

24. Waluda, C.M. Surface oceanography of the inferred hatching grounds of *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) and influences on recruitment variability / C.M. Waluda, P.G. Rodhouse, G.P. Podesta, P.N. Trathan, G.J. Pierce // Mar. Biol. – 2001. – Vol. 139. – P. 671-679.

25. Waluda, C.M. Influence of oceanographic variability on recruitment in the *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) fishery in the South Atlantic / C.M. Waluda, P.N. Trathan, P.G. Rodhouse // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1999. – Vol. 183. – P. 159-167.

УДК 639.29+639.2.052.53

Ю.В. Кадильников, А.С. Мысков

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫСЛА ЗООПЛАНКТОНА И МЕЛКИХ МЕЗОПЕЛАГИЧЕСКИХ РЫБ**

### **Введение**

Антарктический криль и мелкие мезопелагические рыбы (ММР) обитают преимущественно вне экономических зон морских государств. Являясь основным резервом развития океанического рыболовства они могут стать дополнительным ресурсом пополнения протеином российского сельского хозяйства, пищевой и фармацевтической промышленности, основой развития пресноводной и морской аквакультуры.

У криля и ММР общим является незначительная длина тела: от 4 см у криля до 8 – 10 см у ММР, определяющая невысокую скорость горизонтального перемещения – от 0,18 до 0,9 м/с. Это сразу же предопределяет бесперспективность разработки организации их промысла на основе орудий светолова, так как они просто не успевают за дрейфом судна с искусственными источниками света даже при наличии у них положительной реакции фототаксиса. Невысокая скорость их перемещения обуславливает и низкую их уловистость разноглубинными тралами [4]. Как это не покажется парадоксальным, но объекты с незначительной скоростью перемещения облавливаются разноглубинным тралом гораздо сложнее, чем пелагические объекты с плавательной способностью первой и второй группы по классификации профессора Н.Н. Андреева [1].

Но главной общностью этих двух компонентов резерва увеличения океанического рыболовства является их положение в основании трофической пирамиды. Они зачастую являются единственной кормовой базой для многих видов рыб, птиц, морских млекопитающих. Это должно определять общий экологический подход к выбору технических средств добычи и организации их промысла. Он заключается не только в достаточно приемлемых за единицу времени объемах вылова, обеспечивающих достаточный уровень рентабельности промысла, но и допустимую экологичность конструкций. Например, говоря о повышении эффективности тралений антарктического криля, необходимо определить, какой урон его запасам наносит не только масса его вылова, но и все брутто-изъятие, т.е. не только масса улова, поднятого на борт траулера, но и количество погибших в ходе операции рачков. Такой подход к промыслу криля возник как ответ на критику ряда ученых, высказанную в начале 90-х годов. Опираясь на экспериментальные оценки АтлантНИРО по уловистости криля разноглубинными тралами, показавших всего 2 – 5 % (кстати, не расходящиеся с теоретическими расчетами более чем на 5 – 10 %), они полагали, что оставшаяся масса криля (95 – 98 %), видимо, погибает в ходе промысловой операции

от столкновения с нитями траловых сетей. Поэтому необходимо выяснить, насколько серьезны эти опасения, определив сначала вероятность столкновения объекта с нитями траловых делей ниже точки приложения гидродинамических сил, когда после столкновения объект наверняка окажется за пределами траловой оболочки, получив при этом различной тяжести травмы. Если считать интенсивность общей элиминации как вероятность суммы двух совместно происходящих событий – вылова и гибели от столкновения, приняв при этом вероятность получения смертельной травмы равной единице (больше просто быть не может), то выбранный при этом режим эксплуатации биологических ресурсов будет щадящим и предосторожным. В действительности интенсивность общей элиминации может быть только равной расчетной или менее ее. Столкновение объекта с ваерами и траловыми досками представляется маловероятным, так как суммарная площадь нитей современного разноглубинного трала в сотни раз больше суммы поверхности ваеров и досок. Такой экологический подход к промыслу антарктического криля, который надо возродить, в значительной степени является новаторским, предупреждающим возможную негативную критику со стороны природоохранных организаций, той же Антарктической комиссии по сохранению живых ресурсов Антарктики (АНТКОМ).

### Материал и методика

В холодную и темную зимнюю ночь первичная продукция фитопланктона в полярных районах крайне бедна. Зависящие от продуктивности фитопланктона живые существа зоопланктона пассивны и не продуктивны. В то же время зоопланктон здесь служит основной пищей организмов, обитающих в этих морях.

На земле, видимо, нет более стройной экосистемы, чем та, которая существует в Южном океане. Ее северная граница проходит по антарктической конвергенции и главную роль в ней играет криль (*Euphausia superba*). Главной движущей силой этой экосистемы, ее пружиной, является биомасса криля. В наибольшем количестве он встречается там, где воды, богатые питательными веществами, сочетаются с другими факторами. Такие благоприятные условия складываются в атлантическом секторе Антарктики.

Криль питается с помощью фильтровальной корзины, образуемой вытянутыми вперед, вниз и в стороны двумя ловчими ногами. Если он их повредит или потеряет после столкновения с нитями траловых сетей, то гибель его практически неизбежна. Летом в верхнем 100-метровом слое морского пространства, в зоне океанических фронтов, в меандрах течений образуются большие скопления криля. Распределение в океане животных, питающихся крилем: рыб, птиц, пингвинов, тюленей, китов – зависит от наличия этих огромных запасов пищи. Подсчитано, что постоянный запас криля в Южном океане составляет не менее 1/3 миллиарда тонн. Китами требуется в пищу ежегодно масса криля, превышающая массу их тела в 4 раза, тюленям – в 20 – 25 раз, пингвинам – в 70 раз, что объясняется отношением поверхности тела к его массе. Чем больше это отношение, тем больший требуется расход пищи.

Поэтому для добычи антарктического криля необходимо разрабатывать орудия лова, прежде всего, не наносящие ущерб с экологической точки зрения, то же самое касается промысла ММР.

Из всех возможных методологических приемов исследования повышения эффективности тралового лова и оценки последствий на запасы объектов лова, на брутто-изъятие криля и ММР, наиболее подходит разработанная в лаборатории промышленного рыболовства АтлантНИРО вероятностно-статистическая теория рыболовных систем [2]. В моделях этой теории основу используемой информации со-

ставляют сведения о характеристиках распределения объектов в трехмерном физическом пространстве и рассчитанные или измеренные технические параметры трала. Характеристики распределения криля и ММР, полученные по результатам нескольких экспедиций в Антарктику и Центрально-Восточную Атлантику (ЦВА), показаны в табл. 1.

Таблица 1

**Характеристики распределения некоторых промысловых объектов**

**Distributional characteristics for some fishing objects**

Характеристики	Криль, море Скотия	Мавролик, г. Дискавери	Миктофиды, ЦВА
Общая длина тела, см	4,2-6,0	6,0-6,5	7,5-8,0
Масса тела, г	0,6-1,6	1,8-2,5	5,0-5,5
Плотность объектов в стае, м <sup>-3</sup>	560,2-98,4	233,2-90,3	82,0-59,1
Относительная плотность заселения стаями трехмерного пространства	0,173	0,150	0,130
Плотность поля стай в трехмерном пространстве, м <sup>-3</sup>	$5,75 \cdot 10^{-5}$	$3,20 \cdot 10^{-6}$	$4,95 \cdot 10^{-6}$
Средний радиус проекций стай на поверхность моря, м <sup>2</sup>	6,2	25,5	31,0
Средний объем стай, м <sup>3</sup>	3000	46875	24145
Средняя глубина верхней кромки стай, м	60	50	35
Высота слоя обитания, м	80	91	76

Характеристики разноглубинных тралов, использованные при расчетах, даны в табл. 2.

Таблица 2

**Характеристики разноглубинных тралов**

**Parameters of midwater trawls**

Тип трала и его характеристики	70/370 м с крилевой приставкой	70/370 м N с крилевой при- ставкой, оснащенной под раз- грузку мешка рыбонасосом
Скорость траления, уз	3,5	3,5
Длина вытравленных ваеров, м	300	300
Горизонтальное раскрытие по доскам, м	75,3	75,3
Вертикальное раскрытие по гужу, м	52,1	52,1
Горизонтальное раскрытие по сетям в гуже, м	38,4	38,4
Угол атаки кабелей, град.	10,3	10,3
Угол атаки крыла, град	6,9	6,9
Длина трала от мешка до конца крыльев, м	140	140
Длина кабельной линии, м	108	108
Площадь траловых досок, м <sup>2</sup>	7,0	7,0
Диаметр тралового мешка, м	2,0	6,0

В последнем столбце указаны параметры того же трала 70/370 м, но оснащенного траловым мешком под выливку улова рыбонасосом, имеющего диаметр входного устья 6,0 м, вместо стандартного мешка с диаметром устья 2,0 м, поднимаемого с уловом по слипу. При изменении технологии подъема тралового мешка с уловом по слипу и замены ее на выливку улова из мешка рыбонасосом на плаву, диаметр мешка не ограничивается габаритами слипа, в широкий мешок улучшается проход облавливаемого объекта, что, естественно, приводит к повышению уловистости. Результаты расчетов улавливающих и экологических характеристик на основании сведений, приведенных в табл. 1 и 2, даны в табл. 3.

Таблица 3

**Улавливающие и экологические характеристики разноглубинных тралов при облове антарктического криля и ММР**

**Catchability and ecological characteristics of midwater trawls in the Antarctic krill and small mesopelagic species fishery**

Характеристики	Криль		Мавролик		Миктофиды	
	70/370 м стандарт	70/370м N с рыбонасосом	70/370 м стандарт	70/370м N с рыбонасосом	70/370 м стандарт	70/370м N с рыбонасосом
Вылов за час траления, т	27,0	49,9	33,7	52,1	128,9	136,6
Полная общая уловистость	0,038	0,056	0,035	0,054	0,131	0,139
Вероятность общей гибели	0,049	0,079	0,039	0,064	0,019	0,059
Вероятность общей элиминации	0,077	0,125	0,073	0,114	0,147	0,190
Полный теоретический коэффициент экологической чистоты:						
по численности	0,390	0,404	0,485	0,476	0,891	0,730
по массе	0,339	0,427	0,435	0,476	0,886	0,730
Сравнительная уловистость	1	1,832	1	1,548	1	1,060
Сравнительная вариация	1	0,713	1	0,799	1	0,971
Сравнительная экологичность	1	1,258	1	1,093	1	0,9152

К табл. 3 необходимо дать пояснения.

1. Полная общая уловистость – это уловистость всех видов промысловых объектов и всех их размерных групп, попавших в зону действия трала, т.е. между его распорными досками.

2. Вероятность общей гибели – это вероятность столкновения всех размерных групп с нитями траловых сетей ниже точки приложения гидродинамических сил, получивших при этом смертельные травмы, погибших и вышедших за пределы траловой оболочки.



3. Вероятность общей элиминации – это вероятность суммы совместно произошедших событий вылова и гибели при тралении всех биологических видов и их размерных групп, попавших в зону действия трала, ее значение всегда больше полной общей уловистости.

4. Полный теоретический коэффициент экологической чистоты – отношение вылова всех разрешенных к промыслу биологических видов и их размерных групп к сумме количества всех элиминированных видов и их размерных групп. Различают экологическую чистоту по численности и по массе. Численное значение коэффициента экологической чистоты заключено между нулем и единицей, чем выше значение коэффициента, тем экологичнее трал. Многочисленные вычисления экологической чистоты различных конструкций разноглубинных тралов показывают, что при облове обычных пелагических объектов тралами с судов с мощностью ГСУ 2000 л.с. и более значение его не выше 0,3.

5. Сравнительная уловистость – отношение массы вылова одним тралом в единицу времени к массе вылова сравниваемым тралом за то же время.

6. Сравнительная вариация – отношение коэффициента вариации вылова одним тралом к коэффициенту вариации вылова сравниваемым тралом. Чем меньше единицы это значение, тем более стабильны уловы сравниваемого трала.

7. Сравнительная экологичность – это отношение полных теоретических коэффициентов экологической чистоты по массе сравниваемых тралов. Чем значение больше единицы, тем экологичнее конструкция сравниваемого трала.

Приведенные в табл. 3 сведения – это далеко неполный продукт разработанной в начале 90-х годов в АтлантНИРО компьютерной программы «Вылов-2». В настоящее время данная программа, работающая в оболочке «Foxbase», нуждается в переработке в оболочку «Windows», что требует дополнительного финансирования, при этом используемые алгоритмы останутся практически без изменения.

### **Результаты и их обсуждение**

Результаты расчетов показывают, что для тралового промысла всех указанных объектов предпочтение по сравнительной уловистости и экологическим показателям следует отдать разноглубинному тралу 70/370 м N с широким мешком, оснащенный под выливку улова рыбонасосом.

Высокие значения уловов за часовое траление говорят о том, что для большей эффективности промысла целесообразно модернизировать суда, увеличив их суточную производительность рыбоперерабатывающего оборудования, так как в любом случае будет иметь место усеченное распределение суточных уловов в интервале от нуля до наибольшей суточной производительности оборудования. Рассмотрим вариант увеличения суточной производительности технологического оборудования на промысле криля с 70 т (40 т заморозка и 30 т переработка на муку) до 250 т. Расчеты показывают, что при производительности оборудования 70 т/сутки оно будет использоваться на 90 – 100%, но потери возможного суточного вылова составят 70 – 73 % при ограничении одноразового улова 10 т и при продолжительности тралений 0,4 ч стандартным тралом. При работе тралом 70/370 м N с рыбонасосом суточный вылов составит 62,2 – 70,0 т, а потери возможного суточного улова достигнут 60 – 65 %. При суточной производительности оборудования 250 т, работая тралом 70/370 м N с рыбонасосом, вылов за сутки по массе переработанного сырья достигнет 230 т, а возможные потери составят всего 5,2 %. В данном случае на промысловую работу в сутки в сезон промысла криля будет затрачено 20 ч, выполнено 4,9 тралений, остальное время суток потратится на поиск скоплений, хозработы, ремонт оборудования и т.д.

Таким образом, стремясь сделать промысел криля высокопродуктивным и экологичным, необходимо оснащение разноглубинных тралов рыбонасосом для выливания уловов из мешка, а также увеличение суточной производительности технологического оборудования.

Определившись с типом судна и орудием лова, необходимо выполнить расчеты по брутто-изъятию криля, удовлетворив требования природоохранных организаций, предложивших такое понятие, как предосторожный подход к эксплуатации морских экосистем [5].

Если зоны действия  $N_T$  рыболовных единиц пересекаются и образуют в трехмерном пространстве пуассоновское поле точек, то [2]:

$$P_{\Sigma(1)} = 1 - \exp\left(-\frac{B_T}{B_o} N_T (1 - P)^{N_T}\right), \quad (1)$$

где  $P_{\Sigma(1)}$  – вероятность для рыбы оказаться пойманной за период работы флота (интенсивность вылова);

$B_T$  – зона действия рыболовной единицы, принятой за стандарт;

$B_o$  – объем обитания промысловой части облавливаемого запаса;

$N_T$  – количество рыболовных единиц, количество тралений;

$P$  – общая полная уловистость стандартного трала за стандартное время траления.

Если зоны действия тралов не пересекаются, то интенсивность вылова будет:

$$P_{\Sigma(2)} = 1 - \exp\left(-\frac{B_T N_T}{B_o} P\right), \quad (2)$$

где все обозначения даны выше.

Если считать, что погибший от столкновения с нитями ячей траловой оболочки и вышедший за ее пределы объект не может далее участвовать в промысле, то его интенсивность гибели за  $N_T$  промысловых операций определяется аналогично интенсивности вылова при гипотезе непересечения зон действия тралов [2]:

$$\overset{\Delta}{P}_{\Sigma} = 1 - \exp\left(-\frac{B_T N_T}{B_o} P_{(q)}\right), \quad (3)$$

где  $\overset{\Delta}{P}_{\Sigma}$  – интенсивность гибели объекта при просеивании его через траловую оболочку за  $N_T$  промысловых операций;

$P_{(q)}$  – вероятность гибели объекта при одном стандартном тралении.

В этом случае интенсивность общей элиминации промыслового объекта группой флота за сезон промысла зависит от двух причин: гибели при проходе траловых сетей и вылова за  $N_T$  промысловых тралений – и определится как вероятность суммы двух совместных событий:

$$\overset{\Delta}{P}_{\Sigma(1)} = P_{\Sigma(1)} + \overset{\Delta}{P}_{\Sigma} - P_{\Sigma(1)} \cdot \overset{\Delta}{P}_{\Sigma}; \quad (4)$$

$$\overset{\Delta}{P}_{\Sigma(2)} = P_{\Sigma(2)} + \overset{\Delta}{P}_{\Sigma} - P_{\Sigma(2)} \cdot \overset{\Delta}{P}_{\Sigma}, \quad (5)$$

где  $\overset{\Delta}{P}_{\Sigma(1)}$  – вероятность элиминации объектов при пересечении зон действия тралов группой флота – интенсивность брутто-изъятия;

$\overset{\Delta}{P}_{\Sigma(2)}$  – вероятность элиминации объектов группой флота при непересечении зон действия тралов – интенсивность брутто-изъятия при гипотезе непересечения зон действия тралов.

В действительности ни одна из принятых гипотез пересечения и непересечения зон действия тралов не может иметь место. При скорости тралений свыше 4,0 уз, перемещении объектов более 1,5 м/с и ограниченном размере площади операции, на которой они происходят, вероятность гипотезы пересечения зон действия тралов ближе к единице. При уменьшении скоростей движения тралов и объектов промысла она уменьшается. Среднее решение, принятое по результатам расчетов по формулам (1), (2) и (4), (5), также будет неправильным, так как по образному выражению Гегеля: истина лежит не по середине, между ними лежит проблема.

Карпенко Э.А. [3], анализируя большой промысел перуанской ставриды, пришел к выводу, что вероятность гипотезы пересечения зон действия примерно равна 0,7. Полагая, что она пропорциональна отношению сумм скоростей объекта и траления, то при промысле криля и ММР вероятность пересечения зон действия тралов может быть равной 0,2393. (Скорость ставриды длиной 30 см – 3,4 м/с, скорость траления 5,5 уз – 2,83 м/с, скорость криля и ММР не более 0,33 м/с, скорость траления 3,5 уз – 1,8 м/с, соотношение сумм скоростей – 0,3419).

Поэтому действительная интенсивность вылова может быть рассчитана по формуле:

$$P_{\Sigma(3)} = P_{\Sigma(2)}[1 - P(1)] + P_{\Sigma(1)}P(1), \quad (6)$$

а действительное брутто-изъятие

$$\overset{\Delta}{P}_{\Sigma(3)} = \overset{\Delta}{P}_{\Sigma(2)}[1 - P(1)] + P_{\Sigma(1)}\overset{\Delta}{P}(1), \quad (7)$$

где  $P_{\Sigma(3)}$  – действительная интенсивность вылова;

$P(1)$  – вероятность гипотезы пересечения зон действия тралов;

$\overset{\Delta}{P}_{\Sigma(3)}$  – действительная интенсивность брутто-изъятия;

Остальные обозначения даны выше.

Поскольку российский промысел антарктического криля и ММР за годы реформ был практически свернут, то оценку интенсивности вылова и брутто-изъятия целесообразно сделать по условно принятому району 100x100 морских миль, полагая, что объект распределен в слое воды 100 м, промысел проводится двумя типами тралов с параметрами, приведенными в табл. 2, 3. Результаты расчета приведены в табл. 4.

## Интенсивность вылова и брутто-изъятия

## Intensity of catches and gross withdrawal

Характеристики	Криль		Мавролик		Миктофиды	
	70/370 м стандарт	70/370м N с рыбонасосом	70/370 м стандарт	70/370м N с рыбонасосом	70/370 м стандарт	70/370м N с рыбонасосом
Слой обитания стай, м	100	100	100	100	100	100
Объем обитания, км <sup>3</sup>	3430	3430	3430	3430	3430	3430
Зона действия трала за час, км <sup>3</sup>	91,55	91,55	91,55	91,55	91,55	91,55
Количество часовых тралений	100	100	100	100	100	100
Интенсивность вылова при пересечении зон действия тралов	0,9307	0,9307	0,9307	0,9307	0,9307	0,9307
Интенсивность вылова при не пересечении зон действия	0,0905	0,1249	0,0819	0,1349	0,2919	0,3099
Вероятность пересечения зон действия тралов	0,2393	0,2393	0,2393	0,2393	0,2393	0,2393
Интенсивность гибели объекта (100 тралений)	0,1226	0,1901	0,0989	0,1570	0,0495	0,1578
Интенсивность брутто-изъятия при пересечении зон действия тралов	0,9392	0,9439	0,9299	0,9416	0,9341	0,9416
Интенсивность брутто-изъятия при не пересечении зон действия тралов	0,2242	0,2913	0,1558	0,2707	0,3269	0,4139
Действительная интенсивность брутто-изъятия	0,3953	0,4474	0,3433	0,4517	0,4723	0,5398
Действительная интенсивность вылова	0,2916	0,3177	0,2850	0,3253	0,4447	0,4584
Превышение брутто-изъятия над выловом, %	35,6	40,8	20,4	38,9	6,2	17,8

## Выводы

Расчеты показывают, что российский рыбопромысловый флот может успешно вести промысел криля и ММР даже на старом типе промысловых судов, а для повышения эффективности промысла необходимо внедрить технологию выливки улова рыбонасосом и довести суточную производительность судового рыбоперерабатывающего оборудования по сырью до 250 – 300 т. Распределение этой производительности по видам переработки можно определить после выполнения технологических и экономических исследований. Организация промысла криля и ММР освобождает Россию от дефицита кормовых продуктов для животноводства и растениеводства, даст толчок развитию пресноводной и морской аквакультуры.



Утаивание отечественными коммерческими структурами технической и эксплуатационной документации на орудия лова, уклонение от предоставления промысловой статистики работы флота от бассейновых научно-исследовательских рыбохозяйственных организаций может привести к неправильной оценке промыслового потенциала и снижению престижа российского рыболовства на международной арене.

### Список использованной литературы

1. Андреев, Н.Н. Проектирование кошельковых неводов / Н.Н. Андреев. – М.: Пищ. пром-сть, 1970. – 504 с.
2. Кадильников, Ю.В. Вероятностно-статистическая теория рыболовных систем и технической доступности для них водных биологических ресурсов / Ю.В. Кадильников. – Калининград: АтлантНИРО, 2001. – 277 с.
3. Карпенко, Э.А. Интенсивность вылова промыслового запаса рыб при разных зонах действия орудий лова / Э.А. Карпенко // *Вопр. рыболовства.* – 2001. – Т. 2, № 4 (8). – С. 713-721.
4. Мысков, А.С. Теоретические предпосылки повышения эффективности тралового промысла малоподвижных пелагических объектов / А.С. Мысков // *Доступность морских промысловых объектов для орудий лова и технических средств наблюдений: сб. науч. тр. / АтлантНИИ рыб. хоз-ва и океанографии.* – Калининград, 1988. – С. 65-71.
5. FAO. Code of Conduet for Responsible Fisheries // FAO, Rome. – 1995. – P. 14.

УДК 639.2.06.002.25:338.312

В.Ф. Иванова, А.А. Лапушкин

## ИЗМЕНЕНИЕ ВЫЛОВА РЫБЫ ЗА СУДО-СУТКИ ЛОВА СУДОВ ПРИ ИХ СТАРЕНИИ

### Введение

В прогностической деятельности научных организаций предусматривается выдача конкретных прогнозов по районам промысла и типам рыболовных судов. При этом вылов на судно за определенный период является критерием, по которому проводят анализ промысла, делают оценку запаса рыбы, определяют оптимальное количество судов на промысле. Часто за этот период выбирают сутки лова. Эффективность эксплуатации рыбодобывающих комплексов (судно-трал) зависит как от поведения и распределения биологических объектов, так и от технического состояния самих комплексов.

Целью данной работы и явилось выяснение возможных изменений основной прогнозируемой величины – вылова за судно-сутки лова, от старения рыболовного флота, от использования новейших высокоуловистых орудий лова и от вариации промысловой обстановки. В работе не рассматриваются все факторы физического и морального старения флота из-за отсутствия соответствующей нормативной базы. Параметры физического старения судов в работе заданы укрупненно по основным техническим характеристикам судна: скорость траления была снижена на 10 – 20 % от скорости нового судна, а суточная производительность судового технологического оборудования уменьшена на 10 – 20 % от его паспортного значения (номинально-