

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляева Л. А. Промысловая мощность орудий лова и изменение численности запаса рыб. — Рыбное хозяйство, 1976, № 10, с. 59—62.
2. Студенецкий С. А. Организация и материально-техническая база промышленного рыболовства СССР. — М.: Пищевая промышленность, 1973. — 336 с.
3. Сысоев Н. П. Экономика рыбной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1972. — 246 с.
4. Трещев А. И. Методика определения параметров рыболовства. — М.: Рыбное хозяйство, 1972. — 26 с.
5. Трещев А. И. Научные основы селективного рыболовства. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 446 с.
6. Трещев А. И. Руководство по измерению промыслового усилия методом прожеженных объемов. — М.: ВНИРО, 1976. — 114 с.
7. Футтер Э. И., Иванов В. С. Экономика флота рыбной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1936. — 246 с.
8. Treschev, A. I., E. A. Karpenko, L. A. Beljaeva. Quantitative estimate of volume of water swept by the fishing gear. ICES. C. M. 1974/B:7, p. 37.

DETERMINATION OF FISHING POWER OF FISHING GEAR FOR ESTIMATION OF THE OPERATION OF FISHING FLEET

Belyaeva L.

SUMMARY

The determination of fishing power of fishing gear helps to find new reserves for increasing catches on account of using more efficient fishing gear, perfection of the fishing operations etc.

The daily operations of vessels on the fishing grounds may be estimated by means of the coefficient of fishing power of the fishing complex.

Judging from operation data the estimate of economical effectiveness of the fishery and option of the best design of the trawl may be obtained on the basis of catch estimates per rouble of expenditure and profitable exploitation of the vessel.

УДК 639.2.081.117.004.17

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИКИ ТРАЛОВЫХ СЪЕМОК (К ОЦЕНКЕ РАБОТЫ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ¹ ПРИ УЧЕТНЫХ СЪЕМКАХ)

Г. Е. Биденко, В. Ф. Иванова, Б. К. Мотузенко

Совместные советско-американские рыбохозяйственные исследования в Северо-Западной Атлантике проводятся с 1967 г. Используемая методика учетных траловых съемок [9] основана на выборочной пробе — улове в диапазоне заданных глубин. При учетных съемках выясняется распределение рыб у грунтов и устанавливается их численность по выражению

$$N = \frac{\bar{N}_{\text{стр}} S}{K s} \quad (1)$$

где $\bar{N}_{\text{стр}}$ — индекс численности;
 S — общая площадь;
 K — индекс уловистости;
 s — протравленная площадь.

¹ Под рыболовной траловой системой понимается орудие лова с совокупностью технических средств: судно, промысловые механизмы и приборы контроля.

Индекс численности представляет собой средневзвешенный улов с единицы площади [10] и вычисляется по формуле

$$\bar{N}_{стр} = \frac{\sum S_i N_i}{S}, \quad (2)$$

где S_i — площадь i -го слоя (глубины);
 N_i — средний улов за траление в i -м слое;
 S — площадь всех слоев.

Исходя из формулы (1) численность популяции зависит от индекса уловистости K , так как площади S , s при заданной акватории района и выбранной скорости, продолжительности траления — величины постоянные. Вместе с тем индекс K изменяется от 0 до 1 и его влияние на ошибку численности значительно.

Как свидетельствуют результаты траловых съемок, индекс уловистости отечественных тралов в большинстве случаев выше индекса уловистости американских. Например, сравнительные испытания траловых систем (отечественный 27,1-метровый трал с СРТМ типа «Квант»

и американский «Янки-36» с судна кормового траления «Альбатрос-IV») при съемках 1967 г. показали, что индекс уловистости отечественной траловой системы при лове пелагической рыбы у грунта в 2—5 раз выше индекса уловистости американской, а на лове донной рыбы индексы этих систем практически равны. Так, соотношение эффективности тралов при лове акул — 5,3, тресковых — 2,6, сельди и скумбрии — 1,8, скагов — 1,6, камбал и палтусов — 0,95. Общее отношение эффективности обоих тралов $\frac{27,1}{36} = 2,6$.

Естественно, что индексы численности, полученные по результатам работы отечественной и американской траловых систем, различны по величине, хотя и одинаковы по тенденциям изменения. Так, на-

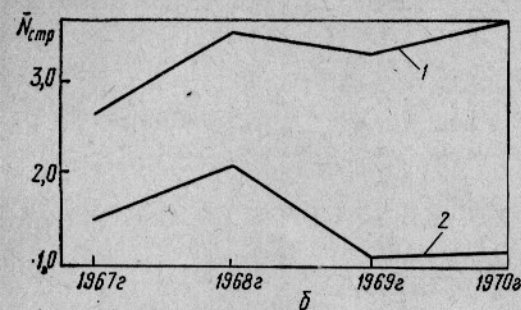
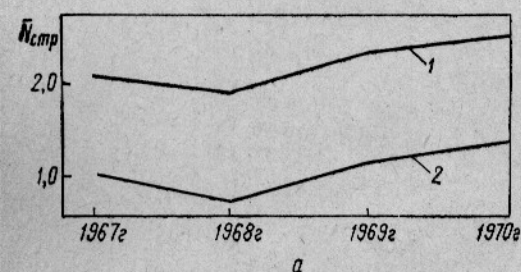


Рис. 1. Динамика изменения индексов численности красного налима (а) и серебристого хека (б) на шельфе Новой Англии:

1 — трал СССР; 2 — трал США.

пример, по данным АтлантНИРО, для красного налима (*Urophycis chuss*) и серебристого хека (*Merlussia bilineakis*), этот показатель у отечественного трала почти вдвое выше, чем у американского (рис. 1).

Изменение улова разными траловыми системами вызывает соответствующие изменения биомассы (табл. 1).

Точность индексов численности, полученных по материалам совместных советско-американских съемок в Северо-Западной Атлантике, невысока. Например, ошибка по пикше, треске и желтохвостой камбале, составляет $\pm 40-50\%$ при доверительной вероятности $P=0,95$ (табл. 2). В этом случае величину популяции, если ее численность изменилась менее чем вдвое, достоверно установить невозможно.

Анализ результатов сравнительных испытаний тралов, проводимых ежегодно перед траловыми съемками в Северо-Западной Атлантике

Средние уловы и биомасса [11]

Рыба	Средний улов тралом, кг			Биомасса, тыс. т		
	27,1-метровым	«Янки-36» (Канада)	Соотношение уловов	СССР N_1	Канада N_2	N_1/N_2
Камбала—ерш (Hippoglossoides platessoides)	57,73	18,41	2,80	17600	7500	2,34
Треска (Gadus morhua)	33,12	2,29	14,46	11300	900	12,55
Налим (Urophycis chuss)	0,21	1,68	0,12	100	700	0,14
Всего	297,64	97,84	3,04	101200	39600	2,55

Таблица 2

Различие численности для обеспечения достоверности (при $P = 0,95$)

Рыба	Ошибка траловых съемок		Различие численности
	в логарифмических единицах	в натуральных единицах, %	
Пикша (Melanogrammus aeglefinus)	$\pm 0,41$	± 50	2,3
Треска (Gadus morhua)	$\pm 0,41$	± 50	2,3
Желтохвостая камбала (Limanda ferruginea)	$\pm 0,34$	± 40	2,0

(1967—1973 гг.), показал, что вариации улова σ в основном зависят от плотности распределения рыбы (σ_N^2), уловистости рыболовной системы σ_N^2 , времени суток $\sigma_{N_B}^2$ и опыта экипажа, приобретенного во время работы в данном районе $\sigma_{N_0}^2$. В этом случае дисперсия индекса численности может быть представлена выражением

$$\sigma_{Ni}^2 = \sigma_{N_k}^2 + \sigma_{N_y}^2 + \sigma_{N_B}^2 + \sigma_{N_0}^2 + \sigma_{N_{B3}}^2 + \sigma_E^2, \quad (3)$$

где σ_{B3}^2 и σ_E^2 — изменчивости, обусловленные соответственно взаимодействием факторов и неучтенными факторами.

Согласно методике траловой съемки [9], каждый квадрат по распределению рыбы — однородная единица, а место траления рандомизировано (выбрано методом случайных чисел), следовательно, дисперсию можно отнести к группе случайных ошибок σ_E^2 . На этом основании дисперсия индекса численности в одном квадрате может быть представлена в следующем виде:

$$\sigma_{Ni}^2 = \sigma_{N_y}^2 + \sigma_{N_B}^2 + \sigma_{N_0}^2 + \sigma_{N_{B3}}^2 + \sigma_E^2. \quad (4)$$

Оценка составляющих уравнения (4) и их достоверности была выполнена методом дисперсионного анализа [6] по результатам испытаний отечественного трала 31,2 м пр. 1625 М и двух американских тралов «Янки-36» и «Янки-41» с двух судов РТМ «Белогорск» (СССР) и судна кормового траления «Альбатрос-IV» (США) в Северо-Западной Атлантике (1974 г.). При испытаниях тралов «Янки-36» и «Янки-41» было сделано 128 тралений, отечественным тралом 1625 М и «Янки-41» — 24 траления. Кроме того, на морском полигоне по специаль-

ной программе контролировали распределение и концентрацию рыб для исключения их влияния.

Сравнительные испытания первых четырех систем («Белогорск»—«Янки-36»; «Белогорск»—«Янки-41»; «Альбатрос»—«Янки-36»; «Альбатрос»—«Янки-41») выявили наибольшую эффективность (уловы в единицу времени) с надежностью $P=0,95$ системы «Белогорск»—«Янки-41»; эффективности систем «Белогорск»—«Янки-36» и «Альбатрос»—«Янки-36» почти одинаковы.

«Белогорск»—«Янки-41»	1,3
«Альбатрос»—«Янки-41»	
«Белогорск»—«Янки-41»	2,7
«Белогорск»—«Янки-36»	
«Белогорск»—«Янки-41»	2,5
«Альбатрос»—«Янки-36»	
«Белогорск»—«Янки-36»	1,0
«Альбатрос»—«Янки-36»	
«Альбатрос»—«Янки-41»	2,2
«Альбатрос»—«Янки-36»	
«Белогорск»—«Янки-36»	0,5
«Альбатрос»—«Янки-41»	

Эффективность рыболовной системы «Белогорск» — 31,2-метровый трал оказалась в 2—3 раза (а на некоторых видах рыб до 6—7) выше эффективности системы «Альбатрос»—«Янки-41» при облове камбаловых, скапа, баттерфиш, скатов и почти одинаковой при облове кальмаров (табл. 3).

Таблица 3
Сравнительные показатели уловов траловых систем
(в логарифмических единицах) «Белогорск» — 31, 2-метровый трал и «Альбатрос» — «Янки-41»

Рыба	Уловы		
	дневные	ночные	общие
Камбала			
четырёхпятнистая	4,1	2,4	3,2
зимняя	2,5	2,2	2,3
Малый скат	7,4	3,6	5,8
Скап	2,5	0,5	1,1
Баттерфиш	3,2	3,0	4,7
Кальмар	2,0	0,5	1,1
Общий улов	3,3	1,6	2,5

Таблица 4

Влияние действующих факторов на ошибку индекса численности при $P=0,95$ в % (траловые системы «Белогорск» — 1625 М и «Альбатрос»—«Янки-41»)

Факторы	Малый скат	Камбала		Скап	Баттерфиш	Кальмар
		пятнистая	зимняя			
Тип траловой системы	50	1	20	3	40	1
Время суток	41	28	4	31	Нет сведений	44
Взаимодействие	—	44	—	11	—	—
Случайные	9	27	76	55	60	55

Влияние исследуемых факторов на ошибку индекса численности по испытаниям тралов «Янки-36» и «Янки-41» значительно: типа траловой системы — 37, времени суток — 11, их взаимодействий — 25, остальных неучтенных факторов — 27% ($P=0,95$); (по испытаниям тралов 1625 М и «Янки-41») влияние типа траловой системы различно

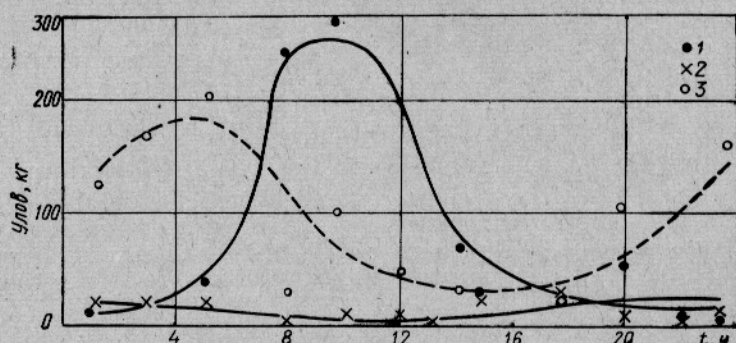


Рис. 2. Зависимость улова от времени суток:
1 — кальмар; 2 — камбаловые; 3 — малый скат.

(табл. 4): при облове четырехпятнистой камбалы, скапа и кальмара — всего 1—3, а при лове малого ската, баттерфиша и зимней камбалы — 20—50%, времени суток на всех объектах (исключение — зимняя камбала) — 28—44% (при этом донные рыбы лучше облавливаются ночью: камбаловые — в 1,5—8 раз, малый скат — в 1,5—2 раза (рис. 2), что подтверждено многими авторами [2—5].

Таблица 5

Сравнительные показатели (в логарифмических единицах) траловых систем «Белогорск», трал 1625 М (числитель) и «Альбатрос» — «Янки-41» (знаменатель) (Северо-Западная Атлантика, 1974 г.)

Рыба	Уловы					
	дневные		ночные		общие	
Четырехпятнистая камбала (Paralichthys oblonhus)	0,26	-1,16	2,10	1,22	1,18	0,03
	0,22	0,21	0,11	0,19	0,31	0,42
Зимняя камбала Paralichthys dentatus)	0,98	0,07	1,46	0,69	1,22	0,38
	0,52	0,50	0,41	0,32	0,37	0,29
Малый скат (Raja erinacea)	3,78	1,78	4,99	3,70	4,33	2,58
	0,30	0,19	0,13	0,12	0,25	0,31
Скап (Stenotomus chrysops)	-0,36	-1,28	-0,04	0,65	-0,20	-0,32
	0,67	0,22	0,76	0,40	0,47	0,42
Баттерфиш (Peprilus triacanthus)	1,34	0,18	—	-1,11	1,34	-0,21
	0,44	0,40	—	0,50	0,44	0,36
Кальмар (Illex illecebrosiis)	4,31	3,59	2,47	3,22	3,55	3,46
	0,34	0,06	0,34	0,33	0,32	0,13
Всего	10,31	3,18	10,98	8,37	11,42	5,92
	—	—	—	—	—	—

Неравномерность уловов в течение суток связана с вертикальной миграцией рыб; придонные рыбы днем находятся у грунта и хорошо облавливаются донным тралом, ночью поднимаются; донные рыбы, наоборот, днем поднимаются, а ночью опускаются, чем и объясняется увеличение их уловов ночью. Ошибки индекса численности донных рыб по ночным уловам значительно меньше, чем по дневным, а придонных — наоборот, а по общим уловам — приводят к занижению индекса численности и к увеличению ошибки (табл. 5).

Влияние типа траловой системы на ошибку индекса численности оценивали по материалам съемок 1967—1970 гг. во время лова красного налима (74%) и серебристого хека (83%) при $P=0,95$ (табл. 6 и 7).

Таблица 6

Показатели влияния типа траловой системы на ошибку индекса численности (в логарифмических единицах)

Год	Стратифицированные средние уловы		Стандартные отклонения		γ	Σ^2
	СССР	США	СССР	США		
1967	2,07	1,05	0,23	0,15	0,38	0,152
1968	1,88	0,79	0,20	0,15	0,35	0,122
1969	2,20	1,18	0,28	0,15	0,43	0,185
1970	2,36	1,35	0,18	0,14	0,32	0,102
Σ	—	—	0,90	0,59	1,49	0,562
Σ^2	—	—	0,810	0,348	2,22	—

Таблица 7

Схема дисперсионного анализа

Фактор варьирования	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	F-критерий		Степень влияния, %
				опыт	таблица	
Тип траловой системы	0,01200	1	0,0120	15	10,13	74
Годы	0,0035	3	0,0012	1,5	9,28	5
Случайное	0,0025	3	0,0008	—	—	21
Всего	0,0180	7	—	—	—	—

Таким образом, большая часть ошибки индекса численности возникает из-за различной уловистости траловых систем и изменения концентрации рыбы в зависимости от времени суток. Следовательно, снизить общую ошибку численности, получаемую по результатам учетных траловых съемок, можно при обеспечении высокой устойчивой уловистости рыболовной системы.

Выводы

1. Величина биомассы, рассчитываемая по данным траловых съемок, при прочих равных условиях пропорциональна объему уловов и поэтому в значительной степени зависит от эффективности работы исследовательских траловых систем.

2. Сравнительные испытания (1967—1973 гг.) 27,1-метрового трала (с судна бортового траления типа СРТМ) и трала «Янки-36» (с судна кормового траления типа «Альбатрос-IV») показали преимущество отечественной траловой системы на лове придонных рыб (отношение эффективностей $\alpha_{27,1} : \alpha_{36} = 2,6$ раза) и примерно одинаковую эффективность на лове донных ($\alpha_{27,1} : \alpha_{36} = 0,95$) при доверительной вероятности $p=0,95$.

Сравнительные испытания (1974—1975 гг.) траловых систем «Белогорск», трал 1625 М (СССР) и «Альбатрос-IV», трал «Янки-41» (США) показали, что уловистость отечественной траловой системы выше в среднем в 2—3 раза.

3. Предварительная оценка ошибки используемой методики стратифицированных траловых съемок по колебаниям осредненных уловов составила: $\Delta = 2\sigma_{\bar{N}} = \pm 50\%$ при $p = 0,95$, что свидетельствует о возможности обнаружения изменений численности популяции в том случае, если одно ее значение будет превышать другое не менее чем в 2 раза.

4. Испытания тралов в 1974—1975 гг. и анализ материалов траловых съемок 1967—1973 гг. позволили установить зависимость ошибки индекса численности типа траловой системы (20—74%) от времени суток (28—44%) при $p = 0,95$.

Точность определения индекса численности зависит и от вида биологического объекта — при лове донных (камбалы) она в 1,3—2,4 раза выше, чем при лове придонных (тресковые).

5. Для получения минимальных оценок численности, близких к абсолютной, и более полной информации о распределении рыб в исследуемом районе рекомендуется использовать рыболовную систему повышенной уловистости: для районов Северо-Западной Атлантики — 31,2-метровый трал пр. 1625 М с судна типа РТМ-Т; траловые съемки пелагических и придонных рыб проводить в светлое время суток, донных рыб — ночью.

Предлагаемые мероприятия сокращают ошибку с ± 30 —50 до ± 20 —25%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Громовский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1971. — 283 с.
2. Зуссер С. Г. Суточные вертикальные миграции рыб. — М.: «Пищевая промышленность», 1971. — 224 с.
3. Константинов К. Г. Суточные вертикальные миграции трески и пикши. — Труды ВНИРО, 1958, т. 36, с. 62—82.
4. Константинов К. Г., Турук Т. Н. Два типа суточных вертикальных миграций промысловых рыб. — Рыбное хозяйство, 1972, № 2, с. 9—11.
5. Честной В. И. Суточная ритмичность траловых уловов рыбы. Всесоюзная конференция по вопросу изучения поведения рыб в связи с техникой и тактикой промысла. — Мурманск: ПИРО, 1968. — 143 с.
6. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. — М.: Мир, 1967. — 406 с.
7. Griswold, B. L., Tlafoy, V. N. USA—USSR Cooperative Fishery Research in 1971. Annual Meeting—June 1972 ICNAF Res. Doc. 72/112, p. 20.
8. Grosslein, N. D. Results of Joint USA—USSR groundfish studies. Annual Meeting—June, 1968 ICNAF Res. Doc. 68/87.
9. Grosslein, N. D. Groundfish survey methods. Laboratory Woods Hole, Massachusetts Laboratory Reference. No. 69—2, April 1969, p. 34.
10. Grosslein, N. D. Some observations on Accuracy of abundance indices Derived from research vessel surveys. Annual Meeting—June 1971, Res. Doc. 71/59, p. 26.
11. Grosslein, N. D., Holiday, R. Preliminary evaluations of trawls used for research vessel surveys by Canada USA and USSR on the Nova Scotia shelf, and some observations on the resulting biomass estimates 1972. ICNAF Res. Doc. 72/34.
12. Hennemuth, R. C. Results of the Joint USA—USSR groundfish studies. Part I, Comparative fishing experiments. Annual Meeting—June 1968, Res. Doc. 68/86.

MODIFICATION OF TRAWL SURVEY TECHNIQUES

Bidenko G. E., Ivanova V. F., Motuzenko B. K.

SUMMARY

The analysis of surveys of biological resources of the Northwest Atlantic made in 1967—1975 and comparative tests of the trawl systems of the USSR and USA provided a basis for ascertaining a relationship between the assessment of the biomass

and the efficiency of the trawl system. Besides, the impact of each type of the trawl systems and influence of diurnal time on the assessment index of the abundance of fish stocks are evaluated. By using the data obtained it is possible to recommend an optimum regime of exploitation of the standard trawl to make the range of errors in the assessment of fish stock narrower.

УДК 639.2.081.117.004.17:639.2.03

КОНТРОЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ РЫБЫ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ

Г. Е. Биденко, В. Ф. Иванова, Б. К. Мотузенко

Учет изменения концентрации рыбы и промысловой обстановки на испытательном полигоне при определении эффективности работы траловых систем является одной из задач сравнительных испытаний. Этот контроль проводится с помощью дисперсионного анализа и выборочного метода [6, 7]. Для более полного анализа используются методы математического планирования эксперимента [1].

При описании модели процесса учтена зависимость улова от концентрации рыбы, конструкции и режима работы трала, типа судна [3, 4, 5], а также логнормальное распределение частот улова, отнесенного к единице времени [2]:

$$Y_{ijklm} = M + A_i + B_j + C_k + D_l + AB_{ij} + AC_{ik} + AD_{il} + BC_{jk} + BD_{jl} + CD_{kl} + E_{(ijkl)m} \quad (1)$$

где $Y_{ijklm} = \ln x_{ijklm}$ — логарифм улова;

M — логарифм общей средней совокупности;

A_i — эффект от неравномерности распределения рыбы;

B_j — эффект от изменения концентрации рыбы во время испытаний;

C_k — эффект судна;

D_l — эффект трала;

AB_{ij} , AC_{ik} и т. д. — двойные взаимодействия исследуемых факторов (неравномерности распределения рыбы, изменения ее концентрации, типа судна, конструкции трала);

$E_{(ijkl)m}^*$ — ошибка.

Сумма отклонений по каждому фактору характеризует степень его влияния на улов.

Неравномерность распределения рыбы контролируется по квадратам, на которые подразделяется испытательный полигон, а концентрация — по дням лова. При этом учесть обстановку можно или предварительной оценкой распределения рыбы в квадрате, или оценкой обстановки совместно с испытанием траловых систем. В первом случае необходимы минимум 16 тралений одним тралом с одного судна (один фактор \times один уровень \times четыре повторения \times четыре квадрата); во втором случае при оценке двух тралов с двух судов в каждом из четырех квадратов ставится полный факторный эксперимент типа $2 \times 2 \times 3 = 12$ тралений (два фактора \times два уровня \times три повторения комбинаций). Весь эксперимент для проверки неравномерности распределения рыбы вместе с испытанием траловых систем (методика-2) содержит 48 тралений. Схема проведения тралений в одном квадрате приведена в табл. 1.

* Все взаимодействия высших порядков, включая и тройные, как маловероятные, отнесены к ошибке $E_{(ijkl)m}$.