



## РАСЧЁТ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЛОВЫХ УЛОВОВ ТРЕСКИ В БАЛТИЙСКОМ МОРЕ

Н.А. Скуратов, студент,  
А.В. Белых, доцент,  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»,  
С.В. Левченко, ЗАО «Вестрыбфлот»

Целью работы было получение значений плотности распределения траловых уловов трески в Балтийском море. Проанализирован промысловый журнал, добыча трески производилась донным тралом «ГД 45/44» Рассчитали частоту встречаемости величин уловов на 1 ч траления и числовые характеристики плотности распределения.

*траловые уловы, эмпирическая дисперсия величины, закон распределения, треска, Балтийское море, плотность распределения*

Для установления закона распределения была использована статистика уловов (данные промыслового журнала), добытых судном МРТК. За период с 10.05.2014 по 28.11.2014 г. промысловый журнал имеет записи 96 тралений. По величине уловов и времени траления определялись значения уловов, приходящиеся на 1 ч траления. Весь диапазон значений уловов был разбит на 15 равных участков (по 0,36 ц). Для каждого участка определялась частота встречаемости соответствующих величин уловов. Результаты обработки траловых уловов трески в Балтийском море тралом «ГД 45/44» (рис. 1) приведены в таблице.

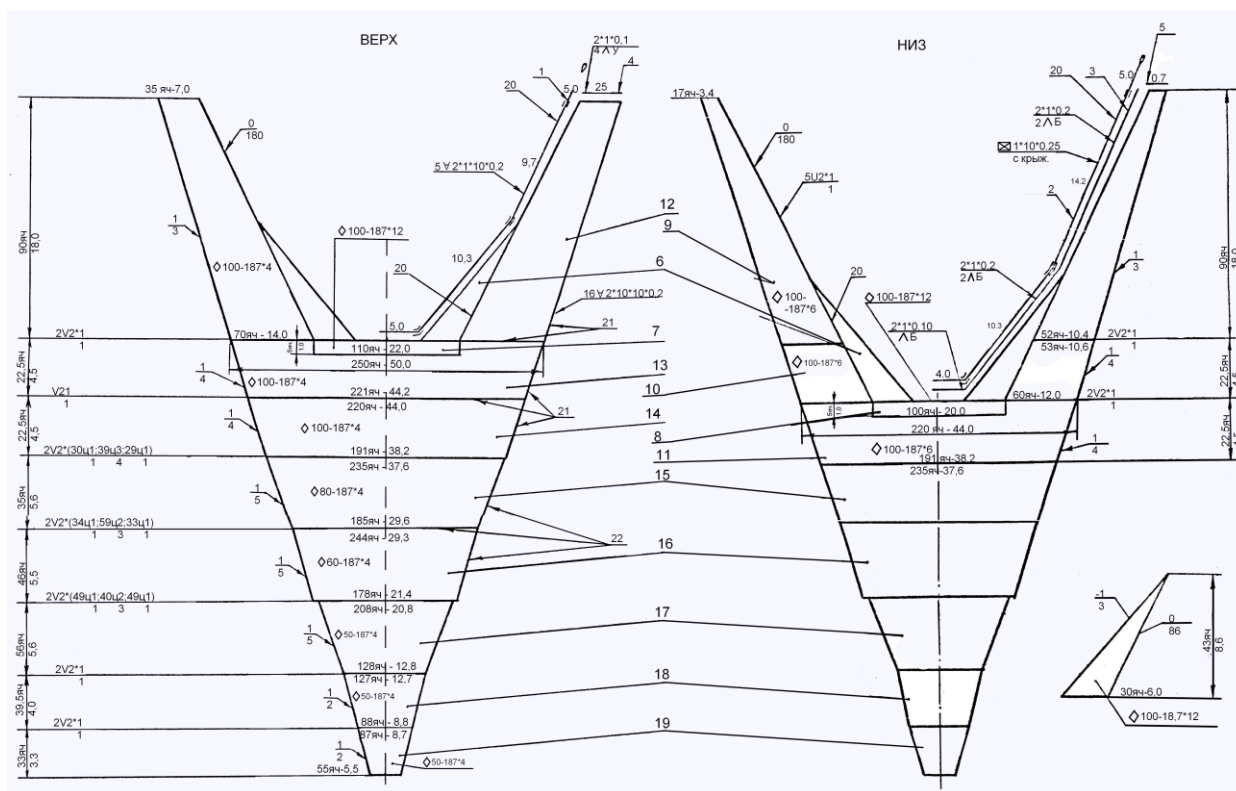


Рисунок 1 – Донный трал 45/44

Таблица – Результаты обработки траловых уловов трески в Балтийском море

<b>i</b>	<b>q<sup>(i)</sup></b>	<b>q<sup>(i+1)</sup></b>	<b>q<sub>i</sub></b>	<b>n<sub>i</sub></b>	<b>p<sup>*</sup><sub>i</sub></b>
1	2	3	4	5	6
1	0	0,36	0,18	5	0,0521
2	0,361	0,72	0,5405	16	0,1667
3	0,721	1,08	0,9005	17	0,1771
4	1,081	1,44	1,2605	17	0,1771
5	1,441	1,8	1,6205	8	0,0833
6	1,801	2,16	1,9805	8	0,0833
7	2,161	2,52	2,3405	7	0,0729
8	2,521	2,88	2,7005	11	0,1146
9	2,881	3,24	3,0605	1	0,0104
10	3,241	3,6	3,4205	2	0,0208
11	3,601	3,96	3,7805	1	0,0104
12	3,961	4,32	4,1405	0	0,0000
13	4,321	4,68	4,5005	2	0,0208
14	4,681	5,04	4,8605	0	0,0000
15	5,041	5,4	5,2205	1	0,0104
	50			96	1,0000

В первом столбце таблицы указаны порядковые номера участков (рангов), во втором – минимальные значения улова в каждом ранге  $q_{(i)}$  (ц/ч), в третьем – максимальное значение улова в каждом ранге  $q_{(i+1)}$  (ц/ч), в четвертом – среднее значение уловов в каждом ранге  $q_i$  (ц/ч), в пятом – число уловов  $n_i$ , соответствующих каждому из рангов, в последнем столбце приведена частота встречаемости уловов каждого ранга  $p_i^*$ .

Частота встречаемости уловов определялась по формуле

$$p_i^* = \frac{n_i}{N}, \quad (1)$$

где  $n_i$  – количество уловов, попавших в каждый  $i$  – участок траления;  $N$  – число тралений.

Данные таблицы представлены на рис. 2 в виде гистограммы.

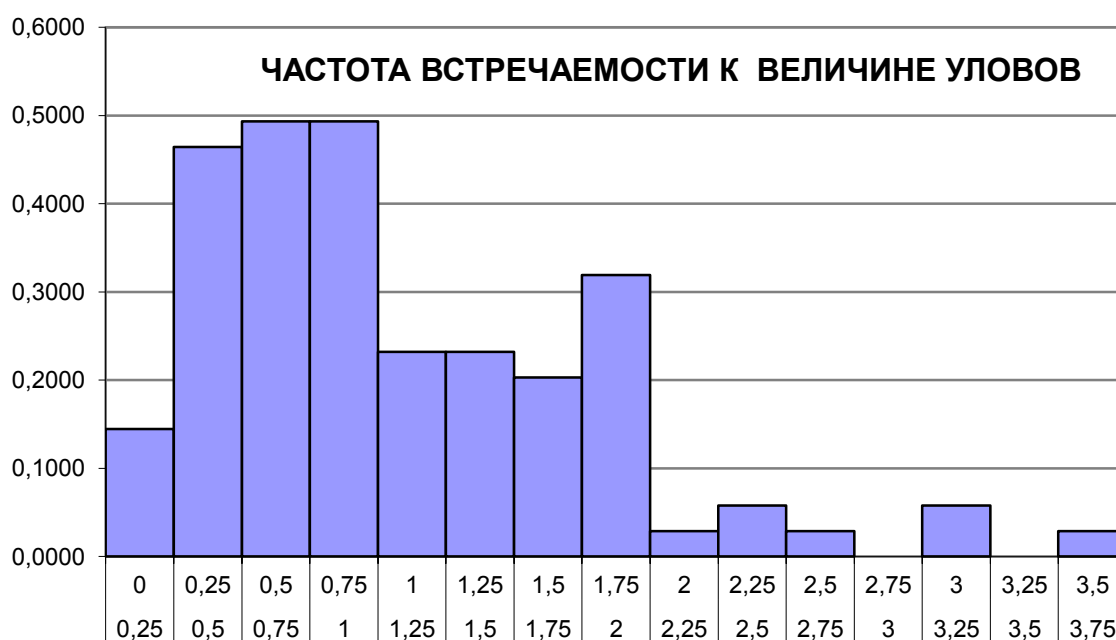


Рисунок 2 – Гистограмма траловых уловов трески

Из анализа гистограммы следует, что случайная величина траловых уловов трески подчиняется логарифмически-нормальному закону распределения [1], который имеет вид:

$$f(q) = \frac{1}{q \cdot \sigma_{\ln q} \sqrt{2\pi}} \exp \left[ \frac{(\ln q - \ln m)^2}{-2\sigma_{\ln q}^2} \right], q \geq 0, \quad (2)$$

где  $\sigma_{\ln q}$  – параметр формы, среднее квадратичное отклонение (СКО) случайной величины  $\ln q$ ;  $m$  – параметр масштаба, медиана величины  $q$ , причем

$$m = \exp \left( M_{\ln q} - \frac{\sigma_{\ln q}^2}{N} \right). \quad (3)$$

Числовые характеристики полученной плотности распределения определялись по формулам:

$$M_{\ln q} = \sum_{i=1}^{k=11} \ln(q_i) \cdot p_i^*, \quad (4)$$

где  $k$  – число рангов;  $q_i$  – среднее значение  $i$ -го разряда;

$$q_i = \frac{q_{(i)} + q_{(i+1)}}{2}; \quad (5)$$

$$\sigma_{\ln q} = \sqrt{D_{\ln q}}, \quad (6)$$

где  $D_{\ln q}$  – эмпирическая дисперсия величины  $\ln q$ , которая определяется по формуле

$$D_{\ln q} = \sum_i^k [\ln(q_i) - M_{\ln q}] \cdot p_i^*. \quad (7)$$

Числовые характеристики плотности распределения имеют следующие значения:

$$D_{\ln q} = 0,449 \text{ и } M_{\ln q} = 0,203.$$

Таким образом, на основе обработки статистического материала установлено, что плотность распределения траловых уловов трески в Балтийском море определяется следующим выражением [2–5]:

$$f(q) = \frac{1}{0,67q\sqrt{2\pi}} \exp \left[ \frac{\ln\left(\frac{q}{1,2184}\right)^2}{-0,898} \right].$$

Полученное выражение может быть использовано для построения гибридной модели по вылову трески в Балтийском море, которая будет связывать между собой величину уловов с техническими характеристиками орудия и поведенческими характеристиками объекта лова [6].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Венцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник для вузов / Е.С. Венцель. – 6-е изд. стер. – Москва: Высшая школа. 1999, 576 с.: ил.
2. Розенштейн, М.М. Проектирование орудий рыболовства: учебник для высших учебных заведений / М.М. Розенштейн. – Калининград: КГТУ, 2003. – 367 с.
3. Розенштейн, М.М. Механика орудий рыболовства: учебник для высших учебных заведений / М.М. Розенштейн. – Калининград: КГТУ, 2000. – 363 с.
4. Розенштейн, М.М. Методы оптимизации: учеб. пособие / М.М. Розенштейн. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – 88 с.

5. Розенштейн, М.М. Задачник по проектированию орудий рыболовства: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / М.М. Розенштейн. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2005. – 113 с.

6. Левченко, С.В. Гибридная модель для прогнозирования величины улова скумбрии разноглубинным тралом в Северо-Восточной Атлантике / С.В. Левченко, М.М. Розенштейн, А.В. Белых // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2014. – № 34. – С. 81–88.

## CALCULATION DENSITY OF DISTRIBUTION TRAWL CATCHES COD IN THE BALTIC SEA

N.A. Skuratov, student,  
A.V. Belykh, assistant professor,  
Kaliningrad State Technical University,  
S.V. Levchenko

The objective of this paper is to obtain the values of the density distribution of trawl catches of cod in the Baltic Sea. Analyzed the fishing log, fishing for cod was conducted bottom trawl "TD 45/44" to calculate the frequency of occurrence of the quantities of catches for 1 hour trawling and numerical characteristics of the density distribution.

*trawl catches, empirical dispersion magnitude, distribution law, cod, Baltic Sea, the distribution density*