

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

УДК 574.587: 574.62

**ЗАВИСИМОСТЬ УЛОВОВ ПРОМЫСЛОВЫХ САМЦОВ КАМЧАТСКОГО
КРАБА (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*) В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ
ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАСТОЯ ЛОВУШКИ**

© 2012 г. А.И. Буяновский, С.В. Горянина, С.И. Моисеев

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии, Москва 107140*

Поступила в редакцию 21.03.2011 г.

Окончательный вариант получен 13.05.2011 г.

Зависимость улова (Y) от застоя ловушки (t), $Y(t)=a(1 - e^{-bt})$, тесно связана с плотностью крабов. В качестве индекса плотности предложен усредненный мгновенный улов на ловушку (УМУ, экз./лов). Снижения уловов при длительном застое не отмечено. При $УМУ \leq 18,4$ $b=3,4$, $a=12,8$, насыщение быстрое (0,5 суток застоя). При $УМУ \geq 39,0$ $b=0,7$, $a=59,7$, насыщение медленное (2,5). При промежуточных УМУ $a=27,8$, $b=1,3$. В зависимости от УМУ рассчитаны поправки уловов на застой. Рекомендуются не учитывать уловы при застое $> 4,5$ суток.

Ключевые слова: крабовые ловушки, камчатский краб, застой, улов.

Время экспозиции ловушек в воде – застой – может серьезно влиять на эффективность промысла. Оптимальное соотношение между уловом на ловушку и продолжительностью ее застоя обеспечивает максимальный вылов². В научных исследованиях, при оценке запасов по ловушечным данным (запасы крабов, крабидов, трубачей и др.), введение поправки на время застоя может заметно скорректировать результат оценки.

В наиболее общем виде зависимость улова на ловушку (далее – улова) от продолжительности застоя может быть описана одной из двух кривых: с насыщением или с перегибом. Кривую с насыщением используют, если, по мере увеличения застоя, этап быстрого роста улова сменяется его замедлением с последующей стабилизацией. Рост улова связан с привлечением к ловушке новых объектов вследствие распространения «запаха» приманки; стабилизация – с потерей привлекательности приманки и реже – с предельным заполнением ловушки (Miller, 1990; Левин, 1994). Кривая с перегибом лучше применима, когда улов вначале растет, а затем, достигнув максимума, снижается вследствие частичной смертности объекта или частичного покидания им ловушки.

Поскольку, помимо продолжительности застоя на улов влияют такие факторы как плотность животных, их размерный состав, физиологическое состояние, поведение, гидрологический режим, то при их совместном действии кривые, показывающие зависимость улова от застоя, могут быть иной формы, нежели описанные выше. Более того, вследствие доминирования в разных районах и (или) в разное время разных факторов, для одной и той же популяции могут быть построены кривые различной формы (Кузьмин, Гудимова, 2002; Моисеев, 2003а, 2003б; Моисеев и др., 2005; Михеев и др., 2007). Возникает вполне закономерный вопрос: каково же влияние на улов собственно продолжительности застоя в

² Как правило, оптимальный застой выбирает капитан, исходя из собственного опыта; подобный выбор не всегда правилен, поскольку базируется не на промысловой статистике, а на «запоминании наиболее высоких уловов».

условиях воздействия других абиотических и (или) биотических факторов. В этом контексте основной задачей нашей работы было выяснить, следует ли вводить поправку на продолжительность застоя при анализе уловов промысловых самцов камчатского краба.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве модельного объекта была выбрана популяция камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) в Баренцевом море. Большой материал, собранный по данному объекту в разных районах и в разные годы, позволяет при выявлении каких-либо закономерностей на одной серии наблюдений проверить их на других сериях.

Пробы были собраны в 2002-2009 гг. (табл. 1). Всего было выполнено 12 рейсов (далее – выборок), число проб в выборке варьировало от 101 до 4 812. В качестве орудий лова использовали прямоугольные крабовые ловушки американского образца (Моисеев, 2003б). В море ловушки выставляли или индивидуально, или группами – порядками. Каждый порядок состоял из 3-30 ловушек, привязанных к общему канату, хребтине; расстояние между ловушками составляло 130-150 м. В качестве приманки использовалась измельченная свежемороженая сельдь, разложенная в две пластиковые перфорированные банки, приблизительно по 1-1,5 кг в каждой, а также дополнительно цельная сельдь в сетчатом мешочке с ячейей 10 мм. Иногда в банки к сельди добавляли кальмара, мойву, головы трески или сайды.

Таблица 1. Сроки и районы сбора проб, объем материала.

Table 1. Sampling regions, time of sampling, number of samples.

Индекс выборки	Фактор выборки	Судно	Сроки, мм.гг.	Район	Проб
А	1	Меридиан	01.02-03.02	69°42' - 69°59' с.ш. 30°54' - 32°50' в.д.	557
Б	2	Полярный исследователь	10.03-12.03	68°54' - 69°40' с.ш. 36°37' - 41°30' в.д.	333
В	3	Нортерн Энтерпрайз	12.04-01.05	69°01' - 69°27' с.ш. 36°36' - 39°18' в.д.	101
Г	4	Нортерн Энтерпрайз	10.05-12.05	68°58' - 69°50' с.ш. 36°55' - 41°38' в.д.	1901
Д	5	Полярный исследователь	10.05-01.06	68°54' - 69°58' с.ш. 36°55' - 41°38' в.д.	908
Е	6	Нортерн Энтерпрайз	11.06-12.06	69°06' - 69°48' с.ш. 36°54' - 41°58' в.д.	316
Ж	7	Полярный исследователь	10.06-01.07	68°35' - 70°01' с.ш. 36°54' - 41°58' в.д.	874
З	8	Нортерн Энтерпрайз	01.07-02.07	69°21' - 70°01' с.ш. 39°29' - 42°41' в.д.	241
И	9	Нортерн Энтерпрайз	11.07-12.07	68°25' - 70°12' с.ш. 39°00' - 41°00' в.д.	2716
К	10	Полярный исследователь	12.07	69°21' - 70°11' с.ш. 32°17' - 41°31' в.д.	3681
Л	11	Полярный исследователь	10.08-11.08	69°54' - 70°11' с.ш. 32°11' - 42°23' в.д.	2476
М	12	Полярный исследователь	11.09-12.09	68°42' - 69°47' с.ш. 40°37' - 42°53' в.д.	4812

При работе с индивидуальными ловушками регистрировали координаты постановки ловушки, глубину, дату и время постановки. Перед подъемом ловушек на борт регистрировали дату и время выборки. После подъема ловушки на борт

подсчитывали число промысловых самцов камчатского краба: результаты подсчета в дальнейшем рассматривали как одну пробу. При работе с порядками регистрировали координаты и глубины начала и конца порядка, время окончания постановки и время начала выборки. Крабов считали во всех ловушках, и в этом случае пробой считали отношение числа крабов в порядке к числу ловушек. Всего, таким образом, было обработано 18 916 проб. Время застоя определяли как разницу между датами и сроками постановки с точностью до 0,01 суток.

При математической обработке данных было использовано три метода. Первые два метода, традиционные, были основаны на включении в анализ всех данных. В третьем, оригинальном, методе анализу предшествовал ряд процедур, направленных на минимизацию влияния пространственно-временной изменчивости уловов, которая нередко маскирует воздействие собственно продолжительности застоя. При этом часть данных была или отброшена, или модифицирована.

Метод 1 – анализ средних уловов. Все сроки застоя были сгруппированы в интервалы с определенным шагом. Для первых 7 дней застоя шаг составлял 0,5 суток, для более длительных сроков – 1 сутки. В границах каждого интервала рассчитывали средний улов и его стандартную ошибку. В каждой из 12 выборок (табл. 1) кривую зависимости улова от застоя строили методом робастной локально-взвешенной регрессии, когда совокупность всех точек автоматически разделяется на группы, и к каждой группе подгоняется своя регрессионная модель (рис. 1). Для расчетов использовали пакет STATISTICA 6.0 (вкладки: Graphs – Scatterplots... – Advanced – Fit – Lowess). Жесткость (вкладки: Graph Properties – Plot: Fitting – Stiffness) задавали равной 1, допуская, что каждый отрезок регрессии строится с учетом влияния всех точек графика.

Метод 2 – анализ фактических уловов. Группировку сроков застоя и усреднения уловов не выполняли: на графике каждая точка соответствовала одной пробе, характеризующейся своим уловом и застоем. Оценку зависимости улова от застоя выполняли тем же методом робастной локально-взвешенной регрессии с жесткостью, равной 1 (рис. 2).

Для сравнения результатов с литературными данными, в качестве еще одной функции подгонки использовали уравнение кривой с насыщением:

$$Y(t) = a(1 - e^{-bt}) \quad (1),$$

где $Y(t)$ – улов на ловушку за время застоя t ; a и b – положительные константы, характеризующие предельный уровень насыщения уловов и скорость достижения насыщения соответственно. Расчет коэффициентов выполняли методом Левенберга-Маркграта в блоке «Non-linear Estimation» программы STATISTICA 6.0. После расчета коэффициентов вычисляли индекс T_{95} – минимальное время, требующееся для превышения 95% от предельного уровня насыщения (значения коэффициента a).

Метод 3 – анализ цензурированных уловов. Уменьшение влияния на улов пространственно-временной неоднородности распределения крабов было выполнено в несколько шагов.

Вначале из расчетного массива были изъяты все пробы с нулевыми уловами. Изъятие базировалось на допущении, что если краб не заходит в ловушку в течение первых 12 часов, то в зоне действия ловушки его нет. Основанием для данного

допущения явились результаты подводных наблюдений, показывающие, что краб достаточно быстро улавливает «запах» приманки и залезает в ловушку (Переладов, 2009; Русяев С.М. неопубл.).

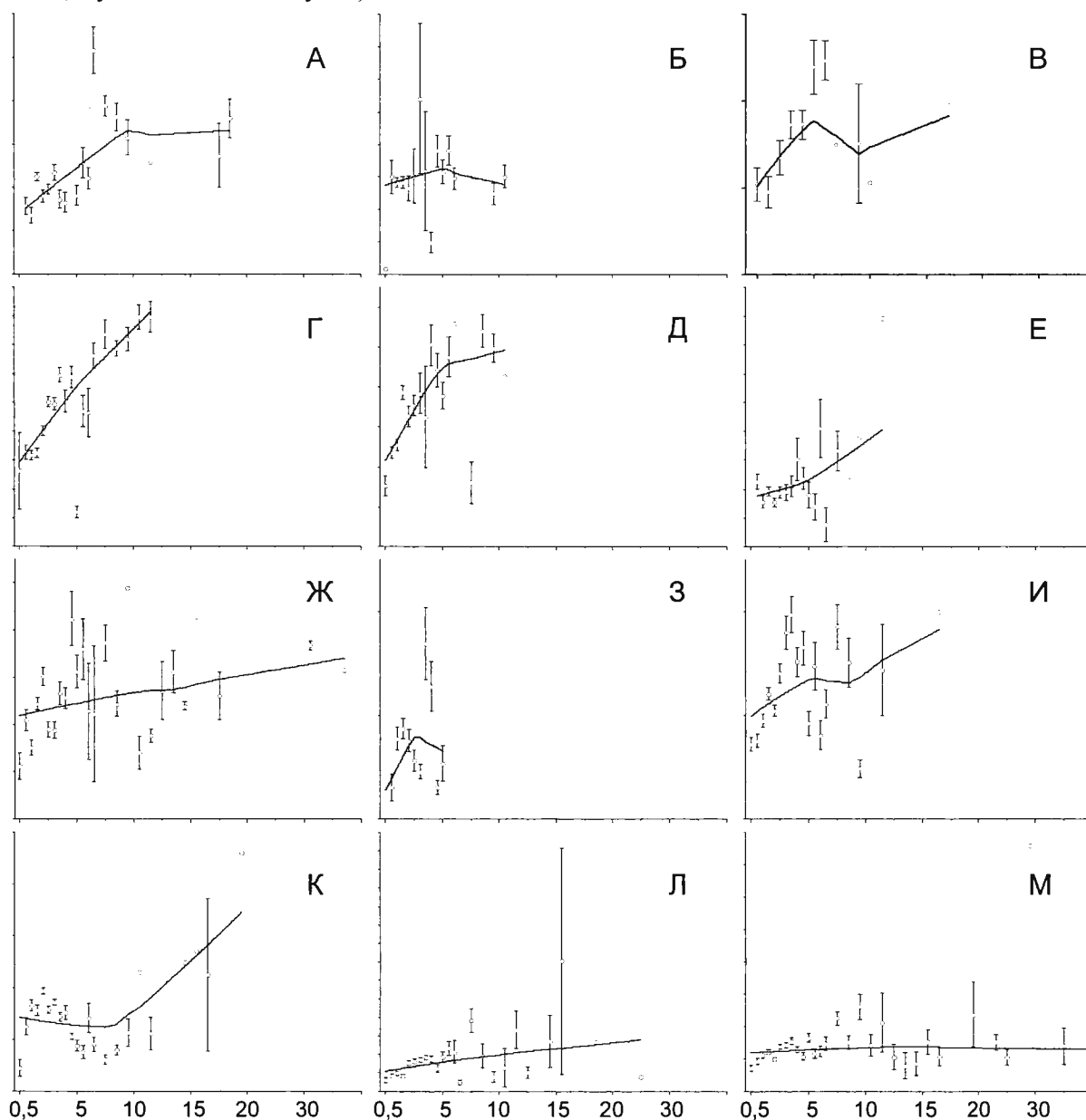


Рис. 1. Зависимость средних уловов ($\pm SE$) промысловых самцов камчатского краба от застоя ловушек. А-М – индексы выборок (табл. 1). По оси абсцисс – сроки застоя, сутки; по оси ординат – уловы, одно деление соответствует 10 экз./ловушку. Линии подгонки построены методом локально-взвешенной регрессии с коэффициентом жесткости 1.

Fig. 1. Dependence average catches ($\pm SE$) of commercial males of the red king crab on the traps soak time. А-М – selections indexes (table 1). On X-axis – soak time, days; on Y-axis – catches, every tick mark is equal to 10 crabs per trap. Fitting lines were plotted lowess regression with stiffness 1.

Следующим шагом было введение фактора усредненного мгновенного улова. Для этого вначале рассчитывали усредненные мгновенные уловы – средние уловы из ловушек, обработанных в один день, независимо от продолжительности застоя; если в течение суток обрабатывали мало ловушек, то среднее считали по данным за 2-3 соседних дня, чтобы число проб было не менее 20. Кроме средних для каждой

такой группы значений рассчитывали стандартное отклонение (SD). Поскольку при промысле сбор ловушек в течение 1-3 суток осуществляют на небольшой акватории (если в этот период судно совершало большой переход, то значения уловов за разные сутки не объединяли для усреднения), то при данном подходе существенно снижается влияние пространственной неоднородности распределения. И поскольку все пробы собирают в одни и те же сроки, то и влияние фактора времени (подхода или ухода крабов с участка) будет минимальным.

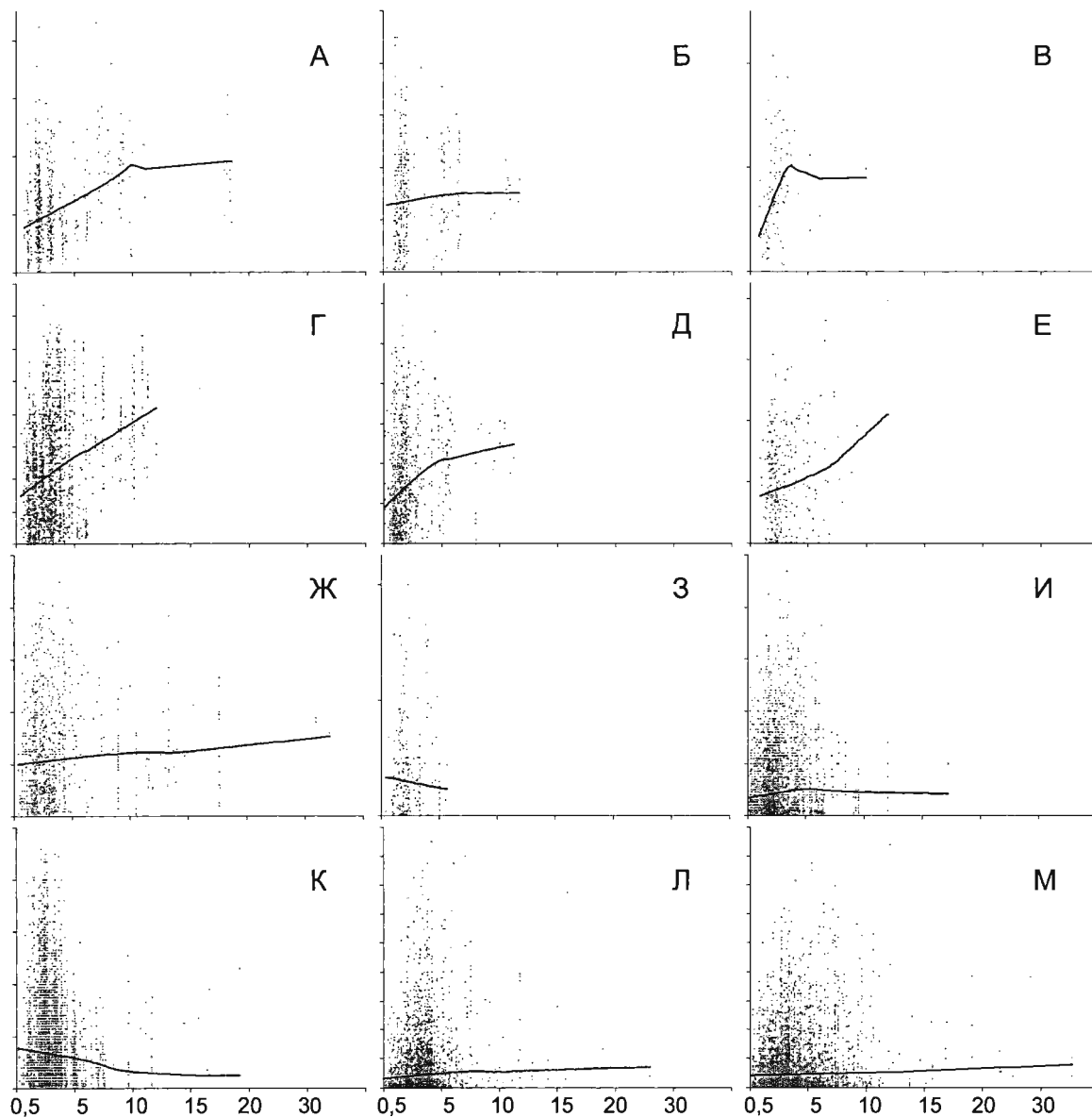


Рис. 2. Зависимость фактических уловов промысловых самцов камчатского краба от застоя ловушек. А-М – индексы выборок (табл. 1). По оси абсцисс – сроки застоя, сутки; по оси ординат – уловы, одно деление соответствует 10 экз./ловушку. Линии подгонки построены методом локально-взвешенной регрессии с коэффициентом жесткости 1.

Fig. 2. Dependence average catches of commercial males of the red king crab on the traps soak time. А-М – selections indexes (table 1). On X-axis – soak time, days; on Y-axis – catches, every tick mark is equal to 10 crabs per trap. Fitting lines were plotted lowess regression with stiffness 1.

После расчета усредненных мгновенных уловов и их стандартных отклонений, каждую группу проб, для которой рассчитывали эти показатели,

обследовали на наличие «выбросов». Если отношение разницы между крайним и средним значениями к стандартному отклонению было выше критического (Лакин, 1990), то крайнее значение считали «выбросом». Для нейтрализации его влияния на средний улов использовали процедуру винзоризации (Банержи, 2007), когда крайнее значение не отбрасывается, а приравнивается к ближайшему, не являющемуся «выбросом». После винзоризации средний улов и его стандартное отклонение пересчитывали, и процедуру повторяли до тех пор, пока не останется ни одного «выброса».

Далее, вся совокупность значений (винзоризованных) усредненных мгновенных уловов была разбита на 5 интервалов. Первые три интервала включали 75% всех значений, по 25% в каждом, четвертый интервал включал 15% значений, и пятый – 10%. В первый интервал вошли самые маленькие значения, не более 12,2 экз./ловушку, во второй – свыше 12,2, но не более 18,4 экз./лов., в третий – свыше 18,4, но менее 27,5 экз./ловушку; в четвертый – от 27,5, но менее 39 экз./лов., и в пятый – от 39 экз./лов. Номер интервала и был значением фактора усредненного мгновенного улова, отнесенного к пробе: например, если проба была собрана в дату, когда усредненный мгновенный улов был равен 1 экз./лов., то для этой пробы фактор усредненного мгновенного улова считали равным 1, независимо от того, какой улов был зарегистрирован в самой пробе. Близкий подход был использован ранее при подсчете кальмаров в световом поле, когда числу регистраций кальмаров (в единицу времени) присваивали баллы в зависимости от попадания в определенный интервал: балл «нет» соответствовал отсутствию регистраций, «штучно» – 1-6 регистраций; «единично» – 6-12; «десятки» 12-120 и т.д. (Зуев и др., 1985). Данная методика позволила успешно решить проблему учета видов, не регистрирующихся гидролокацией, и определить запасы различных видов океанических кальмаров.

Помимо фактора усредненного мгновенного улова, был введен *фактор застоя*, меняющийся от 0,5 до 6,5 с шагом 0,5. Значения от 0,5 до 6 были кратны первым 6 суткам застоя с интервалом 0,5 ($\leq 0,5$; $>0,5 - \leq 1,0$; $>1,0 - \leq 1,5$ и т.д.), значение 6,5 объединило все сроки застоя свыше 6 суток. Выбор «критического» значения, равного 6,5 суткам, был обусловлен тем, что во всех выборках индекс T_{95} (см. выше) не превышал данную величину.

Затем в каждой выборке для каждой комбинации обоих факторов – *наблюдения* – были рассчитаны средние уловы (в дальнейшем – *средненаблюдаемые*) и их стандартные ошибки. Очевидно, что число проб в каждом наблюдении было разным и начиналось от 0. В этой связи возник еще один вопрос: какое минимальное число проб должно содержать наблюдение, чтобы результаты (средненаблюдаемые уловы и их стандартные ошибки) можно было использовать в дальнейшем анализе. Теоретически, для этого достаточно и 2-х проб, но, в действительности, при их малом количестве увеличивается риск «выброса» вследствие пятнистости распределения крабов. Например, если, в пределах района, на одном (небольшом) участке плотность высокая, а на другом – низкая, то при сборе проб в разные (но близкие) сроки с одного участка, разница в уловах будет обусловлена исключительно застоем. Если же пробы в те же сроки будут собирать с разных участков, то разница в уловах будет обусловлена не только застоем, но и разницей в плотности. Очевидно, что чем меньше проб отбирается одновременно, тем выше вероятность несовпадения участков их сбора, и наоборот, чем больше

проб отбирается одновременно, тем больше вероятность, что, вследствие большего охвата территории, участки их сбора будут сходны³.

С учетом вышесказанного вся совокупность средненаблюдаемых уловов разбита на группы, различающиеся числом проб, по которым эти уловы были рассчитаны (= числом проб в наблюдении). Вначале каждая группа объединяла наблюдения, где число проб находилось в пределах шага 5: группа наблюдений из 1-5 проб (в наблюдении), 6-10 проб, 11-15 проб и т.д. Далее, если в группе было менее 30 наблюдений, то ее объединяли с последующей: например, группы из 26-30 и 31-35 проб, содержащих соответственно 20 и 12 наблюдений, были объединены в группу 26-35 проб, содержащую 32 наблюдения. Также были сформированы группы, состоящие из большего числа проб (рис. 3). Кроме того, группа из 1-5 проб, ввиду большого числа наблюдений, была разбита на две – из 1-2 и 3-5 проб.

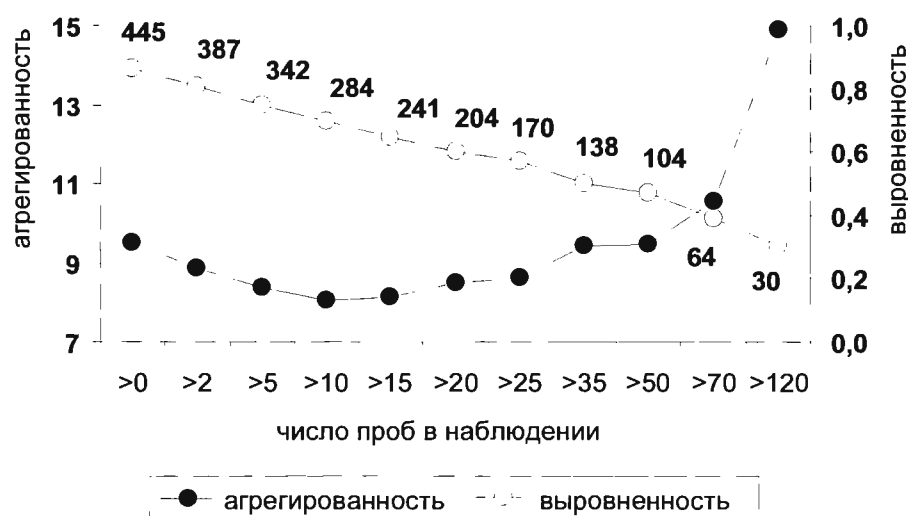


Рис. 3. Зависимость индексов агрегированности и выровненности от минимального числа проб в наблюдении. Цифры на графике показывают число наблюдений в массиве, по мере отбрасывания групп с меньшим числом проб.

Fig. 3. Dependence of aggregation and equability indexes on minimal number of samples in observation. Values on schedule show the number of observations in analyzed block while observations with less number of samples are discarded.

Далее все значения средненаблюдаемых уловов были объединены в массив, для которого рассчитывали: среднее, дисперсию и выровненность по выборкам. Отношение дисперсии к среднему рассматривали как индекс агрегированности – чем он больше, тем более агрегированным является распределение (Смуров, Полищук, 1989). Выровненность (E) рассчитывали по формуле:

$$E = \frac{1}{K \cdot \sum_{i=1}^K p_i^2} \quad (2),$$

³ Данное предположение относится к работам в условиях промышленного лова, когда выбор места постановки порядка происходит относительно случайно (но – в границах района промыслового скопления). При научных исследованиях нейтрализация пространственной неоднородности может быть достигнута путем постановки порядков по одним и тем же координатам.

где K – число выборок (12), p_i – доля наблюдений в i -той выборке к числу наблюдений во всех выборках. Данная величина аналогична индексу выровненности, который рассчитывается как отношение индекса видового разнообразия Симпсона к общему числу видов в сообществе (Бигон и др., 1989). Чем больше значение E , тем более равномерно распределены наблюдения по выборкам и тем, соответственно, меньше влияние на значение улова фактора выборки (года и судна).

После выполнения расчетов от массива последовательно отбрасывали значения средненаблюдаемых уловов, соответствующих группе с минимальным числом проб (начиная с уловов, рассчитанных по 1-2 пробам) и для нового массива вновь считали индексы агрегированности и выровненности. Процедуру закончили, когда осталась одна группа из 121 и более проб (в наблюдении).

Для дальнейших расчетов были отобраны массивы с минимальным числом проб в наблюдении больше: 0, 5, 10, 15, 20, 50. Для каждого массива, при каждом из 5 значений фактора усредненного мгновенного улова (см. выше), была описана зависимость (средненаблюдаемого) улова от фактора застоя с помощью уравнения (1). Точность подгонки коэффициентов a и b оценивали с помощью стандартной ошибки:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i^3 - y_i^m)^2}{(n-1) \cdot n}} \quad (3),$$

где в числителе указана сумма квадратов отклонений эмпирических значений от рассчитанных по уравнению (1); n – число наблюдений, для которых рассчитывали параметры модели.

Коэффициент вариации средневывборочных уловов C_v рассчитывали как обратное отношение средневывборочного улова к его стандартному отклонению. Средневывборочный улов рассчитывали путем усреднения средненаблюдаемых уловов из разных выборок для одной и той же комбинации фактора застоя и фактора усредненного мгновенного улова.

Учитывая большое число терминов, в заключение раздела считаем необходимым еще раз дать их определения. *Средний улов* – улов, усредненный по данным, находящимся в определенном интервале застоя, кратном 0,5 или 1 суткам. *Фактический улов* – улов из пробы, характеризующейся определенным временем застоя, с точностью до 0,01 суток. *Фактор выборки* – натуральное число от 1 до 12; каждое значение соответствует определенной выборке (табл. 1). *Фактор застоя* – положительное число от 0,5 до 6,5, кратное 0,5; значения от 0,5 до 6,5 соответствуют верхним границам интервалов застоя ($\leq 0,5$; $> 0,5 - \leq 1,0$; $> 1,0 - \leq 1,5$ и т.д.), значение 6,5 – любому застою свыше 6 суток. *Усредненный мгновенный улов* – улов, усредненный по данным проб, собранных в один день или в два-три соседних дня. *Фактор усредненного мгновенного улова* – натуральное число от 1 до 5, меняющееся в зависимости от величины усредненного мгновенного улова: 1 – $\leq 12,2$ экз./лов., 2 – $> 12,2 - \leq 18,4$ экз./лов., 3 – $> 18,4 - < 27,5$ экз./лов., 4 – $\geq 27,5 - < 39,0$ экз./лов., 5 – $\geq 39,0$ экз./лов. *Наблюдение* – совокупность проб, соответствующая одной комбинации факторов выборки, застоя и усредненного мгновенного улова. *Средненаблюдаемый улов* – улов, усредненный по данным проб, попавших в одно

наблюдение. *Средневыборочный улов* – улов, усредненный по средненаблюдаемым уловам из разных выборок, соответствующим одной комбинации факторов застоя и усредненного мгновенного улова. *Индекс агрегированности* – обратное отношение среднего значения всех (или части) средненаблюдаемых уловов к их дисперсии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ средних уловов. В большинстве выборок наблюдается тенденция к возрастанию уловов по мере увеличения застоя в области его малых значений. В двух исключениях (рис. 1К, 1М) начальный рост хорошо прослеживается по отдельным точкам и, скорее всего, не улавливается графиком из-за слишком большой жесткости (см. раздел «Материал и методика»).

Положение левых точек перегиба варьирует от 3 (рис. 13) до 12 (рис. 1М) суток. При этом не всегда перегиб является локальным максимумом: более или менее отчетливое снижение уловов отмечено только для трех выборок (рис. 1Б-В, 13); еще в двух выборках после перегиба (рис. 1А, 1И, 1М) наблюдалась относительная стабилизация уловов; в остальных выборках отмечен рост уловов с другой скоростью.

Таким образом, рост уловов с увеличением застоя при его малых значениях, можно считать вполне закономерным. При большом застое динамика уловов становится менее определенной. Во многом такая неопределенность связана с уменьшением числа усредняемых проб, которое приводит к появлению «выбросов», влияющих на угол наклона линий регрессии. В целом, следует признать, что при использовании данного метода «выбросы» встречаются нередко, и усреднение является одной из причин их появления.

Анализ фактических уловов. Для нейтрализации возможного отрицательного эффекта усреднения был применен второй метод, где тренды строились не по сгруппированным, а по фактическим данным. Поскольку при данном подходе используется значительно большее число точек, то, во-первых, тренды должны быть менее чувствительны к «выбросам» (более робастными), и, во-вторых, сами «выбросы» должны стать менее заметными.

Для большей части трендов форма осталась такой же как и при обработке по средним (сравни рис. 1-2А, В-Ж, Л). В четырех выборках (сравни рис. 1-2Б, И, К, М) изменению подверглась правая часть: перегибы стали менее отчетливыми. Еще в одной выборке (сравни рис. 1-2И) изменились обе части графика.

Тренды, построенные по данным фактических уловов, в еще большей степени, чем тренды, построенные по средним, показывают отсутствие нисходящей ветви при длительном застое. В большинстве выборок наблюдается или рост уловов во всем диапазоне значений застоя, или их стабилизация после первоначального роста. В двух выборках (рис. 23, 2К) уловы менялись обратно пропорционально застою.

Отчетливая тенденция к увеличению уловов при малом застое, и, наоборот, ее отсутствие к их снижению при большом застое (рис. 1-2), позволяют вслед за другими авторами (Sloan, Robinson, 1985; Miller, 1990; Михеев и др., 2007) использовать для характеристики зависимости «застой-улов» уравнение (1). В разных выборках коэффициент a , характеризующий средний уровень насыщения, варьировал от 7,6 до 64,9 (табл. 2) и был пропорционален (коэффициент корреляции

$r = 0,98$) среднему улову в выборке. Коэффициент b был тесно связан ($r = -0,91$) со временем насыщения T_{95} , и слабо ($r = -0,42$), статистически недостоверно ($p > 0,05$), коррелировал с коэффициентом a .

Таблица 2. Коэффициенты уравнения (1), значения индекса T_{95} и статистические оценки выборок. Индекс выборки такой же, как в таблице 1.

Table 2. Constants of equation (1), indexes T_{95} , and selections statistics (means, variances). Selection indexes (A-M) are the same as in Table 1.

Индекс выборки	$a \pm SE$	$b \pm SE$	T_{95} , суток	Средний улов, экз./ ловушку	Дисперсия среднего улова
А	$29,1 \pm 1,5$	$0,58 \pm 0,07$	5,3	22	192
Б	$29,8 \pm 1,6$	$2,09 \pm 0,82$	1,5	29	348
В	$21,9 \pm 3,7$	$0,60 \pm 0,22$	5,1	15	79
Г	$64,9 \pm 2,3$	$0,47 \pm 0,04$	6,4	46	1099
Д	$42,3 \pm 2,1$	$0,87 \pm 0,10$	3,5	31	578
Е	$25,4 \pm 2,7$	$0,56 \pm 0,15$	5,4	19	228
Ж	$25,1 \pm 0,9$	$1,39 \pm 0,29$	2,2	24	362
З	$7,6 \pm 0,6$	$2,48 \pm 2,73$	1,3	7	61
И	$14,2 \pm 0,5$	$1,00 \pm 0,13$	3,0	12	201
К	$16,2 \pm 0,3$	$2,76 \pm 1,02$	1,1	16	275
Л	$21,1 \pm 1,7$	$0,48 \pm 0,09$	6,3	16	552
М	$15,0 \pm 0,5$	$0,89 \pm 0,13$	3,4	13	386

Широкий размах варьирования коэффициентов уравнения (1); невозможность выявления факторов, определяющих скорость насыщения ловушки (коэффициент b); отсутствие в некоторых выборках тенденции к увеличению улова при малом застое – все это заставляет считать, что, при данном методе анализа, влияние продолжительности застоя на улов сильно замаскировано неоднородностью распределения крабов в пространстве и времени. Уменьшить ее влияние можно путем привязки данных к конкретным условиям и их цензурирования – устранения «выбросов» и нулевых значений. После этого влияние фактора застоя может проявиться более отчетливо.

Анализ цензурированных уловов. Пространственная неоднородность уловов может зависеть как от минимального числа проб в наблюдении (смещение оценок – см. выше), так и от их распределения по районам и годам (фактор выборки). Поэтому анализ этих показателей может подсказать, какие наблюдения следует отбросить, чтобы уменьшить влияние пространственной неоднородности на коэффициенты уравнения (1).

По мере увеличения минимального числа проб в наблюдении выровненность уловов по выборкам снижалась (рис. 3). Если в исходном массиве (без нулевых уловов) наблюдения относились ко всем 12 выборкам, то в крайнем массиве (>120 проб) они относились к 5 выборкам, причем основная часть (26 из 30 наблюдений) приходилась на выборки 4, 10 и 12, сильно отличающихся средними уловами (рис. 1Г, 1К, 1М).

Индекс агрегированности вначале также снижался, но после увеличения минимального числа проб в наблюдении до 11-15 начал возрастать. При этом средние значения (знаменатели индекса) менялись незначительно (от 23 до 25 экз./ловушку), и основной вклад в изменчивость индекса вносила дисперсия. Можно предположить, что ее снижение в левой части графика связано с уменьшением влияния «выбросов», содержащихся в наблюдениях с малым числом проб. Последующее увеличение связано с усилением влияния фактора выборки

(года и судна) вследствие уменьшения выровненности. Следовательно, оптимальным для анализа представляется массив, где минимальное число проб в наблюдении больше 10, но данное предположение нуждается в проверке при подгонке параметров распределения. Поэтому для сравнения было выбрано 6 массивов, различающихся минимальным числом проб в наблюдении.

Результаты расчетов (табл. 3) показали, что наилучшая подгонка обеспечивается при минимальном числе проб в наблюдении от 11 или – от 21. Учитывая, что в последнем случае усиливается влияние фактора выборки (рис. 3), было решено считать оптимальным минимальное число проб, равное 11. Результаты, приводимые ниже, относятся именно к этому массиву.

Таблица 3. Стандартная ошибка подгонки коэффициентов уравнения (1) для разного минимального числа проб в наблюдении и разных факторов усредненного мгновенного улова.
Table 3. Standard errors of equation (1) fitting for different minimal samples number in observation and different factors of average instantaneous catch.

Фактор усредненного мгновенного улова: № (экз./ловушку)	Число проб в наблюдении					
	> 0	> 5	> 10	> 15	> 20	> 50
1 ($\leq 12,2$)	0,48	0,30	0,29	0,28	0,28	0,31
2 ($> 12,2 - \leq 18,4$)	0,61	0,48	0,28	0,33	0,36	0,42
3 ($> 18,4 - < 27,5$)	0,85	0,72	0,69	0,74	0,68	0,82
4 ($\geq 27,5 - < 39,0$)	1,22	1,09	1,00	1,04	0,88	1,11
5 ($\geq 39,0$)	2,37	2,70	2,45	2,65	2,65	2,85

В соответствии с расчетами коэффициент a вполне закономерно увеличивался с увеличением фактора усредненного мгновенного улова, отражая выбор градаций последнего (рис. 4, табл. 4). Значительно менее очевидным было уменьшение коэффициента b , отражающего быстроту насыщения. Можно выделить три группы значений, соответствующих факторам усредненного мгновенного улова: 1-2 (b варьирует от 3 до 3,6); 3-4 (1,2-1,4) и 5. Сходные данные были получены и при оценке минимального времени, необходимого для преодоления 95% от уровня насыщения (T_{95}). Это время было сходным для факторов 1-2 (1 сутки застоя) и 3-4 (2,5 суток застоя).

Таблица 4. Показатели зависимости уловов от застоя при разных значениях фактора усредненного мгновенного улова (ФУМУ): a , b – коэффициенты уравнения (1) со стандартными ошибками (SE), T_{95} – минимальное время точность (0,5), требующееся для превышения 95%-ного уровня асимптоты (коэффициента a); n – число наблюдений для каждого значения ФУМУ.

Table 4. Indexes of «catch – soak time» dependence for different factors of average instantaneous catch (FAIC): a , b – constants of equation (1) with standard errors (SE), T_{95} – minimal time (up to 0,5) for excess of 95% of the asymptotic level (coefficient a); observations number for each FAIC.

ФУМУ	1	2	3	4	5
$a \pm SE$	$8,7 \pm 0,3$	$15,5 \pm 0,5$	$23,3 \pm 1,0$	$32,4 \pm 1,4$	$59,7 \pm 5,2$
$b \pm SE$	$3,0 \pm 1,2$	$3,6 \pm 2,2$	$1,2 \pm 0,3$	$1,4 \pm 0,4$	$0,7 \pm 0,2$
T_{95}	1	1	2,5	2,5	4,5
n	51	77	70	59	27

Таким образом, вместо 5 значений фактора усредненного мгновенного улова можно выделить 3 его градации: уловы до 18,4 экз./лов.; уловы свыше 18,4, но не более 39 экз./лов.; уловы от 39 экз./лов. При пересчете коэффициентов данные, относящиеся к факторам 1-2, рассматривали, как относящиеся к одному фактору. Точно так же рассматривали и данные, относящиеся к факторам 3-4. Дальнейшие расчеты выполняли так же, как описано выше.

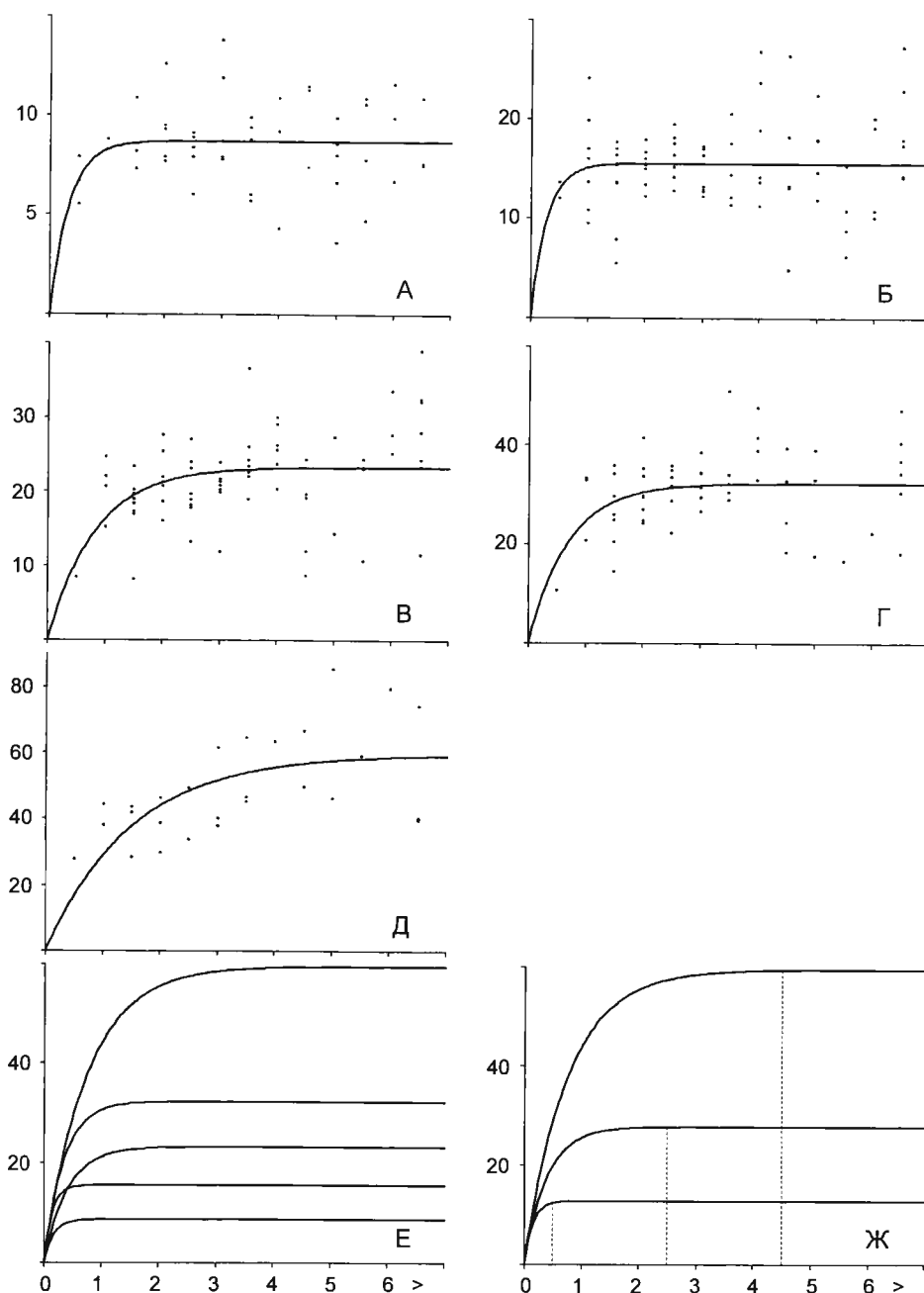


Рис. 4. Зависимость средненаблюдаемых уловов промысловых самцов камчатского краба от застоя ловушек. А – усредненный мгновенный улов $\leq 12,2$ экз./ловушку; Б – усредненный мгновенный улов $> 12,2$ и $\leq 18,4$ экз./ловушку; В – усредненный мгновенный улов $> 18,4$ и $< 27,5$ экз./ловушку; Г – усредненный мгновенный улов $\geq 27,5$ и $< 39,0$ экз./ловушку; Д – усредненный мгновенный улов $\geq 39,0$ экз./ловушку; линии подгонки на фрагментах А-Д построены по коэффициентам уравнения (1) (табл. 4). Е – объединение линий подгонки фрагментов А-Д на одном графике. Ж – кривые, описываемые коэффициентами уравнения (1), рассчитанными после частичного объединения данных (табл. 5); вертикальные линии соответствуют значениям T_{95} .

Fig. 4. Dependence of average observed catches of of commercial males of the red king crab on the traps soak time. А – average instantaneous catches $\leq 12,2$ crabs per trap; Б - average instantaneous catches $> 12,2$ and $\leq 18,4$ crabs per trap; В – average instantaneous catches $> 18,4$ and $< 27,5$ crabs per trap; Г – average instantaneous catches $\geq 27,5$ and $< 39,0$ crabs per trap; Д – average instantaneous catches $\geq 39,0$ crabs per trap; curves on fragments А-Д are plotted by constants of equation (1) (table 4). Е – combination of curves from fragments А-Д in one schedule. Ж – curves plotted by constants of equation (1) after partial combination of data (table 5); vertical lines indicate T_{95} .

Первая градация, усредненные мгновенные уловы до 18,4 экз./лов., характеризуется высоким значением коэффициента b (табл. 5), обуславливающим быстрое достижение сравнительно низкого уровня насыщающего улова (рис. 4Ж). Третья градация, усредненные мгновенные уловы от 39 экз./лов., характеризуется сравнительно низким значением коэффициента b , обуславливающим длительное достижение высоких уловов. Вторая градация, усредненные мгновенные уловы свыше 18,4, но не более 39 экз./ловушку, характеризуется промежуточными значениями скорости достижения и величины насыщающих уловов.

Таблица 5. Значения коэффициентов a , b и T_{95} , пересчитанные после объединения данных, относящихся к факторам усредненного мгновенного улова (ФУМУ) 1-2 и 3-4.

Table 5. Constants a , b , T_{95} recalculated after combination data related to factors of average instantaneous catch 1-2 and 3-4.

ФУМУ	1-2	3-4	5
$a \pm SE$	$12,8 \pm 0,5$	$27,8 \pm 1,1$	$59,7 \pm 5,2$
$b \pm SE$	$3,4 \pm 2,0$	$1,3 \pm 0,3$	$0,7 \pm 0,2$
T_{95}	1	2,5	4,5

Коэффициент вариации средневыворочных уловов, рассчитанный для каждого значения фактора застоя при 3-х градациях усредненных мгновенных уловов (см. выше), менялся от 12 до 46% (рис. 5). Значения свыше 40% были зарегистрированы только при застое свыше 4,5 суток. Для наблюдений, относящихся к усредненным мгновенным уловам до 18,4 экз./ловушку, возрастание коэффициента вариации по мере увеличения застоя происходило плавно, а для наблюдений, относящихся к усредненным мгновенным уловам свыше 18,4 экз./ловушку – скачкообразно.

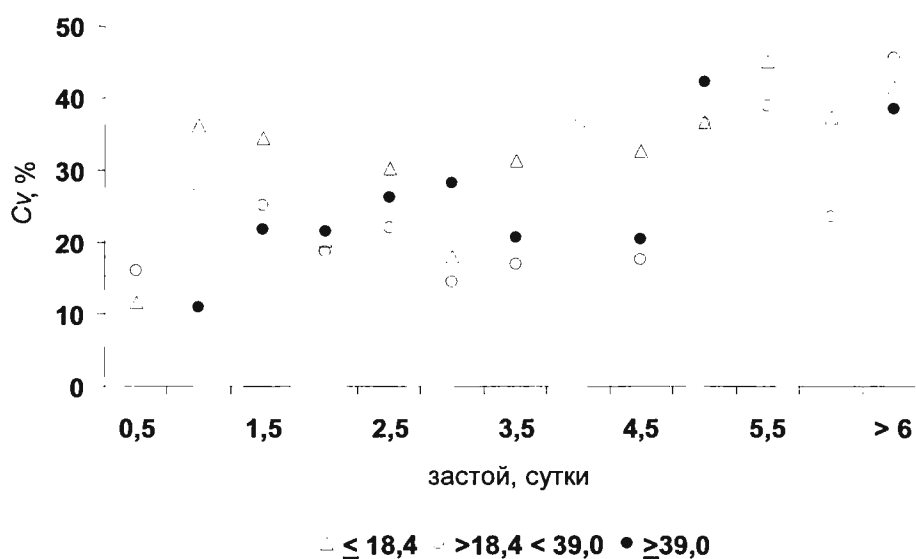


Рис. 5. Коэффициенты вариации средневыворочных уловов (C_v) при разном застое и разных градациях усредненных мгновенных уловов (цифры легенды).

Fig. 5. Coefficients of variation of average elective catches (C_v) for different soak time and different gradations of average instantaneous catches.

Таким образом, зависимость уловов промысловых самцов камчатского краба от застоя тесно связана с их плотностью, изменчивость которой отражается через колебания усредненных мгновенных уловов. При низкой плотности ловушка быстро заполняется малым числом крабов, остающимся впоследствии на одном

уровне. При высокой плотности заполнение занимает более длительное время, но в итоге ловушка заполняется до (средних) значений, характеризующих ее максимальную уловистость. При промежуточной плотности и время заполнения, и (среднее) максимально улавливаемое число крабов характеризуются промежуточными показателями.

ОБСУЖДЕНИЕ

Помимо застоя можно выделить три группы факторов, определяющих изменчивость уловов в ловушках. Во-первых, это факторы, определяющие изменчивость на участке, сравнимом с зоной эффективного действия ловушки (для американской прямоугольной ловушки – около 1 га). Изменчивость определяется направлением локальных течений, микрорельефом, кормовой базой участка, суточной активностью крабов и т.д. Действуя разнонаправленно, эти факторы могут быть нейтрализованы усреднением данных отдельных проб, которое приводит к заметному сужению «облака точек» на графике (рис. 2 и 1) и позволяет лучше увидеть тенденции, связанные с влиянием застоя.

К этой же группе можно отнести и такой фактор, как время появления крабов на участке, связанный с их подвижностью. Например, если на разных участках две ловушки были выставлены и сняты одновременно, но на одном краб уже был, а на другом появился через 2 дня, то следует считать, что на втором участке застой был на 2 дня меньше. В рамках используемой методики сбора материала установление подобных фактов не представляется возможным. Учитывая сравнительно медленную скорость перемещения крабов, можно допустить, что при малом застое этот фактор не оказывает большого влияния, но по мере увеличения застоя его влияние возрастает. Вероятно, именно с разными сроками подхода крабов к ловушкам связаны и увеличение коэффициента вариации (рис. 5), и непредсказуемый характер зависимости уловов от застоя при его длительности более 7 суток (рис. 1).

Ко второй группе относятся факторы, определяющие изменчивость в районе, значительно превосходящем зону эффективного действия ловушки, но существенно меньшего по площади, занимаемой популяцией. Такая изменчивость определяется сезонными миграциями, распределением грунтов, кормовых полей и т.д. Сюда же относятся и многолетние колебания уловов, связанные с численностью пополнения. Изменчивость данного типа проявляется в статистически достоверных различиях при сравнении средних уловов с одинаковым застоем из разных районов или – из одного района в разное время. Именно с ней связаны «групповые выбросы», отчетливо проявляющиеся при анализе данных по средним значениям (рис. 1). Для нейтрализации ее влияния и был использован подход, связанный с отбросом нулевых уловов и последующим введением фактора усредненного мгновенного улова. При данном подходе анализ влияния фактора застоя ограничивается сравнительно небольшим районом в рамках одного сезона.

К третьей группе относятся факторы, определяющие присутствие в уловах других размерно-функциональных групп, кроме промысловых самцов: самцов-пререкрутов, самок, молоди. Они, безусловно, влияют на изменчивость средневыворочных уловов, но поскольку их считали не во всех ловушках, то воздействие данной группы факторов должно стать предметом дальнейших исследований.

Зависимость скорости заполнения ловушки от плотности позволяет реконструировать реакцию крабов на приманку. При попадании ловушки в зону низкой плотности «запах» приманки быстро распространяется в пределах зоны своего эффективного действия, и привлеченные им крабы быстро заполняют ловушку. Быстрота заполнения связана с низкой плотностью, отражением которой является низкий уровень насыщения – коэффициент a уравнения (1). Перенос «запаха» приманки течением и изменение направления его распространения 2 раза в сутки (в зависимости от прилива или отлива) позволяет предположить, что оценка зоны эффективного действия ловушки будет наиболее точной при использовании или суточных циклов, или большого массива данных с полусуточным застоем. При изучении эффективной площади облова ловушек было обнаружено, что в зависимости от направления и силы придонного течения дистанция реагирования камчатского краба *P. camtschaticus* или синего краба *P. platypus* на приманку варьировала от 10-15 м до 250 м (Карамышев, Колесников, 1989).

При большой плотности эффект действия приманки на крабов не меняется, но частота заходов в ловушку увеличивается: на это указывают более высокие (по сравнению с малой плотностью) уловы при одном и том же застое (рис. 4). При этом, вследствие ограниченной пропускной способности входов, насыщение достигается позднее, чем при малой плотности (см. коэффициенты b в таблице 5), но его уровень (коэффициент a) значительно выше.

В то время как эффект заполнения ловушки при малом застое прослеживается почти на всех выборках, то снижения уловов при продолжительном застое встречается редко. При этом в одних выборках оно является артефактом усреднения (рис. 1-2 Б-В); в других – его можно объяснить только пространственно-временной неоднородностью распределения, поскольку сразу после постановки ловушки уловы снижаться не могут (рис. 23, 2К). С биологической точки зрения снижение уловов маловероятно, поскольку крупным самцам трудно вылезать через щелевидные отверстия, снабженные односторонними клапанами на «вход». Безусловно, часть крабов может погибать (Miller, 1990), но в рамках данной популяции этот фактор, вероятно, не играет заметной роли. Лучшая подгонка кривой с перегибом (Михеев и др., 2007) не может рассматриваться в качестве аргумента (в пользу снижения уловов), поскольку еще лучшую подгонку обеспечит кривая с несколькими перегибами (например, полином 6-ой степени), не поддающимися биологической интерпретации.

Анализ зависимости уловов от застоя по данным отдельных рейсов (табл. 2) показал, что коэффициент b , варьируя от 0,47 до 2,76, находится в границах, где уловы, по мере увеличения застоя, достигают насыщения. При $b < 0,02$ зависимость носит линейный характер, а при $b > 4$ уловы не зависят от застоя (Михеев и др., 2007). Для другого крабоида, которого тоже ловят большими ловушками, равношипного краба *Lithodes aequispina* Курильских островов, значения b варьировали от 1,2 до 2,5, хотя на одном из полигонов зависимость улова от застоя отсутствовала (Михеев и др., 2007). Следует учитывать, что равношипный краб часто обитает на крутых склонах островов и материкового склона, где характер течений имеет не только горизонтальное направление, но и вертикальное.

Примененный в данной работе подход с отбрасыванием нулевых значений и введением фактора усредненного мгновенного улова позволил не только

существенно снизить «пространственно-временной шум», но и объединить результаты разных рейсов. Поскольку анализируемые данные содержат сведения, собранные за ряд лет, то можно ожидать, что новая информация не окажет заметного влияния на расчетные коэффициенты (табл. 5). Следовательно, можно дать ряд рекомендаций по внесению поправок на застой при анализе данных по уловам, собранных на промысловом судне.

Учитывая резкое увеличение коэффициента вариации после 4,5 суток застоя (рис. 5), данный срок можно считать критическим, и уловы из ловушек, находившихся в воде более длительный период, рассматривать не следует. При научных исследованиях подобная практика имеет место, но в наших исследованиях нет каких-либо фактов, подтверждающих объективность выбора критического срока равного трем дням (ПИНРО, КамчатНИРО – устные сообщения).

Поскольку наибольшее количество проб было собрано при застое в 2,5 дня (табл. 6), то данный срок (свыше двух, но не менее 2,5 дней) можно рассматривать как базовый и все поправки приводить к нему. При расчете поправок были использованы коэффициенты уравнения (1) для разных градаций фактора усредненного мгновенного улова (табл. 5). Поправка вычислялась как отношение расчетного значения для 2,5 дней к расчетным значениям для разных сроков застоя, кратным 0,5 (табл. 6).

Таблица 6. Число проб и поправочные коэффициенты на улов для разных сроков застоя в зависимости от усредненного мгновенного улова (УМУ).

Table 6. Samples number and corrective constants on catches for different soak time and average instantaneous catches.

Застой (\leq суток)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
Число проб	304	754	1418	2043	2341	2088	2100	1281	813
УМУ $\leq 18,4$ экз./лов.	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
УМУ $> 18,4$, но < 39 экз./лов.	2,1	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
УМУ ≥ 39 экз./лов	2,9	1,7	1,3	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9

При расчете усредненного мгновенного улова рекомендуется использовать данные не менее 10 проб (рис. 3, табл. 3), где улов отличен от 0. Если в течение суток было взято меньшее число проб, то следует объединить данные нескольких соседних суток при условии, что судно в этот период не делало больших переходов. Также при расчете усредненного мгновенного улова рекомендуется нейтрализация «выбросов» путем их винзоризации или иным способом (логарифмированием, заменой среднего медианой, отбрасыванием и т.д.). Независимо от выбора метода, сбор данных для усреднения должен быть направлен, во-первых, на уменьшение разброса, связанного с изменчивостью уловов в пространстве и времени, и, во-вторых – на репрезентативность выборки.

Значения поправок хорошо соответствуют формам кривых зависимости улова от продолжительности застоя (рис. 4, табл. 6): при малых значениях плотности (усредненного мгновенного улова), когда низкий уровень насыщения достигается быстро, поправка требуется только для очень малого срока (до 0,5 суток). При большой плотности поправку следует вводить чаще, но при застое от 2 дней ее величина, тем не менее, мала, и заметных искажений не вызывает.

Итак, на основе полученных данных, можно утверждать, что продолжительность застоя оказывает определенное влияние на ловушечные уловы

камчатского краба в Баренцевом море. Это влияние зависит от плотности крабов – при низкой плотности оно практически не ощущается, в то время как при высокой плотности оно заметно, особенно, если застой небольшой. По мере увеличения застоя численность крабов в ловушке достигает определенного насыщающего уровня, и не снижается. При расчете запаса уловы рекомендуются (*a posteriori*) приводить к сроку застоя в 2,5 дня, используя поправочные коэффициенты, величина которых зависит от плотности (усредненного мгновенного улова).

Авторы выражают искреннюю признательность экипажам судов, на которых был осуществлен сбор материала, а также ведущему инженеру ФГУП «ВНИРО» А.Ю. Огурцову за помощь в математической обработке результатов. Мы также очень признательны нашему рецензенту, Э.Р. Шагиняну (КамчатНИРО) за ценные замечания, высказанные при чтении рукописи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Банержи А. Медицинская статистика понятным языком: вводный курс / Пер. с англ. под ред. В.П. Леонова. М.: Практическая медицина, 2007. 287 с.

Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: в 2-х т. Т. 2. / Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 477 с.

Зуев Г.В., Нигматуллин Ч.М., Никольский В.Н. Нектонные океанические кальмары. М.: Агропромиздат, 1985. 224 с.

Карамышев А.К., Колесников М.В. Биология, распределение и поведение промысловых беспозвоночных на шельфе дальневосточных морей по результатам подводных исследований в период 1980-1989 гг. Севастополь: База «Гидронавт», 1989. С. 1-34.

Кузьмин С.А., Гудимова Е.Н. Вселение камчатского краба в Баренцево море. Особенности биологии, перспективы промысла. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2002. 236 с.

Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

Левин В.С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей. С.-Пб.: ПКФ «ОЮ-92», 1994. 240 с.

Михеев А.А., Букин С.Д., Первеева Е.Р. и др. Анализ зависимости уловов на ловушку от продолжительности застоя для ряда промысловых беспозвоночных Сахалино-Курильского района. Сб. Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. Тр. СахНИРО. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2007. С. 82-103.

Моисеев С.И. Промыслово-биологические исследования камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в январе-марте 2002 г. в прибрежной зоне Варангер-фиорда (Баренцево море). Сб. Донные экосистемы Баренцева моря. Тр. ВНИРО. М.: ВНИРО, 2003а. Т. 142. С. 151-177.

Моисеев С.И. Изучение производительности крабовых ловушек различного типа в прибрежной зоне Баренцева моря. Сб. Донные экосистемы Баренцева моря. Тр. ВНИРО. М.: ВНИРО, 2003б. Т. 142. С. 178-191.

Моисеев С.И., Вагин А.В., Полонский В.Е. Характеристика осенних скоплений камчатского краба в Варангер-фиорде и тактика его промысла на ограниченном полигоне. Сб. Прибрежные гидробиологические исследования. Тр. ВНИРО. М.: ВНИРО, 2005. Т. 144. С. 194-211.

Переладов М.В. К вопросу об уловистости крабовых ловушек // X Съезд Гидробиологического общества при РАН. Тез. докл. (г. Владивосток, 28 сентября-2 октября 2009 г.). Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 307-308.

Смулов А.В., Полищук Л.В. Количественные методы оценки основных популяционных показателей: статистический и динамический аспекты. М.: МГУ, 1989. 208 с.

Miller R.G. Effectiveness of crab and lobster traps // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1990. V. 47. Pp. 1228-1251.

Sloan N.A., Robinson S.M.C. The effect of trap soak on yields of the deep-water golden king crab *Lithodes aequispina* Benedict in a northern British Columbia Fjord // J. Shellfish Res. 1985. V. 5. №1. Pp. 21-23.

EFFECT OF TRAP SOAK ON CATCHES OF THE RED KING CRAB (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*) COMMERCIAL MALES IN THE BARENTS SEA

© 2012 y. A.I. Buyanovsky, S.V. Goryanina, S.I. Moiseev

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow
Dependence of catches per trap (Y) on trap soak time (t), $Y(t)=a(1 - e^{-bt})$, is connected with crabs density. Average instantaneous catch per trap (AIC, crabs per trap) is suggested as density index. Decrease of catches (per trap) for continuous trap exposition was not found. If $AIC \leq 18,4$, $b=3,4$ and $a=12,8$; trap saturation fast (0,5 days). If $AIC \geq 39$, $b=0,7$ and $a=59,7$; trap saturation slow (2,5). For intermediate AIC, $a=27,8$, $b=1,3$. Catches corrections on trap soak time, depended on AIC, are calculated. It is suggested to exclude from analysis all data obtained from traps exposed more than 4,5 days.

Key words: crab traps, red king crab, trap soak, catch.