

УДК 639.2.058

## О ПРИЦЕЛЬНОМ НАВЕДЕНИИ РАЗНОГЛУБИННОГО ТРАЛА НА РЫБНЫЕ СКОПЛЕНИЯ

М.М. Розенштейн

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,  
Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1  
E-mail: [rozenshtein@klgtu.ru](mailto:rozenshtein@klgtu.ru)

Указываются причины перехода на промысле от прицельного наведения разноглубинного трала на косяки рыб к облову вертикального слоя воды, в котором они находятся. Предложен метод расчёта вертикального размера слоя воды, который трал будет облавливать с заданной вероятностью.

*разноглубинный трал, прицельное наведение трала на косяки, размеры устья трала, вероятность попадания продольной оси слоя воды в центральную часть устья трала*

В 80-х - 90-х годах прошлого века разноглубинный траловый лов рыбы осуществлялся путём прицельного наведения орудия на облавливаемые косяки рыбы. Связано это было с тем обстоятельством, что разноглубинные тралы в то время имели относительно небольшие размеры устья (примерно 40 x 40 м), сопоставимые с размерами облавливаемых косяков рыб. Поэтому возникла необходимость в научном обосновании процесса наведения трала на косяки рыб.

В 1990 г. вышла в свет монография Б.А. Альтшуля и А.Л. Фридмана «Динамика траловой системы» [1], в которой была предложена достаточно простая схематизация траловой системы в виде двух прямолинейных стержней, заменяющих ваера и кабеля, и трёх материальных точек, имитирующих движение судна, траловых досок и трала. Положение схематизированной таким образом траловой системы в вертикальной плоскости определяется тремя обобщёнными координатами: вертикальным углом наклона ваера, вертикальным углом наклона кабеля и длиной ваера. Для нахождения законов изменения во времени указанных обобщённых координат составлены уравнения Лагранжа второго рода, решение которых открывает принципиальную возможность устанавливать характеристики управления траловой системой путём изменения скорости судна и длины ваера для обеспечения заданной траектории движения трала при его наведении на облавливаемый косяк рыбы. Однако реализовать эту принципиальную возможность не удалось до сего времени, так как динамические характеристики основного системообразующего элемента - трала, а также траловых досок остаются неизвестными. Таким образом, первый шаг в создании теоретических основ динамики системы *судно - трал*, предпринятый в указанной выше монографии, оказался и последним.

Кроме того, задача прицельного наведения трала на косяк рыбы в настоящее время полностью потеряла свою актуальность. Причина этого состоит в том, что нацеливание современного крупногабаритного канатного трала

осуществляется не на каждый косяк рыбы, а на вертикальный слой воды, в котором косяки располагаются. Так, например, по данным Ю.В. Кадильникова [2], вертикальное развитие косячков окуня-клювача в море Ирмингера находится в диапазоне от 2 до 14 м, а облов этого вида рыб производится разноглубинными тралами с вертикальным раскрытием устья 100 м и более. Такое же положение имеет место при лове атлантической сельди и путассу в районах Северо-Восточной Атлантики, сардины и скумбрии в районах Центрально-Восточной Атлантики и других районах Мирового океана.

В этой связи стала актуальной задача обоснования значения вертикального слоя воды, который с заданной вероятностью может быть обловлен конкретной конструкцией разноглубинного трала.

Для решения такой задачи может быть использована следующая известная интегральная зависимость вероятности попадания продольной оси косяка рыб в центральную область площади устья трала от вертикального и горизонтального размеров косяка и размеров устья трала [3]:

$$P[(X, Y) \subseteq B] = \frac{2}{\pi} \cdot \left[ \int_0^{\frac{K_x - L}{2\sigma_x}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz \cdot \int_0^{\frac{K_y - H}{2\sigma_y}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz \right], \quad (1)$$

где  $P[(X, Y) \subseteq B]$  - назначаемая проектировщиком вероятность попадания продольной оси косяка с координатами  $X, Y$  в центральную область площади устья трала  $B$ ;  $K_x, K_y$  - размеры облавливаемого косяка рыб в направлении осей, соответственно,  $x$  и  $y$ ;  $\sigma_x, \sigma_y$  - средние квадратичные отклонения продольной оси вертикального слоя воды от центра устья трала по главным осям рассеивания;  $L, H$  - горизонтальное и вертикальное раскрытия устья трала.

Выражение (1) получено для схематизации устья разноглубинного трала прямоугольником, показанным на рис. 1.

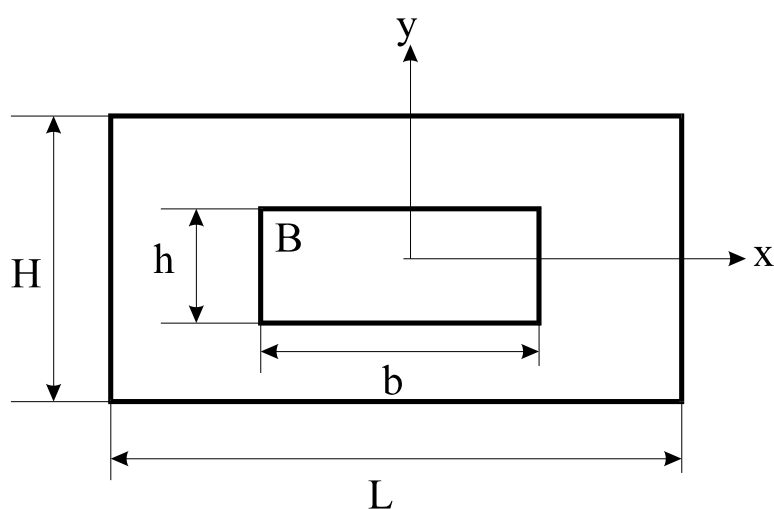


Рис. 1. Схема устья разноглубинного трала  
Fig. 1. The mouth scheme of a midwater trawl

На рис. 1 буквами  $h$  и  $b$  обозначены размеры прямоугольника  $B$ , расположенного в центре устья трала. Формула (1) позволяет оценить вероятность попадания продольной оси косяка в центральную область устья трала  $B$  и получена из соображения, в соответствии с которым плотность распределения случайных отклонений  $(x, y)$  продольной оси косяка от центра площади устья трала соответствует нормальному закону. Это соображение было принято на основе экспериментальных данных, полученных В.К. Саврасовым [4].

Для решения поставленной задачи будем рассматривать не косяк рыбы с размерами  $K_x, K_y$ , а размеры слоя воды, где расположены облавливаемые тралом косяки. Таким образом, примем, что в формуле (1) размеры  $K_x, K_y$  соответствуют протяжённости слоя воды по горизонтали и вертикали.

Для использования выражения (1) в указанных целях необходимо располагать данными о значениях средних квадратичных отклонений продольной оси вертикального слоя воды от центра устья трала по главным осям рассеивания  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$ . По материалам экспериментов, выполнявшихся специалистами ЗАО «МариНПО» [4], можно заключить, что для современных технических средств, используемых для наведения трала на косяки рыб, значения вероятных отклонений находятся в диапазонах:  $E_x = 6 \div 12 \text{ м}$ ;  $E_y = 4 \div 8 \text{ м}$ . В свою очередь, вероятные и средние квадратичные отклонения связаны между собой следующим образом:

$$E = \sqrt{2} \cdot \rho \cdot \sigma,$$

где  $\rho$  – такой аргумент функции Лапласа, для которого она равна 0,5.

Для расчётов с достаточной точностью может быть принято  $\rho \approx 0,48$  и  $\sqrt{2} \cdot \rho \approx 0,675$ . Тогда для средних квадратичных отклонений получим следующие значения:  $\sigma_x = 9 \div 18 \text{ м}$ ;  $\sigma_y = 6 \div 12 \text{ м}$ .

Горизонтальное  $L$  и вертикальное  $H$  раскрытия находящегося в эксплуатации разноглубинного трала известны. Горизонтальный размер  $K_x$  слоя воды, где расположены облавливаемые косяки рыб, может быть назначен в соответствии со значением горизонтального раскрытия устья трала. Тогда искомое значение вертикального слоя воды  $K_y$  находится путём графического решения выражения (1).

Покажем это решение на следующем примере.

Лов окуня-клювача в море Ирмингера производится, в частности, при эксплуатации трала «GLORIA 2048» на судах типа ТСМ. Горизонтальное раскрытие этого трала при скорости траления 3 уз составляет 135 м, вертикальное - 105 м, агрегатное сопротивление - 120 кН [ 5 ].

Для приведённых характеристик трала «GLORIA 2048» и осреднённых значений  $\sigma_x, \sigma_y$  на основании выражения (1) построена зависимость между вероятностью попадания продольной оси вертикального слоя воды с координатами  $X, Y$  в центральную область площади устья трала и вертикальным размером слоя воды с косяками окуня.

Из графика на рис. 2 видно, что для вероятности, равной 0,9 (обычно принимаемой в технических расчётах), величина вертикального слоя воды, которая может быть обловлена тралом «GLORIA 2048», составляет 72 м.

Аналогичным образом для любого конкретного трала можно найти значение вертикального слоя воды, который может быть им обловлен. Путём сопоставления полученной величины вертикального слоя воды с величиной слоя воды, в котором, по данным эхолотной съёмки, расположены предназначенные для облова косяки рыбы, эксплуатационник может сделать вывод о пригодности соответствующей конструкции трала для лова конкретного вида рыб.

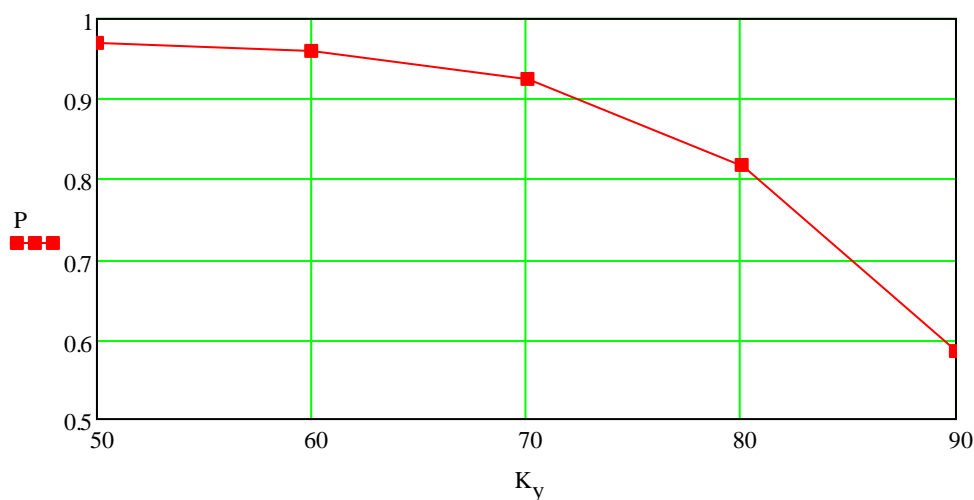


Рис. 2. Зависимость между вероятностью попадания оси вертикального слоя воды в центральную область площади устья трала и вертикальным размером слоя воды с косяками окуня

Fig. 2. Dependence between probability of a vertical axis slice hit of water in the central region of the area of a mouth of a trawl and the vertical size of a water sheet with jambs of a perch

На основании выражения (1) может быть решена и обратная (проектная) задача, связанная с определением необходимого значения вертикального раскрытия устья разноглубинного трала, необходимого для облова с заданной вероятностью известного по величине вертикального слоя воды. В этих целях выражение (1) следует решить относительно искомого значения вертикального раскрытия устья  $H$ .

Пусть, например, необходимый для облова разноглубинным тралом вертикальный слой воды равен 80 м, а его горизонтальный размер составляет 100 м.

Для решения задачи на основании выражения (1) построим графическую зависимость  $P[(X, Y) \subseteq B] = f(H)$ , показанную на рис. 3.

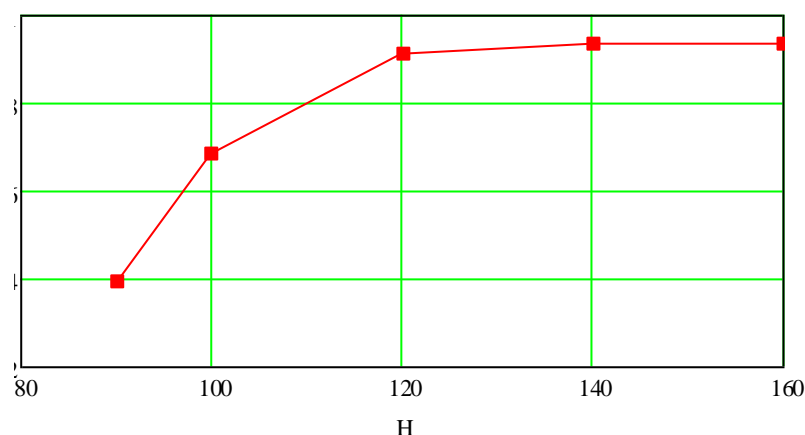


Рис. 3. Зависимость между вероятностью попадания оси вертикального слоя воды в центральную область площади устья траля и вертикальным раскрытием устья траля  
 Fig. 3. Dependence between probability of a vertical axis slice hit of water in the central region of the area of a mouth of a trawl and and vertical disclosing of a trawl mouth

Как следует из графика на рис. 3, для обеспечения вероятности совпадения продольной оси слоя воды с вертикальным размером 80 м с центральной частью устья траля, равной 0,9, вертикальное раскрытие устья траля надо увеличить до 119, а горизонтальное - до 150 м.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Альтшуль, Б.А. Динамика траловой системы / Б.А. Альтшуль, А.Л. Фридман. - М.: Агропромиздат, 1990. - 240 с.
2. Розенштейн, М.М. Проектирование орудий рыболовства / М.М. Розенштейн. - М.: Колос, 2009. - 399 с.
3. Кадильников, Ю.В. Оценка характеристик распределения промысловых объектов по линейным сечениям стай: методические указания / Ю.В. Кадильников. - Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 1991. - 89 с.
4. Саврасов, В.К. Исследование эффективности пелагического тралового лова / В.К. Саврасов // Промышленное рыболовство: Экспресс-информация / ЦНИИТЭИРХ. - М., 1976. - Вып. 7-8. - 20 с.
5. Интернет-ресурс: <http://www.hampidjan.is>

#### ABOUT AIM PROMPTING MIDWATER OF THE TRAWL ON THE FISH CONGESTIONS

M.M. Rozenshtein

In article on a craft from aim prompting midwater trawl the transition reasons are specified in jams of fishes to fishing operation a water vertical slice in which are fishing jams. The method of calculation of the vertical size of the sheet of water is offered, which trawl will be fishing with the set probability.

*midwater trawl, aim trawl promptings on jams, the sizes of a mouth of a trawl, probability of hit of a longitudinal axis of a sheet of water in the central part of a mouth of a trawl*