

wer), the units of the second group serve for determination of the fishing effectiveness of fishing gear (the fishing effort, intensity and efficiency).

Applying the method the fishing intensity of the fishery in the Northwest Atlantic (Subareas 2—6) is assessed to be 11379 millipromins per year.

The fishing intensity values in various areas and subareas of the Northwest Atlantic indicate that the fished volume of water is commensurable with the volume of water where commercial species are distributed.

УДК 639.2.081.1.001.4

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРОЦЕЖЕННЫХ ОБЪЕМОВ ВОДЫ ДЛЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЫСЛОВОЙ МОЩНОСТИ ПЛАВНЫХ И СТАЦИОНАРНЫХ РЫБОЛОВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В. Ф. Мыцул

Промысловая мощность порядка дрейфтерных сетей в общем виде определяется А. И. Трещевым [4, 5, 7] по формуле

$$W = \frac{V}{T} . \quad (1)$$

где W — промысловая мощность орудия лова, м³/сут;
 V — объем воды, обловленный или процеженный орудием лова, м³;
 T — время активного действия орудия лова, сут.

Объем воды, обловленный порядком дрейфтерных сетей, согласно методике ВНИРО [4] определяется по формуле

$$V = h l n S, \quad (2)$$

где h и l — высота и длина дрейфтерной сети в порядке, м;
 n — число дрейфтерных сетей в порядке, шт.; S — путь дрейфа порядка дрейфтерных сетей, м.

Влияние плотности концентрации и поведения рыб по методике ВНИРО учитывается при определении эффективности лова. Промысловая мощность характеризует потенциальные технические возможности орудий лова и рыболовных комплексов.

Из формулы (2) ясно, что параметры h , l , n — величины известные. Следовательно, задача сводится к определению взаимодействия движущийся рыб и сетей.

В практике мирового рыболовства существуют в основном два способа промысла плавными жаберными сетями: первый — когда порядок дрейфует вместе с судном (промысел сельди дрейфтерными сетями в Северной Атлантике), второй — когда порядок дрейфтерных сетей дрейфует автономно (японский дрейфтерный промысел лососевых в северо-западной части Тихого океана). В первом случае дрейфтер связан с порядком сетей вожаком и вся рыболовная система дрейфует под действием поверхностного морского течения и действия ветра на надводную часть судна, в результате чего порядок сетей поддерживается в растянутом состоянии. Во втором случае дрейфтерный порядок перемещается главным образом под влиянием течения, так как парусность дрейфтерных бுவ и наплавов ничтожно мала по сравнению с гидродинамическим сопротивлением сетей.

Рассмотрим способы определения промысловой мощности дрейферного порядка для наиболее часто встречающихся в практике рыболовства случаев [3, 6].

1. Предположим, что сетной порядок перемещается под действием ветра, течения и подработки двигателем параллельно своей плоскости. Пусть скорость перемещения дрейфера в зависимости от его парусности и скорости ветра равна v_d , скорость течения v_t , угол между направлением течения и положением сетей равен α . Из рис. 1 видно, что система «судно — дрейферный порядок» будет перемещаться со скоростью и в направлении v_c (v_c — равнодействующая скоростей перемещения дрейфера под действием ветра v_d и течения v_t).

Предположим, что дрейферный порядок $AB=L$ за малый промежуток времени Δt переместился в положение $A'B'$. Элементарная площадь облова Δf за это время будет равна

$$\Delta f = L \Delta Z, \quad (3)$$

где ΔZ — высота параллелограмма $AA'B'B$.

Из прямоугольного треугольника $AA'N$ находим

$$\Delta Z = \Delta S \sin(\alpha - \beta), \quad (4)$$

Подставляя полученное значение в формулу (3) и переходя к пределам, имеем

$$df = L d S \sin(\alpha - \beta). \quad (5)$$

Разделив и умножив правую часть равенства на dt , получим

$$df = L d S \sin(\alpha - \beta) \frac{dt}{dt}. \quad (6)$$

Принимая во внимание, что $\frac{dS}{dt} = v_c$, имеем

$$df = L v_c \sin(\alpha - \beta) dt. \quad (7)$$

Проинтегрировав это выражение в пределах интеграла 0, T_d получим

$$f = \int df = \int_0^{T_d} L v_c \sin(\alpha - \beta) dt = L v_c T_d \sin(\alpha - \beta), \quad (8)$$

где T_d — продолжительность дрейфа сетного порядка.

Равнодействующая скоростей v_c определяется из треугольника скоростей CDE . Так как угол CED тупой, то

$$v_c^2 = v_t^2 + v_d^2 - 2v_t(-OE) \quad (9)$$

или

$$v_c^2 = v_t^2 + v_d^2 + 2v_t OE, \quad (10)$$

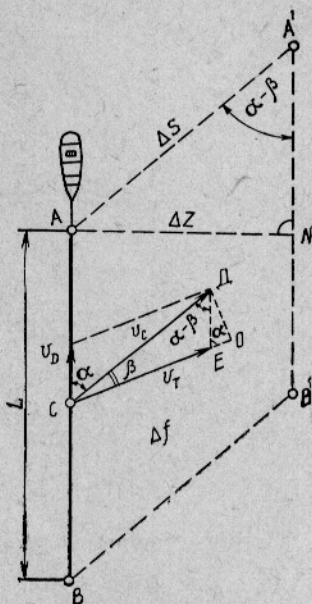


Рис. 1. Элементарная площадь облова дрейферного порядка за малый промежуток времени.

но

$$OE = v_d \cos \alpha. \quad (11)$$

Тогда

$$v_c^2 = v_T^2 + v_d^2 + 2v_T v_d \cos \alpha. \quad (12)$$

Откуда

$$v_c = \sqrt{v_T^2 + v_d^2 + 2v_T v_d \cos \alpha}. \quad (13)$$

Угол β определяется из прямоугольного треугольника *СДО*

$$\frac{DO}{v_c} = \sin \beta, \quad (14)$$

но из треугольника *ЕДО*

$$DO = v_d \sin \alpha. \quad (15)$$

Из формулы (14) находим

$$\beta = \arcsin \frac{DO}{v_c} = \arcsin \frac{v_d \sin \alpha}{v_c}. \quad (16)$$

Подставляя в уравнение (16) выражение (13), окончательно находим

$$\beta = \arcsin \frac{v_d \sin \alpha}{\sqrt{v_T^2 + v_d^2 + 2v_T v_d \cos \alpha}}. \quad (17)$$

Поскольку общая длина дрейферного порядка равна сумме длин, входящих в него сетей, а обловленный объем — произведению площади облова на высоту сетей, то

$$V_1 = h \ln v_c T_d \sin(\alpha - \beta). \quad (18)$$

Известно, что в процессе дрейфа при работе с вожаком сети деформируются, т. е. размеры сетей изменяются по высоте, и поэтому входящая в формулу (18) высота не соответствует расчетной высоте сети в посадке. В связи с этим для определения действительной рабочей высоты h_d следует воспользоваться известной формулой Засосова [1, 2].

$$h_d = \frac{h}{\sqrt{1 + \left(\frac{t_c}{2q}\right)^2}}. \quad (19)$$

где h — высота сети в посадке;

t_c — сила тяги, равная сопротивлению дрейферной сети, R_c ;

q — сила массы (в воде) вожакового поводца и звена вожака дрейферной сети

Другими словами, действительная высота сети h_d — функция от скорости ветрового дрейфа v_d .

Для определения скорости перемещения дрейфера под действием силы и скорости ветра можно воспользоваться известной формулой [1]

$$t_c = K f_1' v_B^2, \quad (20)$$

где t_c — сила давления ветра на судно (сила тяги);

f_1' — площадь проекции надводной части на мидельшпангоут (для судов типа СРТ около 55 м²);

v_B — скорость ветра, м/с;

K — коэффициент, $K=0,12$.

Однако при установившемся равномерном движении сила тяги судна в зависимости от действия ветра на надводную часть судна равна сопротивлению сетей дрейферного порядка R_c , которое для жаберных сетей определяется формулой

$$R_c = 1,8 f_2 v_d^2, \quad (21)$$

где f_2 — площадь сетей, м²;
 v_d — скорость движения сетей (или скорость дрейфа судна под действием только ветра), м/с.

Следовательно, выражения (20) и (21) равнозначны

$$t_c = R_c \quad \text{или} \quad K f_1' v_B^2 = 1,8 f_2 v_d^2, \quad (22)$$

откуда находим

$$v_d = \sqrt{\frac{K f_1' v_B^2}{1,8 f_2}}. \quad (23)$$

2. Предположим, что дрейферный порядок неподвижен, а рыбы приближаются к порядку с разной скоростью и с разных направлений, т. е. углы между направлениями движения рыб и направлениями расположения сетей различны.

Пусть на рис. 2 изображены величины и направления векторов скоростей рыб, движущихся в направлении сетей. Тогда сложением векторов можно найти результирующее направление и скорость рыб v_p (рис. 3). Зная величину результирующей скорости и основное направление движения рыб, можно определить условный обловленный объем воды порядком неподвижных сетей.

Предположим, что за малый промежуток времени Δt рыбы переместились из положения $A'B'$ в положение AB и прошли путь ΔS_1 (рис. 4). Тогда условная элементарная площадь облова Δf_1 сетей запишется в виде

$$\Delta f_1 = L \Delta Z_1, \quad (24)$$

но из треугольника $BB'C$ находим

$$\Delta Z_1 = \Delta S_1 \sin \gamma. \quad (25)$$

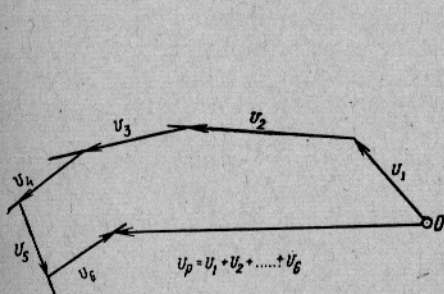


Рис. 3. Графическое определение результирующей скорости и направления перемещения рыб сложением векторов.

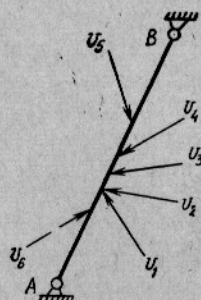


Рис. 2. Величина и направление векторов скоростей рыб по отношению к неподвижной сети.

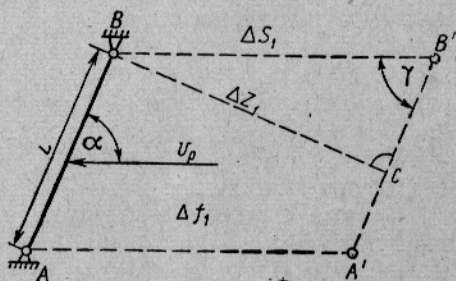


Рис. 4. Условная элементарная площадь облова неподвижной сети за малый промежуток времени.

Подставляя полученное значение в формулу (24) и переходя к пределам, находим

$$df_1 = L d S_1 \sin \gamma. \quad (26)$$

Разделив и умножив правую часть на dt и принимая во внимание, что $\frac{dS_1}{dt} = v_p$, получим

$$df_1 = L v_p \sin \gamma dt. \quad (27)$$

Проинтегрировав это выражение в пределах интеграла 0, T_d , находим условную площадь облова

$$f_1 = L v_p T_d \sin \gamma, \quad (28)$$

где v_p — результирующая скорость движения рыб (миграционная скорость), м/с;
 T_d — продолжительность нахождения сетей в воде;
 γ — угол между основным направлением движения рыб и положением сетей.

Так же, как в формуле (18), заменяя общую длину сетей на сумму длин отдельных сетей и вводя в расчет высоту сетей, окончательно находим условный обловленный объем воды неподвижными сетями

$$V_2 = hln v_p T_d \sin \gamma. \quad (29)$$

3. По формуле (18) определяется обловленный объем воды порядком дрейферных сетей за время дрейфа T_d без учета взаимодействия объекта лова (рыбы) с орудием лова, а по формуле (29) — условный обловленный объем воды неподвижным порядком сетей. Однако в процессе дрейферного лова и сети, и рыба находятся в движении, поэтому объем воды, обловленный дрейферными сетями, будет равен сумме уравнений (18) и (29)

$$V = V_1 + V_2,$$

или

$$V = hln v_c T_d \sin(\alpha - \beta) + hln v_p T_d \sin \gamma,$$

или

$$V = hln T_d [v_c \sin(\alpha - \beta) + v_p \sin \gamma]. \quad (30)$$

Таким образом, уравнение (30) представляет собой общее уравнение для определения обловленного (процеженного) объема воды порядком дрейферных сетей.

Если порядок сетей перемещается автономно (без дрейфера), то под действием сил тяжести загрузки нижней подборы и сил инерции, он будет сбегаться по длине к центру, т. е. длина порядка L , равная произведению количества сетей на их длину (nl), будет функцией от времени $L=f(t)$.

Многими исследователями отмечено, что при наличии поверхностного морского течения рыбы в основном перемещаются против него. Следовательно, если известен объект лова, а также известно, что он перемещается против течения, в формуле (30) угол γ (угол встречи рыб с сетным полотном) будет равен углу α (углу между направлением течения и сетным полотном).

Из общего уравнения (30) вытекают частные случаи определения обловленного объема.

Первый случай. Порядок перемещается только под действием течения. Значит $v_d=0$, и $\rightarrow \alpha = \rightarrow \gamma$. Из выражений (13) и (17) находим $v_c = v_T$, $\beta = 0$, тогда

$$V_{(\text{при } v_d=0)} = hln T_d (v_T + v_p) \sin \alpha. \quad (31)$$

Второй случай. Порядок перемещения под действием силы давления ветра на надводную часть судна, т. е. $v_T=0$, $v_d \neq 0$. Значит, $v_c = v_d$; $\rightarrow \alpha = 0$; $\rightarrow \beta = 0$; $\rightarrow \gamma \neq 0$, тогда

$$V_{(\text{при } v_T=0)} = hln T_d v_p \sin \gamma. \quad (32)$$

Третий случай. Порядок сетей неподвижен, т. е. $v_d=0$ и $v_T=0$, значит $v_c=0$; $\rightarrow \alpha=0$; $\rightarrow \beta=0$; $\rightarrow \gamma \neq 0$, тогда

$$V \begin{pmatrix} \text{при } v_d=0 \\ \text{при } v_T=0 \end{pmatrix} = h \ln T_d v_p \sin \gamma. \quad (33)$$

Четвертый случай. Рыба равномерно распределена по акватории лова и удерживается на одном месте по отношению ко дну, а порядок перемещается под действием течения и ветра, т. е. $v_p=0$ и $\rightarrow \gamma=0^\circ$; тогда

$$V_{\text{(при } v_p=0)} = h \ln T_d v_c \sin(\alpha - \beta), \quad (34)$$

т. е. в этом случае зона облова равна объему воды, процеженному орудием лова.

Как упоминалось, промысловая мощность орудия лова равна обловленному объему, деленному на время лова, т. е. $W = \frac{V}{T_d}$. Отсюда промысловая мощность дрефтерного порядка в общем виде и в единичных величинах измерения равна

$$W = 8,64 \cdot 10^{-5} h \ln [v_c \sin(\alpha - \beta) + v_p \sin \gamma], \quad (35)$$

где W — промысловая мощность, проммы $\left(1 \text{ промм} = \frac{10^9 \text{ м}^3}{\text{сут}} \right)$;

v_c — равнодействующая скорость перемещения порядка сетей, м/с;

v_p — результирующая скорость основного перемещения рыб, м/с;

α — угол между направлением течения и положением сетей;

β — угол между направлением движения сетей и направлением течения;

γ — угол между основным направлением перемещения рыб и положением сетей.

Из общей формулы (35) определения промысловой мощности порядка дрефтерных сетей можно найти промысловую мощность для частных случаев, подставив в формулу обловленные объемы воды, определенные по уравнениям (31), (32), (33) и (34).

Так, промысловая мощность порядка сетей, перемещающегося только под действием течения, будет равна

$$W_{\text{(при } v_d=0)} = 8,64 \cdot 10^{-5} h \ln (v_T + v_p) \sin \alpha; \quad (36)$$

промысловая мощность порядка сетей, перемещающегося только под действием силы давления ветра на надводную часть судна, равна

$$W_{\text{(при } v_T=0)} = 8,64 \cdot 10^{-5} h \ln v_p \sin \gamma; \quad (37)$$

промысловая мощность неподвижного порядка сетей равна

$$W \begin{pmatrix} \text{при } v_d=0 \\ \text{при } v_T=0 \end{pmatrix} = 8,64 \cdot 10^{-5} h \ln v_p \sin \gamma; \quad (38)$$

промысловая мощность порядка сетей, перемещающегося под действием течения и ветра при равномерном распределении рыб по акватории лова, удерживающихся на одном месте по отношению ко дну, равна

$$W_{\text{(при } v_p=0)} = 8,64 \cdot 10^{-5} h \ln v_c \sin(\alpha - \beta). \quad (39)$$

Сравнивая уравнения (32) и (33), а также (37) и (38) можно заметить, что обловленный объем воды и соответственно промысловая мощность дрефтерного порядка, перемещающегося под действием вет-

ра за счет парусности надводной части судна, равна обловленному объему воды (промысловой мощности) неподвижного орудия лова.

Анализируя уравнение (35), можно заметить, что максимальное значение промысловой мощности порядка дрейтерных сетей будет при $\sin(\alpha - \beta) = 1$ и при $\sin \gamma = 1$, т. е. когда $\rightarrow \alpha = 90^\circ$, а $\rightarrow \beta = 0^\circ$ и $\rightarrow \gamma = 90^\circ$. Тогда формула примет следующий вид:

$$W_{\text{макс др.п.}} = 8,64 \cdot 10^{-5} h \ln(v_c + v_p). \quad (40)$$

Среднее значение промысловой мощности будет при $\sin(\alpha - \beta) = 1/2$ и $\sin \gamma = 1/2$, т. е. когда $\rightarrow \alpha = 30^\circ$, а $\rightarrow \beta = 0^\circ$ и $\rightarrow \gamma = 30^\circ$. В этом случае формула примет вид

$$\bar{W}_{\text{др.п.}} = 4,32 \cdot 10^{-5} h \ln(v_c + v_p). \quad (41)$$

Минимальным значение промысловой мощности будет при $\sin(\alpha - \beta) = 0^\circ$, когда $\rightarrow \alpha = 0^\circ$, $\rightarrow \beta = 0^\circ$ и $\rightarrow \gamma = 0^\circ$. Следовательно, в этом случае промысловая мощность дрейтерного порядка будет равна нулю.

Полученные для частных случаев уравнения определения промысловой мощности порядка дрейтерных сетей могут быть применены и для определения промысловой мощности ставных неводов и ставных жаберных сетей [уравнение (38)], в котором длина порядка дрейтерных сетей, равная произведению ln , заменяется соответственно длиной крыла ставного невода или длиной ставных сетей. В этом случае формула для определения максимального значения промысловой мощности примет вид

$$W_{\text{макс ст.с и ст.п.}} = h L v_p. \quad (42)$$

где L — длина крыла ставного невода или длина ставных сетей, м;
 h — высота крыла ставного невода или высота ставных сетей, м.

Уравнение (36) может быть применено для определения промысловой мощности плавных жаберных сетей

$$W_{\text{макс пл.с.}} = 8,64 \cdot 10^{-5} h \ln(v_{\text{сплыва}} + v_p). \quad (43)$$

где $v_{\text{сплыва}}$ — скорость сплава плавных сетей, м/с.

Выводы

1. Промысловая мощность порядка дрейтерных сетей зависит не только от его основных параметров (длины, высоты), но и от скоростей течения (дрейфа) и миграции рыб, от угла встречи сетного полотна с направлением течения и с направлением движения рыб.

2. При скорости течения (дрейфа), равной 0 (порядок сетей неподвижен), промысловая мощность порядка дрейтерных сетей зависит от скорости и направления движения рыб.

3. Промысловая мощность порядка дрейтерных сетей будет максимальной при угле встречи сетей с направлением течения и с направлением движения рыб, равном 90° ; при отклонении от 90° в любую сторону промысловая мощность будет уменьшаться.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Засосов А. В. Изменение площади плавной морской сети на дрейфе. — Рыбное хозяйство, 1958, № 3, с. 44—47.
2. Засосов А. В., Блинов В. В. Об оптимальных скоростях дрейфа с порядком сетей. — Труды ВНИРО, 1973, т. 97, с. 43—48.
3. Мыцул В. Ф. Теоретическое определение промысловой мощности дрейтерных сетей и стационарных орудий лова. — Рыбное хозяйство, 1976, № 12, с. 57—59.

4. Трещев А. И. Методика определения параметров рыболовства.—М.: ОНТИ ВНИРО, 1972, с. 3—26.
5. Трещев А. И. Научные основы селективного рыболовства.—М.: Пищевая промышленность, 1974.—446 с.
6. Mytsul, V. F. Studies on the estimation of fishing efficiency of drift nets and stationary fishing gear. ICES. C. M. 1975/B:7, p. 1—12.
7. Treschev, A. I., E. A. Karpenko, L. A. Beljaeva. Quantitative estimate of the volume of water swept by the fishing gear. ICES. C. M. 1974/B:7, p. 1—37.

APPLICATION OF THE SWEEPED VOLUME METHOD FOR THEORETICAL DETERMINATION OF THE FISHING POWER OF DRIFT AND STATIONARY FISHING COMPLEXES

Mytsul V. F.

SUMMARY

By integrating the elementary areas throughout elementary lengths of time the total drift area of drift nets is determined. Then, by using the height of the nets a formula for determination of the fishing power of the drift nets is derived. The formula may be applicable to several individual cases when it is necessary to determine the fishing power. The equations for the determination of the fishing power of drift nets may be also used for the determination of the fishing power of pound nets, drift and stationary gill nets.

УДК 33:639.2.06:639.2.081.1.004.17

**ЗНАЧЕНИЕ УЧЕТА ПРОМЫСЛОВОЙ МОЩНОСТИ ОРУДИЙ
ЛОВА ПРИ ОЦЕНКЕ РАБОТЫ ФЛОТА**

Л. А. Беляева

Одним из резервов повышения эффективности использования флота является применение более эффективных орудий лова.

Улов может быть увеличен, а экономические показатели работы флота улучшены за счет применения орудий лова оптимальной для облова данного вида рыб конструкции, совершенствования режимов лова и траления и т. д. [1, 5, 7].

В настоящее время оценка работы флота на промысле проводится без учета применяемых орудий лова [2, 3, 7], но такой учет в современных условиях необходим. На судах флота рыбной промышленности используется большое количество орудий лова различных конструкций, промысловая мощность которых различна, например, промысловая мощность разноглубинных тралов изменяется от 0,032 до 0,405 кубокилометров за сутки непрерывного лова, т. е. в 12,7 раза.

Предположим, что два судна одного типа работали в одно и то же время в одном районе промысла на одном скоплении рыбы и поймали разное количество рыбы, затратив на промысел одинаковое число часов траления. Экономические показатели судов были различными. При этом первое судно поймало больше рыбы ($C_1 > C_2$), его экономические показатели были лучше, чем у второго. Посмотрим, как была организована их работа на промысле. Оценку промыслового усилия проводили по методике ВНИРО [4, 6, 8].

Первое судно работало тралом, промысловая мощность которого в несколько раз больше промысловой мощности трала второго судна