспансия добычи имеет естественные ограничения, обусловленные локальностью запасов, по-видимому, присущих колючему крабу. С этим может быть связана выраженная нелинейность в рассматриваемой зависимости, образующая «потолок» роста (см. рис. 6).

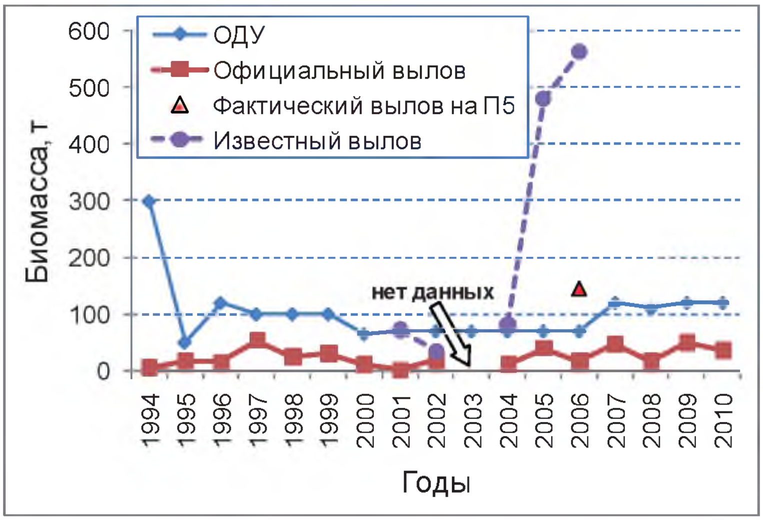

Рис. 4. *Динамика ОДУ, официального и известного вылова в период эксплуатации колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин (1994–2010 гг.). Известный вылов построен нами как сумма официального вылова и нелегального вылова по данным А. И. Пьянова (см. ст. А. И. Пьянова в наст. сб.)*

Fig. 4. *Dynamics of total allowable catch (TAC), legal and known captures during the exploitation period of Hanasaki crab on the eastern shelf of Sakhalin Island (1994–2010). The known capture is constructed as a sum of legal and illegal catches based on the data of A. I. Pyanov (see the paper of A. I. Pyanov in these Proceedings)*

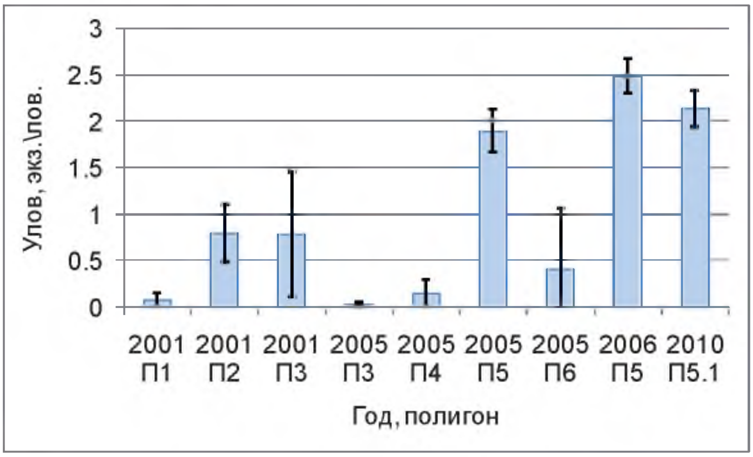

Рис. 5. *Средние уловы колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин по полигонам. Показаны 95%-ные доверительные интервалы*

Fig. 5. *Mean catches of Hanasaki crab on the eastern shelf of Sakhalin Island by polygons. There are shown the 95% confidence intervals*

Истощение запасов в юго-восточной части шельфа, на наш взгляд, стало следствием неконтролируемого промысла во времена, предшествующие исследуемому периоду. До начала 1990-х гг. в данном районе обилие колючего краба было не меньше, чем в настоящее время у п-ова Терпения. Допустимое изъятие устанавливалось тогда на уровне 300 т (см. рис. 4). Вместе с тем официальная статистика по вылову не отражала реальное изъятие, а, точнее, значительно его занижала (см. ст. А. И. Пьянова в наст. сб.). В качестве примеров искажений промысловой отчетности показаны фактический вылов на полигоне № 5 в 2006 г., определенный по материалам наблюдателя, и вылов, установленный по сообщениям из разнообразных источников (см. ст. А. И. Пьянова в наст. сб.) (см. рис. 4). Значение вылова на полигоне № 5 в 2006 г. превышает ОДУ более чем вдвое, а официальный вылов – на порядок. В этой связи можно отметить, что изъятие 150 т на указанном полигоне не повлекло за собой падения уловов на ловушку в последующие годы. Если улов на ловушку рассматривать как индекс запаса, то отсюда следует, что при показанном уровне эксплуатации каких-либо критических изменений в исследуемом запасе не произошло. Тогда напрашивается вывод о том, что существующий ОДУ является заниженным.

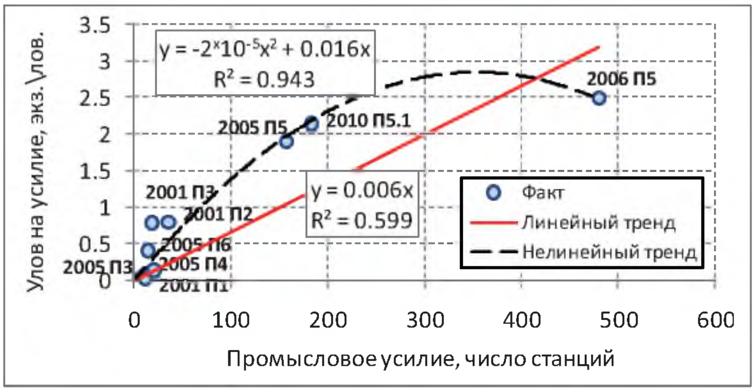

Рис. 6. *Зависимость среднего улова на ловушку от числа выполненных станций по полигонам для колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин*

Fig. 6. *Dependence of mean catch per a pot on the number of performed stations by polygons for Hanasaki crab on the eastern shelf of Sakhalin Island*

Одним из авторов статьи показано, что даже при ежегодном вылове в 400–600 т рассматриваемая нами популяция не переходит в депрессивное состояние (см. ст. А. И. Пьянова в наст. сб.). Однако этот вопрос требует более детального анализа биологических характеристик для уверенной декларации о допустимости указанного изъятия. Вместе с тем все авторы прогноза по колючему крабу, принимавшие участие в его подготовке в последнее десятилетие, подчеркивали стабильность биологического состояния популяции. Свои выводы они базировали на основе исследования индексов запаса, размерного и полового состава, соотношения взрослых особей и молоди. Единственным поводом для сомнения в стабильности состояния запаса может служить фрагментарность выполненных исследований, как по охвату шельфа, так и в многолетнем аспекте, особенно по части непрерывности и регулярности рядов.

Рассматриваемый в данной статье запас можно с полным правом отнести к разряду малоизученных. Для того, чтобы определить, каковы же предельные и целевые ориентиры управления запасом, необходимо варьировать уровни нагрузок на него. Это подразумевает использование принципов активной адаптивной стратегии (Hilborn, Walters, 1992). Названная стратегия и заключается в изучении реакций запаса на изменяющуюся промысловую интенсивность. Необходимым условием использования такой стратегии является регулярный мониторинг за индикаторами состояния запаса: индексом, размерной и половой структурой, плодовитостью, обилием производителей и т. п.

Активная адаптивная стратегия не просто уместна для стабильных запасов, но и становится для них одним из немногочисленных, если не единственным, эффективных инструментов изучения пределов и оптимумов в режиме эксплуатации. Сказанное прямо относится и к исследуемому нами запасу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере анализируемых данных можно сделать важный практический вывод относительно планирования работ на полигонах и, особенно, по части размещения станций и сбора данных об уловах в пространственно-временном аспекте. В частности, представляется, что было бы целесообразно для достоверности оценки запаса по методу полигонов охватывать скопление как можно полнее и выставлять порядки по времени более равномерно. Не группировать их десятками в пределах одних-двух суток, оставляя при этом на застой более чем на неделю. Тем более что для большинства крабов-литодид оптимальный застой ограничен длительностью в 2–3 суток.

Использование принципов активной адаптивной стратегии требует увеличения доли изъятия с традиционных 8% до 15–20%. В этом случае допустимый улов следует на ближайшие годы довести примерно до 300–400 т. В последующем подразумевается ведение на полигонах мониторинга за индексами и биологическим состоянием локальных запасов. Как только наметится ухудшение в наблюдаемых характеристиках (сокращение половозрелой части запаса, отсутствие хорошего пополнения, снижение уловов), доля изъятия должна быть пересмотрена и установлены предельные ориентиры для будущего управления запасом.

По нашему мнению, запас колючего краба на восточном шельфе о. Сахалин допускает изъятие не менее 400–500 т ежегодно без видимого ущерба для популяции. Конечно, указанные цифры еще нуждаются во всесторонней проверке, прежде чем могут быть рекомендованы промышленности к использованию. Однако при существующих правилах рыболовства и федеральном законодательстве в сфере регулирования промысла морских биоресурсов для колючего краба восточного шельфа о. Сахалин возникает коллизия между такими видами рыболовства, как промышленное и любительское. Если увеличить ОДУ до предельной отметки, какой она видится в свете имеющихся знаний о реальном вылове, то любительское рыболовство, которое не квотируется, окажет на популяцию критическое истощающее воздействие.

В этой связи представляется наиболее приемлемой стратегией регулирования рассматриваемого промысла его переход в режим так называемого возможного вылова с предельным ориентиром для изъятия в 400 т. И любительский прибрежный, и морской промышленный лов будут осваивать указанную величину на равных конкурентных основаниях. При этом, с одной стороны, не будет нарушен принцип свободного доступа к ресурсу, свойственный любительскому рыболовству, а с другой стороны, по достижении предельного вылова промысел будет закрыт для всех, что даст гарантию предохранения от перелова. И все в рамках существующих правил и законов.

ЛИТЕРАТУРА

Михеев, А. А. Новая версия компьютерной программы для обобщенной модели Лесли с фильтром Калмана [Текст] / **А. А. Михеев, Ф. А. Михеев** // Тез. докл. «Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана» (1–3 окт. 2007 г., ТИНРО-Центр, Владивосток). – Владивосток : Изд-во ТИНРО-центра, 2007. – С. 17–18.

Оценка запасов беспозвоночных в сахалино-курильском районе на основе анализа временных рядов уловов с применением фильтра Калмана [Текст] / **А. А. Михеев, С. Д. Букин, Е. Р. Первеева и др.** // Изв. ТИНРО. – В печати.

Низяев, С. А. Методологические аспекты использования траловых и ловушечных данных для научных целей [Текст] / **С. А. Низяев, С. Д. Букин** // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128, ч. 2. – С. 644–658.

Слизкин, А. Г. Атлас-определитель крабов и креветок дальневосточных морей России [Текст] / А. Г. Слизкин. – Владивосток : Изд-во ТИНРО-Центра, 2006. – 261 с.

Abe, K. Important crab resources inhabiting Hokkaido waters [Text] / K. Abe // Mar. Behav. Physiol. – 1992. – Vol. 21. – P. 153–183.

Hilborn, R. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty [Text] / **R. Hilborn, C. J. Walters.** – New York : Chapman and Hall, 1992. – 570 p.