

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЛОВИСТОСТИ ТРАЛА

А. Г. Артемов, Э. А. Карпенко, В. А. Прогащук

При облове разреженных скоплений крупных лутуанов на коралловых грунтах Индийского океана определяли абсолютную уловистость донного трала «Треска М». Коэффициенты уловистости находили как для сетной части, так и для всей траловой системы (доски, кабели, трал) и выражали как отношение массы или количества рыб в улове N_y к массе или количеству рыб, находящихся на пути движения трала N . В первом случае использовали мелкочейные рыбоуловители, расположенные сверху пластин сетного полотна трала разного ассортимента, предназначенные для удержания рыб, прошедших сквозь ячейу трала. Рыбоуловители изготавливали из прямоугольного сетного полотна $93,5 \text{ текс} \times 4-20 \text{ мм}$ размером $5 \times 5 \text{ м}$ в жгуте; кромки пришивали вдоль диагональных нитей дели трала с коэффициентом посадки $U_1=0,5$. При этом массу или количество рыб, находящихся перед устьем трала, с учетом рыб, прошедших через ячейу сетного полотна и задержанных уловителями, вычисляли по формуле

$$N = N_y + \frac{\sum S_i \sum n_i}{\sum s_i},$$

где $\sum S_i$ — площадь всех верхних пластин трала в порядке;

$\sum s_i$ — площадь поверхности трала, закрытой рыбоуловителями;

$\sum n_i$ — количество рыб (масса), попавших в рыбоуловитель.

На промысле лутуанов с рыбоуловителями было сделано свыше 60 тралений. При этом в рыбоуловителях не было ни одного экземпляра лутуанов, они полностью удерживались тралом (от устья трала до кутка), т. е. $\phi=1,0$.

Предпринимались также попытки определить уловистость трала сопоставлением показаний плотностей разреженных рыбных скоплений, определяемых гидроакустическим способом, с уловами поисковых тралений.

Известно, что на точность этого метода в большой степени влияют погрешности, возникающие при подсчете рыб на ленте эхолота и определении облучаемого эхолотом объема воды. Это связано с тем, что рыба, которая держится близко у дна, из-за маскировки грунтом и сферического фронта волны плохо регистрируется прибором. Кроме того, при некоторых локальных рыбных концентрациях большой плотности в импульсный объем звукового пучка прибора могут попадать несколько рассеивателей, которые запишутся как одна рыба. Эти погрешности можно значительно уменьшить, применив эхолот с малой длительностью импульса и узким звуковым пучком, т. е. с высоким разрешением по глубине и по углу.

Расчеты облучаемого эхолотом объема воды упрощаются и становятся более точными в случае применения приборов с временной автоматической регулировкой усиления (ВАРУ) по закону $40 \lg R$ для единичных целей. При этом зона действия прибора выражается аналитически через эффективный угол звукового пучка, зависящий только от силы цели отражателя и не зависящий от глубины его погружения.

В наших исследованиях был использован эхолот ЕК-120 с высокой разрешающей способностью, работавший в режиме: длительность импульса — 0,1 мс, ВАРУ — по закону $40 \lg R$, белая линия включена. Угол направленности круглого вибратора эхолота диаметром 10 см равен 10° (по давлению на уровне 0,5). При указанной длительности

импульса разрешающая способность эхолота по глубине обеспечивает регистрацию рыбы у самого дна при условии достаточно ровного грунта.

Для оценки уловистости трала в процессе траления подсчитывали объем воды, облученный эхолотом (в м^3); число записанных эхолотом рыб; концентрацию рыб в облученном эхолотом объеме воды (шт./ м^3); объем воды, обловленный тралом, в сечениях между досками, устья и по верхнему гужу (в м^3); улов рыбы (в т или шт.).

Объем воды, облученный эхолотом, определяли по формуле

$$V_3 = (2H - \Delta H) \sin \frac{\theta_{\text{эф}}}{2} \Delta H D,$$

где H — максимальный радиус ультразвукового импульса, равный глубине моря, м;

ΔH — ширина слоя, соответствующая вертикальному раскрытию трала, м;

D — расстояние, пройденное судном за траление, м;

$\theta_{\text{эф}}$ — эффективный угол звукового пучка прибора, град.

Для расчета $\frac{\theta_{\text{эф}}}{2}$ построена обобщенная характеристика направленности приемо-излучающей системы эхолота, которая описывается соотношением

$$G(\theta) = \left[\frac{2I_1\left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta\right)}{\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta} \right]^2, \quad (1)$$

где a — диаметр пакета вибратора;

λ — длина звуковой волны в воде;

I_1 — функция Бесселя первого порядка.

Квадрат действующего значения напряжения эхо-сигнала от единичного отражателя равен

$$U^2 = \rho_c \frac{P_a \gamma}{4\pi} s^2 \frac{\sigma}{4\pi} G^2(\theta) \frac{10^{-0.2\beta R}}{R^4},$$

где ρ_c — удельное акустическое сопротивление воды;

P_a — акустическая мощность излучения;

γ — коэффициент осевой концентрации;

σ — сечение обратного рассеяния отражателя;

s — чувствительность приемной системы по напряжению;

R — глубина погружения отражателя;

β — коэффициент затухания звука в воде.

Минимальное напряжение эхо-сигнала $U_{\text{мин}}$, регистрируемое эхолотом, определяется уровнем акустического шума. С учетом ВАРУ по закону $40 \lg R + 2\beta R$ $U_{\text{мин}}$ в логарифмическом виде выражается равенством

$$20 \lg U_{\text{мин}} = W + S + T + 20 \lg G(\theta_{\text{эф}}), \quad (2)$$

где W — уровень излучения;

S — уровень чувствительности приемной системы;

T — сила цели отражателя.

На основании выражений (1) и (2) и данных, полученных в результате калибровки эхолота, построена зависимость $\frac{\theta_{\text{эф}}}{2}$ от силы цели отражателя T (рисунок).

Силу цели отдельных рыб определяли по амплитуде эхо-сигнала на выходе калиброванного эхолота, измеренной на осциллографе фир-

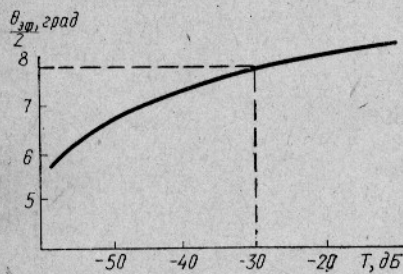
мы «Хьюлетт-Паккард» с памятью. Среднее значение силы цели одной рыбы в скоплении было равно 30 дБ, что соответствует $\frac{\theta_{эф}}{2} = 7^{\circ}50'$ (см. рисунок). Средняя масса одной рыбы — 6,8 кг, средняя длина — 52 см.

Подсчитав на эхограмме количество рыб в слое, находили плотность скопления $\rho = \frac{N}{V_э}$. Объем воды, обловленной тралом, равен

$$W_{тр} = \omega_i v t,$$

где ω_i — площадь облавливающего поперечного сечения исследуемого трала, m^2 ;
 v — скорость траления, m/c ;
 t — продолжительность траления, c .

Площади ω_i облавливающих поперечных сечений трала (между досками, устья и по верхнему гужу) были получены в результате изучения формы трала методом пространственной имитации. При этом использовали предварительные замеры расстояния между досками вертикального раскрытия.



Зависимость $\frac{\theta_{эф}}{2}$ от силы цели отражателя T .

В табл. 1 приведены основные данные контрольных тралений, а в табл. 2 сопоставляются величины уловов с численностью рыб, находящихся в различных объемах воды, облавливаемых тралом.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в трал через его сечение по верхнему гужу проходят не только рыбы, находящиеся на пути его движения, но и согнанные со стороны, от крыльев и, вероятно, от досок и кабелей.

Все рыбы, находящиеся на пути движения устья трала, практически составляют его улов, т. е. абсолютная уловистость сетной части трала от устья до кутка близка к 1. Коэффициент уловистости траловой системы в целом (доски, кабели, трал) равен приблизительно 0,25.

Таблица 1

Показатели, полученные при контрольных тралениях

Глубина траления, м	Продолжительность траления, мин	Скорость v , узлы	Объем обследованный эхолотом $V_э$, m^3	Плотность, рыбы ρ , шт./ m^3	Обловленный тралом объем воды $W_{тр}$, m^3			Улов N_y	
					между досками	устьем	сечением по верхнему гужу	т	шт.
45	87	4,7	890309	$14,4 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^6$	996746	681554	1,216	157
55	90	4,6	1100144	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^6$	1011192	690055	0,412	50
61	60	4,4	794182	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^6$	635606	440035	0,162	19
60	60	4,5	798230	$4,8 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^6$	650052	450036	0,547	43
60	60	4,8	851443	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$2,9 \cdot 10^6$	693389	480038	0,171	22
58	60	4,0	684640	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^6$	577824	400032	0,128	13
56	60	4,0	659744	$2,7 \cdot 10^{-5}$	$2,4 \cdot 10^6$	577824	400032	0,188	16

Примечание. Площадь сечения ω_i (в m^2) между досками равна 325, устья — 78, по верхнему гужу — 54 m^2 .

Соотношение уловов и численности рыб, находящихся в различных объемах воды, облавливаемых тралом

Число рыб				$\varphi_1 = \frac{N_y}{N_1}$	$\varphi_2 = \frac{N_y}{N_2}$	$\varphi_3 = \frac{N_y}{N_3}$
в объеме воды, обловленном тралом			в улове N_y			
между досками N_1	перед устьем N_2	в сечении по верхнему гужу N_3				
538	127	88	157	0,292	1,236	1,784
273	66	45	50	0,183	0,758	1,111
94	23	16	19	0,202	0,876	1,187
148	36	25	43	0,291	1,194	1,720
61	15	10	22	0,361	1,470	2,200
60	14	10	13	0,217	0,929	1,300
70	17	12	16	0,229	0,941	1,333

$$\varphi_1 = 0,254 \quad \varphi_2 = 0,105 \quad \varphi_3 = 1,519$$

Выводы

1. Отпугивающее влияние досок и кабельной оснастки донного трала «Треска М» на лутjanовых незначительно.
2. Улов трала практически составляют рыбы, находящиеся на пути движения устья трала, т. е. абсолютная уловистость сетной части близка к 1.
3. Коэффициент уловистости всей траловой системы в среднем равен 0,25.

DETERMINATION OF THE CATCHABILITY OF TRAWLS

Artemov A. G., Karpenko E. A., Protashchuk V. A.

SUMMARY

The absolute catchability of trawls in the fishery for sparse concentrations of Lutjanidae was evaluated with the help of special fish covers fixed to net parts of the trawl and application of the hydroacoustic method.

It is found that all species of Lutjanidae which occur in front of the mouth of the trawl are caught, i. e. the absolute catchability of the net part of the trawl from the mouth to codend is nearly 1. The catchability coefficient of the whole trawl system (boards, cables etc.) is equal, on the average, to 0.25.

УДК 639.2.081.1.004.17:639.2.081.117

КОЭФФИЦИЕНТ УЛОВИСТОСТИ СЕТНОЙ ЧАСТИ ДОННОГО ТРАЛА

П. А. Горелов

Объективным показателем эффективности работы трала является его уловистость. По словам Ф. И. Баранова «...важным моментом, определяющим перспективность дальнейшего усовершенствования трала, является хотя бы примерная оценка его абсолютной уловистости».

Абсолютной уловистостью называют отношение количества пойманных рыб ко всему количеству рыб, находившихся на обловленной пло-