

УДК 639.2.081.117  
ББК 47.225,2

*К. А. Мельников*

## ПРОМЫСЛОВОЕ УСИЛИЕ ЗАКИДНЫХ НЕВОДОВ

*К. А. Melnikov*

### FISHING EFFORT OF BEACH SEINE

Дана общая оценка промыслового усилия закидных неводов, рассмотрены абсолютные и относительные показатели промыслового усилия. Приведены математические модели промыслового усилия для речных, озерных, морских закидных неводов и особенности их практического определения. Особое внимание обращено на экономические показатели промыслового усилия, приведен пример их расчетов.

**Ключевые слова:** закидные невода, промысловое усилие, общие понятия, математические модели.

The general assessment of fishing effort for beach seines are given, absolute and relative indicators of fishing effort are considered. The mathematical models of the fishing effort for river, lake, sea beach seines and peculiar properties of their practical definition are presented. Particular attention is paid to the economic indicators of fishing effort and an example of their calculations is given.

**Key words:** beach seine, fishing effort, general concepts, mathematical models.

#### **Введение**

Лов закидными неводами относится к важнейшим видам лова во внутренних водоемах и в прибрежных районах моря, где дает до 30–35 % всего улова. Наибольшее значение имеет лов речными закидными неводами, который, кроме того, носит наиболее общий характер. Одновременно приведем примеры оценки и применения показателей промыслового усилия для других видов лова закидными неводами.

При исследовании показателей промыслового усилия с учетом области и особенностей работы закидных неводов будем различать следующие виды лова:

- речными неравнокрылыми закидными неводами со свободным или частично принудительным перемещением невода по течению;
- озерными или морскими неводами, которые выметывают преимущественно перпендикулярно берегу и притоняют на берег;
- озерными или морскими неводами, которые выметывают параллельно берегу и притоняют на берег;
- вдали от берега с образованием зоны облова одним или несколькими неводами и выборкой на одно или несколько судов;
- тотальный облов водоема без разделения или с разделением водоема на части.

В первом и втором случаях ловят ходовую или неходовую рыбу, в трех последних, как правило, неходовую рыбу.

Лов закидными неводами производят на стационарных и нестационарных тоневых участках с учетом особенностей распределения и перемещения рыбы в водоеме, использования лова закидными неводами автономно или совместно с другими видами орудий лова.

Рассмотрим впервые особенности оценки и применения промыслового усилия для основных случаев лова закидными неводами.

#### **Основные показатели промыслового усилия**

Будем различать абсолютные и относительные показатели промыслового усилия.

Абсолютными показателями промыслового усилия при лове закидными неводами в основном могут служить количество тоневых участков или неводов, работающих на них; улов; количество притонений или судосуток лова; обловленное пространство водоема.

Относительными показателями промыслового усилия при лове закидными неводами целесообразно считать в основном улов за цикл лова, суточный улов, интенсивность лова и про-

мысла, интенсивность вылова, иногда улов на единицу обловленного пространства. Относительными показателями промыслового усилия при лове закидными неводами предложено считать также критерий использования времени суток; критерий использования времени цикла лова; критерий улавливающей способности невода, равный коэффициенту уловистости невода; критерий использования обловленного объема водоема, критерий селективности лова.

Связь основных показателей промыслового усилия с уловом при лове закидными неводами в простых случаях можно установить с достаточно высокой точностью. При длительном лове тесно связано с уловом, например, количество циклов лова и обловленное пространство водоема при отсутствии поступления рыбы в зону облова.

Имеет значение оценка промыслового усилия произведением количества неводов или тоневых участков на промысловое время лова или промысла. Этот показатель промыслового усилия устраняет неравноценность промыслового усилия, обусловленную возможным различием времени работы неводов.

Показателем обловленного пространства водоема при лове закидными неводами в основном являются обловленная площадь и обловленный объем водоема. Последний показатель целесообразно использовать в том случае, если глубина водоема в пределах тоневого участка примерно одинакова. Особенности определения обловленного пространства водоема зависят от способа лова закидными неводами.

При лове речными закидными неводами происходит перемещение невода по течению, охват ими некоторого пространства водоема и поступление мигрирующей рыбы в незакрытый невод. В этом случае обловленное пространство определяют как сумму двух объемов или площадей. Объем или площадь, охваченные в процессе лова, определяют с учетом кривых сплывания, а заход рыбы в это пространство – с использованием диаграммы времени, которая, в частности, показывает, насколько раскрыт невод для захода рыбы в различное время лова. Если рыба в зону, охваченную неводом, не заходит, то определяют только первое слагаемое.

Так же определяют обловленное пространство водоема при лове морскими закидными неводами при замете с берега, когда работают по типу речных закидных неводов.

Аналогичен способ определения обловленного пространства водоема при лове морскими и озерными закидными неводами, когда невод выметывают параллельно берегу и притоняют на берег. В этих случаях рыба иногда перемещается, а иногда не перемещается вдоль берега и не приводит к образованию дополнительного обловленного пространства.

При лове озерными закидными неводами вдали от берега и при тотальном облове прудов неводом охватывают некоторую часть водоема или весь водоем и обловленное пространство обычно определяют без поступления рыбы в охваченную неводом часть водоема. Соответственно, обловленное пространство водоема в этом случае равно только пространству, охваченному неводом.

Распределение рыбы при лове закидными неводами в зоне облова неоднородно, и можно выделить участки с различной плотностью концентрации рыбы. При этом общий обловленный объем или площадь водоема можно рассматривать как сумму участков с различной объемной или поверхностной плотностью распределения рыбы.

Иногда рыба располагается в водоеме слоем некоторой высоты, и вместо обловленного неводом объема водоема следует принимать обловленный объем скопления в виде слоя рыбы. Часто скопление может занимать часть обловленной площади, и в расчет можно принимать вместо обловленной площади водоема обловленную площадь скопления. Обычно обловленный объем скопления или обловленную площадь скопления вместо показателей обловленного пространства водоема применяют для уточнения результатов расчетов промыслового усилия, большего соответствия промыслового усилия улову, оптимизации параметров лова, связанных с особенностями распределения рыбы.

Если при лове закидными неводами обловленное пространство водоема образуется без перемещения рыбы, то обловленную площадь или обловленный объем водоема можно легко определить и использовать для оценки промыслового усилия. Если обловленное пространство частично образуется за счет перемещения рыбы, то иногда сложно определить расчетную скорость перемещения рыбы в охваченное неводом пространство.

Сложность оценки обловленного закидными неводами пространства, образованного с перемещением рыбы в зону облова, снижает целесообразность использования обловленного пространства как меры промыслового усилия. Показатели обловленного пространства водоема при лове закидными неводами не всегда целесообразно применять также из-за очень существенных колебаний улова в течение суток, сезона лова и в различных местах лова, в то время как обловленное пространство водоема остается примерно одинаковым.

Вместе с тем, при лове речными, а иногда и морскими закидными неводами, скорость перемещения рыбы в невод отличается большей определенностью и стабильностью, чем, например, при лове ставными сетями и мелкими ловушками. Соответственно, применение обловленного пространства водоема как меры промыслового усилия при лове закидными неводами более оправдано, чем при лове некоторыми стационарными орудиями.

Лов закидными неводами обычно отличает высокая внутренняя и внешняя неравноценность. Внутреннюю, внешнюю и общую неравноценность лова закидными неводами целесообразно оценивать в основном уловом за цикл лова или сутки лова.

Внутренняя неравноценность показателей промыслового усилия зависит от многих показателей лова закидными неводами, от которых зависит улов за цикл лова (длина и высота невода, длина тоневого участка, режим сплывания и тяги невода, положение нижней и верхней подборы в процессе работы невода, размер ячеи в различных частях невода).

Внешняя неравноценность часто обусловлена неравномерностью распределения рыбы в водоеме и неравномерностью ее поступления в зону облова из-за неравномерности распределения рыбы в водоеме и различной скорости ее перемещения в зону облова. Степень неравномерности существенно зависит от места и времени лова, вида лова закидными неводами. Так, она может существенно снижаться при поочередном облове различных тоневых участков.

При оценке общей неравноценности при лове закидными неводами необходимо прежде всего учитывать неравноценность обловленного пространства, образованного путем охвата неводом акватории тони и путем поступления рыбы в зону охвата.

Оценка влияния внешней и внутренней неравноценности на результаты лова и оценку показателей промыслового усилия, особенно при лове речными закидными неводами, часто связана с существенными трудностями.

При лове закидными неводами часто облавливают скопления рыб разных видов и размеров. Соответственно, при оценке промыслового усилия часто необходимо вводить в соответствующие выражения показатели селективности лова и применять дифференцированную оценку промыслового усилия с учетом видового и размерного состава рыб.

Для аналитической и полуэмпирической оценки показателей промыслового усилия при лове закидными неводами можно использовать основные уравнения лова для величины улова за цикл лова или выражения для производительности лова, принимая в расчет различное время лова или промысла.

Однако выражения для коэффициента уловистости закидными неводами обычно не отличаются высокой точностью из-за погрешностей при определении вероятности ухода рыбы из зоны облова различными путями. С учетом этого, при относительно малой вероятности ухода рыбы из зоны облова (в основном при лове озерными и морскими неводами), коэффициент уловистости принимают равным 0,7–0,8, учитывая в основном уход рыбы из мотни. Иногда достаточно точно определяют коэффициент уловистости путем запуска меченых рыб и гидроакустических наблюдений. Эти значения затем можно использовать в расчетах для определения показателей промыслового усилия.

При снижении погрешности оценки промыслового усилия за счет применения экспериментальных данных, точность его оценки иногда приемлема для решения основных задач лова, промысла и рыболовства, особенно при правоммерном использовании экспериментального и статистического материала [1–4].

### **Количественная оценка показателей промыслового усилия**

Из нескольких видов лова закидными неводами при исследовании промыслового усилия рассмотрим прежде всего лов речными закидными неводами как наиболее сложный и отметим особенности математических моделей других видов лова.

С учетом специфики лова закидными неводами при решении задач, связанных с промышленным усилием, целесообразно использовать выражения для улова за цикл лова. Рассмотрим уточненные выражения, которые, в отличие от известных выражений, содержат не осредненный размер рыбы, а ее размерный состав, а также уход рыбы через сетное полотно невода, а следовательно, учитывают селективность лова [5, 6].

Запишем сначала обобщенное выражение для улова за цикл лова речными закидными неводами, считая, что обловленное пространство состоит из пространства, охваченного неводом  $W_1$ , и пространства, из которого рыба при перемещении поступает в открытый невод за время цикла лова  $W_2$ :

$$Y = \phi(\rho_1 W_1 + \rho_2 W_2), \quad (1)$$

где  $\rho_1$  – средняя концентрация рыбы в охваченном неводом пространстве  $W_1$  без учета поступления в него рыбы;  $\rho_2$  – средняя концентрация рыбы в пространстве  $W_2$ , из которого рыба поступает в открытый невод.

При некоторых видах и случаях лова закидными неводами концентрации рыбы  $\rho_1$  и  $\rho_2$  одинаковы. Тогда из (1) получим

$$Y = \phi\rho(W_1 + W_2). \quad (2)$$

Если рыба в процессе лова неподвижна, то  $W_2 = 0$  и

$$Y = \phi\rho W_1. \quad (3)$$

Из выражений (1)–(3) можно получить еще несколько частных выражений, например, считая  $W_1$  и  $W_2$  обловленным за цикл лова объемом или площадью водоема, объемом или площадью скопления, средней концентрацией  $\rho_i$  в перечисленных объемах или площадях. Кроме того, с учетом размерности  $\rho_i$  улов за цикл лова можно получить в штучном и весовом измерении.

При разработке математических моделей лов речными закидными неводами обычно делят на два этапа [7]. Первый этап соответствует открытому неводу, второй – замкнутому неводу после прихода бежного кляча к притонку. С учетом различных путей ухода рыбы из невода на каждом из этапов уточненное значение коэффициента уловистости

$$\phi = (1 - p_1 - p_3 - p_4 - p_5 - p_6 - p_7)(1 - p_2 - p_8), \quad (4)$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_6$  – вероятности ухода рыбы соответственно под нижнюю подбору, пока невод не замкнут; под нижнюю подбору после замыкания невода; над верхней подборой; в обход пятного кляча; в обход бежного кляча и путем скатывания рыбы по течению;  $p_7, p_8$  – вероятность ухода рыбы через ячеи соответственно в замкнутом и незамкнутом неводе.

С учетом полученного выражения для коэффициента уловистости, выражение (1) для улова за цикл лова речного закидного невода примет следующий вид:

$$Y = (1 - p_1 - p_3 - p_4 - p_5 - p_6 - p_7)(1 - p_2 - p_8)(\rho_1 W_1 + \rho_2 W_2). \quad (5)$$

Аналогичные полуразвернутые выражения можно получить, используя формулы (2) и (3).

Уравнения (1)–(5) являются выражениями для определения показателей промыслового усилия ( $Y, \phi$ ) и содержат показатели для оценки обловленного пространства, которые также являются показателями промыслового усилия.

С применением выражений (1)–(5) можно записать также уравнения для определения улова  $Y_n$  однородных и неоднородных циклов лова.

Так, для однородных циклов лова

$$Y_n = (1 - p_1 - p_3 - p_4 - p_5 - p_6 - p_7)(1 - p_2 - p_8)(\rho_1 W_1 + \rho_2 W_2)n_{\text{ц}}, \quad (6)$$

где  $n_{\text{ц}}$  – количество циклов лова.

Если известно количество циклов за сутки лова  $n_{цс}$ , то можно получить выражение для оценки улова за  $t_c$  суток лова:

$$Y_{nt} = (1 - p_1 - p_3 - p_4 - p_5 - p_6 - p_7)(1 - p_2 - p_8)(\rho_1 W_1 + \rho_2 W_2) n_{цс} t_c. \quad (7)$$

Выражения (6) и (7) содержат дополнительно показатели промыслового усилия –  $Y_n$ ,  $Y_{nt}$ ,  $n_{ц}$ ,  $n_{цс}$ ,  $t_c$ .

Записанные выше выражения для оценки улова соответствуют сложному случаю, когда рыба уходит при лове речными закидными неводами восемью путями. На практике часто уход рыбы некоторыми путями не превышает 3–5 %, и его можно не учитывать. Так, невелик обычно уход рыбы в обход пятного кляча. При правильной загрузке и режиме сплывания может отсутствовать уход рыбы через верхнюю подбору. Небольшим может быть уход рыбы через ячею крыльев при незамкнутом неводе. При лове мелкой рыбы с невысокой миграционной активностью рыба не уходит из невода скатыванием по течению.

Наиболее вероятен уход рыбы под нижнюю подбору и через ячею мотни и приводов замкнутого невода, в обход бежного кляча невода небольшой длины.

Обычно математические модели лова для лова озерными и морскими закидными неводами проще, т. к. в этом случае, как правило, учитывают уход рыбы из невода не более чем 3–4 путями. Кроме того, в этих случаях часто нет поступления рыбы в невод или его можно не учитывать.

Для лова закидными неводами представляет интерес ряд отношений одноименных показателей для оценки улова с использованием выражений (1)–(7), которые применяют, например, для стандартизации промыслового усилия, оценки эффективности лова и промысла и которые служат для сравнения вариантов лова и т. д.

С применением этих же выражений можно записать еще несколько выражений для оценки промыслового усилия с применением разноименных выражений. Так, используя выражения (2) и (4), можно получить формулу для оценки улова на единицу обловленного пространства водоема:

$$Y_w = \rho\phi = \rho(1 - p_1 - p_3 - p_4 - p_5 - p_6 - p_7)(1 - p_2 - p_8).$$

Интенсивность лова, например за год, можно определить, если известно обловленное пространство за год. Так, если обловленный за год закидными неводами объем водоема  $(W_1 + W_2)_0$ , то годовая интенсивность лова

$$I_{л} = \frac{(W_1 + W_2)_0}{V_0},$$

где  $V_0$  – объем промысловой части водоема с учетом лова закидными неводами.

Одно из выражений для годовой интенсивности вылова имеет вид

$$I_{в} = \frac{(1 - p_1 - p_3 - p_4 - p_5 - p_6 - p_7)(1 - p_2 - p_8)(W_1 + W_2)_0}{B_{ср}},$$

где  $B_{ср}$  – средняя за год величина запаса в промысловой части водоема.

Чтобы записать развернутые математические модели для величины улова, рассмотрим подробнее показатели, которые входят в эти математические модели. Примем за основу выражение (5), в качестве показателя промыслового усилия – обловленную площадь водоема  $S_1$  и  $S_2$ . Будем также считать, что средняя концентрация рыбы в охваченном неводом пространстве без учета поступления в него рыбы и концентрация рыбы в пространстве, из которого она поступает в невод, одинаковы и равны  $\rho$ .

При определении  $S_1$  и  $S_2$  учитывают распределение ходовой рыбы по ширине реки, особенности сплывания и тяги невода, поступления рыбы в охваченное неводом пространство.

Ходовая рыба по ширине реки распределяется неравномерно. Для упрощения задачи распределение рыбы считаем равномерным на некотором участке реки шириной  $B_3 - B_1$  ( $B_3$  – ширина замета;  $B_1$  – ширина полосы у рабочего берега, где ходовой рыбы нет).

Плотность в  $\text{кг}/\text{м}^2$  равномерного распределения принимаем с учетом фактического числа рыб, проходящих через сечение реки в пределах участка шириной  $B_3 - B_1$ . Считаем также, что бежной кляч невода сначала перемещается параллельно берегу, а затем, по линейной траектории приближается к притонку (рис. 1). С учетом этих допущений

$$S_1 = \frac{(B_3 - B_1)(L_1 + L_T)}{2},$$

где  $L_T$  – длина тони;  $L_1$  – участок длины тони, на котором после замета невод сплывает без изменения ширины зоны облова, а бежной кляч не приближается к берегу.

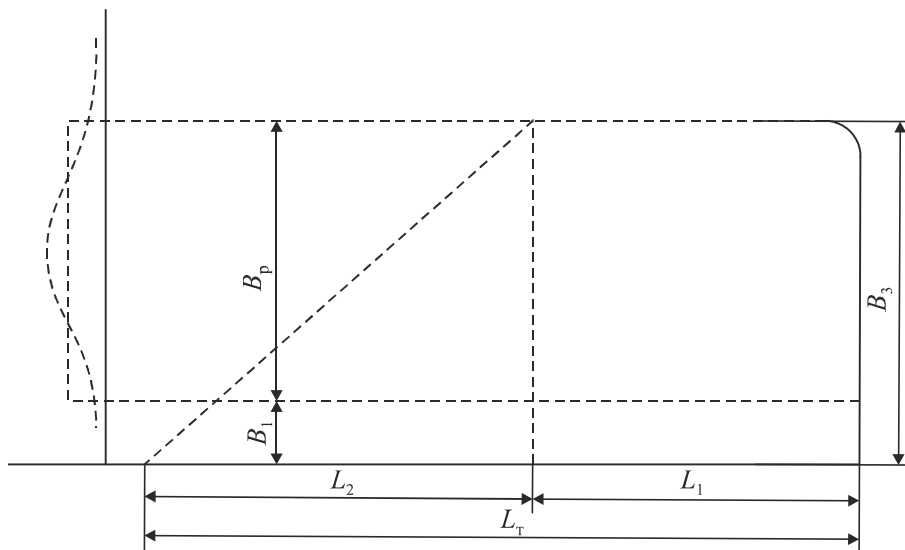


Рис. 1. К разработке математической модели лова речными закидными неводами

Если  $B_1$  значительно меньше, чем  $B_3$ , то первой величиной иногда пренебрегают.

Поступление рыбы в зону охвата неводом зависит от скорости рыбы, а та, в свою очередь, от размерного и видового состава мигрирующей рыбы, скорости течения. Размерный и видовой состав рыбы может изменяться по ширине реки. Без учета последнего фактора для рыб одного вида площадь облова

$$S_2 = \left[ \frac{(B_3 - B_1)L_1}{v_1} + \frac{\sqrt{B_3^2 + (L_T - L_1)^2}}{2v_2} \right] \frac{\int_{l_{\min}}^{l_{\max}} v_p(l) g(l) dl}{l_{\max} - l_{\min}},$$

где  $v_1$  – скорость сплывания невода, м/с;  $v_2$  – скорость тяги бежного уреза, м/с;  $v_p(l)$  – функция, характеризующая зависимость скорости миграции рыбы вверх по реке от длины рыбы  $l$ , м/с;  $g(l)$  – функция плотности распределения размерного состава облавливаемых скоплений;  $l_{\max}$ ,  $l_{\min}$  – соответственно максимальный и минимальный размер рыб в облавливаемых скоплениях.

Скорость миграции рыбы  $v_p$  часто неодинакова для рыб разных видов, размеров, самок и самцов. Она обусловлена не только неодинаковой плавательной способностью, но и различной миграционной активностью рыб, особенностями распределения скорости течения по ширине и глубине реки, влиянием светового режима в водоеме на скорость миграций. С учетом этого обычно видовой, размерный и половой состав рыб, поступающих в зону облова, несколько

отличается от размерного состава рыб, мигрирующих вверх по реке. В то же время в некоторых случаях, особенно при стайном характере миграций, рыбы разного размера и даже вида могут перемещаться в зону охвата неводом с одинаковой скоростью.

Рассмотрим далее выражения для оценки вероятности ухода рыбы из зоны облова невода различными путями.

Уход рыбы под нижнюю подбору зависит прежде всего от площади зазоров между дном и нижней подборой, а на уход рыбы над верхней подборой влияет глубина хода  $H_v$  этой подборы (зазор между поверхностью воды и верхней подборой). С учетом закономерностей ухода рыбы под нижнюю подбору и над верхней подборой [7, 8]:

$$p_1 = 1 - \exp\left(-k_p' F_1 \frac{H_p}{H}\right);$$

$$p_2 = 1 - \exp\left(-k_p'' F_2 \frac{H_p}{H}\right);$$

$$p_3 = 1 - \exp\left(-k_p''' H_v \frac{H - H_p}{H}\right),$$

где  $H_p$  и  $H$  – глубина преимущественного расположения рыбы в зоне облова и глубина водоема;  $F_1$ ,  $F_2$  – площадь зазоров между нижней подборой и грунтом соответственно в незамкнутом и замкнутом неводе;  $k_p'$ ,  $k_p''$ ,  $k_p'''$  – эмпирические коэффициенты, характеризующие степень стремления рыбы уйти из зоны облова.

Вероятность ухода рыбы  $p_4$  в обход бежного кляча зависит от угла атаки  $\alpha_n$  пятной части при сплывании невода. Зависимость коэффициента от этого фактора имеет вид

$$p_4 = 1 - \exp\left[-k_b k_p' (\alpha_n - \alpha_0)\right],$$

где  $\alpha_0$  – отрицательный угол, при котором рыба в обход пятного кляча практически не уходит, рад.

Величина коэффициента  $k_b$  зависит от особенностей селективного распределения ходовой рыбы по ширине реки. Как показано выше, коэффициент  $k_p'$ , характеризующий активность рыбы, также зависит от вида и размера рыбы. Таким образом, вероятность ухода рыбы путем огибания пятного кляча также в некоторой степени определяет селективность лова речными закидными неводами.

Уход рыбы в обход бежного кляча зависит в основном от глубины зоны облова, скорости сплывания невода  $v_n$ , скорости перемещения  $v_{pn}$  рыбы и общей активности рыбы в неводе. Глубину зоны облова характеризуют отношением длины невода  $L_n$  к ширине обметываемого пространства  $B_3$ . Влияние скорости сплывания невода и скорости перемещения рыбы в неводе оценивают отношением  $v_n/v_{pn}$ .

Зависимость  $p_5$  от влияющих факторов имеет вид

$$p_5 = \exp\left[-k_n \left(\frac{2L_n}{B_3} - 1\right) \left(1 + \frac{v_n}{v_{pn}}\right)\right],$$

где  $k_n$  – настроечный коэффициент, зависящий от активности рыбы и пропорциональный коэффициенту  $k_p'$ .

Уход рыбы в обход бежного кляча отличается селективностью. При этом наибольшее значение имеет биомеханическая селективность, обусловленная плавательной способностью рыб разных видов и размеров.

Уход рыбы из зоны облова путем скатывания ее по течению зависит от миграционной активности рыбы как стремления рыбы двигаться против течения. В некоторой степени на уход рыбы таким путем влияют скорость и режим сплывания невода и, в частности, отношение  $L_1/L_T$ , которое определяет, насколько быстро бежная часть образует крюк, препятствующий скатыванию рыбы. С учетом этого

$$p_6 = \exp \left[ -k'_H k'_p \left( 1 - \frac{L_1}{L_T} \right) \left( 1 + \frac{v_H}{v_{PH}} \right) \right].$$

Коэффициент  $k'_H$  как настроечный коэффициент зависит от миграционной активности рыбы. Уход рыбы из зоны облова рассматриваемым путем селективный, т. к. из зоны облова уходит прежде всего рыба со слабой миграционной активностью, и от этой активности, размера и вида рыбы в значительной степени зависит скорость ухода из зоны облова.

Вероятность  $p_7$  и  $p_8$  ухода рыбы через ячеи сетного полотна крыльев, приводов и мотни в общем случае определяют по формуле

$$p_i = 1 - \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} g_1(l) S_i(l) dl,$$

где  $g_1(l)$  – функция плотности распределения облавливаемых скоплений;  $S_i(l)$  – функция кривой селективности сетного полотна незамкнутого или замкнутого невода.

Селективность ухода рыбы через ячею различных частей невода во многом определяет полную селективность (дифференциальную уловистость) речных и других видов закидных неводов, которые соответствуют вероятности ухода рыбы.

Подставляя значения  $S_1$ ,  $S_2$  и коэффициентов  $p_i$  в формулу (5), получаем одну из развернутых уточненных формул для определения величины улова за цикл лова речным закидным неводом, в которой концентрации  $\rho_1 = \rho_2 = \rho$ :

$$Y = \rho \left( \begin{aligned} & \left[ 1 - \left[ 1 - \exp \left( -k'_p F_1 \frac{H_p}{H} \right) \right] - \left[ 1 - \exp \left( -k''_p H_B \frac{H - H_p}{H} \right) \right] - \right. \\ & \left. - \left[ 1 - \exp \left[ -k'_B k'_p (\alpha_n - \alpha_0) \right] \right] - \left[ \exp \left[ -k_H \left( \frac{2L_H}{B_3} - 1 \right) \left( 1 + \frac{v_H}{v_{PH}} \right) \right] \right] \right] - \times \\ & \left. - \left[ \exp \left[ -k'_H k'_p \left( 1 - \frac{L_1}{L_T} \right) \left( 1 + \frac{v_H}{v_{PH}} \right) \right] \right] - \left[ 1 - \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} g_1(l) S_7(l) dl \right] \right) \times \\ & \times \left( \left[ 1 - \left[ 1 - \exp \left( -k'_p F_2 \frac{H_p}{H} \right) \right] \right] - \left[ 1 - \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} g_1(l) S_8(l) dl \right] \right) \times \\ & \times \left( \left[ \frac{(B_3 - B_1)(L_1 + L_T)}{2} \right] + \left[ \frac{(B_3 - B_1)L_1}{v_1} + \frac{\sqrt{B_3^2 + (L_T - L_1)^2}}{2v_2} \right] \frac{\int_{l_{\min}}^{l_{\max}} v_p(l) g(l) dl}{l_{\max} - l_{\min}} \right). \end{aligned} \right) \quad (8)$$

Выражение (8) позволяет определить улов речными закидными неводами за цикл лова как показатель промыслового усилия в зависимости от размеров невода, скорости сплывания и тяги невода, длины тони, положения стены невода в толще воды, скорости перемещения рыбы, распределения рыбы по глубине и т. д.



Точность формулы (8) во многом зависит от правильного выбора исходных данных и настроечных коэффициентов. Так как концентрация рыбы не всегда известна, то часто определяют не абсолютный, а относительный улов за цикл лова. Расчетная формула упрощается, если уходом рыбы некоторыми путями пренебречь.

Для получения исходных данных и определения величины настроечных коэффициентов, входящих в уравнение (8), необходимы данные об особенностях сплывания невода, поведении и распределении рыбы в зоне и вне зоны облова закидными неводами.

Кроме исходных данных, которые заносят в таблицу исходных данных, для решения уравнения (8) задают также границы и интервалы значений определяемых показателей способа лова, длину невода, ширину и длину участка сплывания, скорость сплывания, длину тони.

В рассмотренную общую математическую модель лова, как и в исходные, не входит ряд показателей лова речными закидными неводами, которые также влияют на эффективность лова и которые также необходимо учитывать при анализе и оптимизации промыслового усилия.

Анализ существующих методов обоснования показателей продемонстрировал, что, используя, кроме общих, вспомогательные модели, можно оптимизировать соотношение между длиной пятной и бежной частей невода, уточнить его высоту, размер ячеи в различных частях невода, количество плава и загрузки, оптимальную окраску и т. д.

Для лова закидными неводами основными экономическими показателями промыслового усилия являются прибыль, себестоимость улова, оптовая цена улова. Кроме того, практически во всех случаях в промыслово-экономических расчетах определяют прибыль.

Для закидных неводов наибольшее значение имеет зависимость экономических показателей от размера ячеи. Из-за большого различия селективности закидных неводов и сетей вид таких зависимостей существенно отличается. Так, на рис. 2 приведены полученные нами зависимости для лова леща мелкими ловушками в дельте Волги.

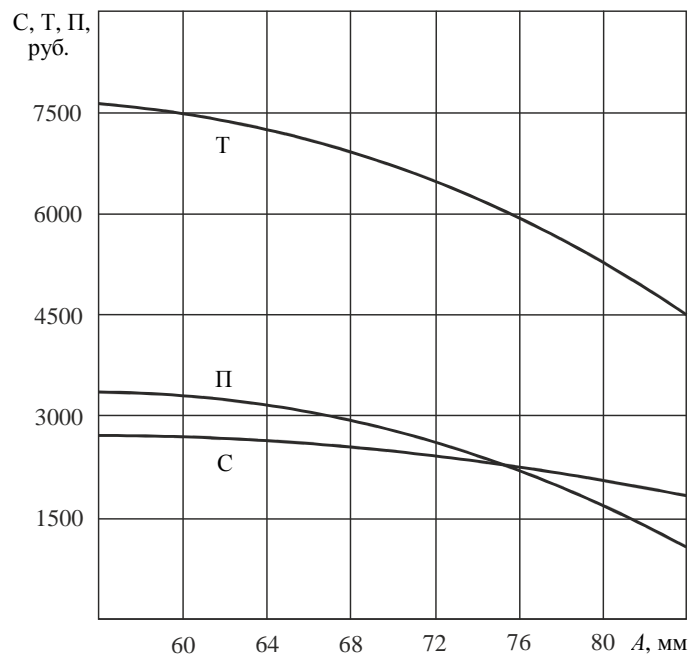


Рис. 2. Зависимость стоимости товарной продукции Т, полной себестоимости С и прибыли П от размера ячеи на промысле леща мелкими ловушками в дельте Волги

График для прибыли в рассматриваемом случае является монотонно убывающей кривой. Чтобы получить величину возможной прибыли, необходимо задать размер ячеи, при котором прилов рыб непромысловых размеров равен допустимому прилову.

### **Заключение**

На общенаучной основе дана общая оценка промыслового усилия закидных неводов, рассмотрены абсолютные и относительные показатели промыслового усилия, приведены математические модели этого показателя для речных, озерных, морских закидных неводов и особенности их практического определения. Особое внимание обращено на экономические показатели промыслового усилия, приведен пример их расчетов.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. *Вереин Е. Л.* Речной неводной лов в дельте Волги. – Астрахань: Волга, 1952. – 82 с.
2. *Вереин Е. Л.* Математическая интерпретация коэффициента уловистости орудий лова // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. – М.: ВНИРО, 1994. – № 1. – С. 120–122.
3. *Новожилов Е. П.* Экспериментальное определение коэффициента уловистости речных закидных неводов // Рыбное хозяйство. – 1968. – № 12. – С. 48–49.
4. *Новожилов Е. П.* Соотношение захода и выхода рыбы при сплывании речного закидного невода // Рыбное хозяйство. – 1980. – № 10. – С. 57–58.
5. *Мельников К. А.* Определение промыслового усилия орудий лова внутренних водоемов в промыслово-экологических исследованиях // Материалы семинара «Совершенствование лова и управления запасами промысловых рыб». – Астрахань: Изд-во ЦНТЭП, 2006. – С. 36–41.
6. *Мельников К. А.* Особенности определения промыслового усилия тралов и кошельковых неводов в задачах управления ловом и запасами промысловых рыб // Материалы семинара «Совершенствование лова и управления запасами промысловых рыб». – Астрахань: Изд-во ЦНТЭП, 2006. – С. 41–45.
7. *Мельников В. Н.* Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 264 с.

Статья поступила в редакцию 8.09.2012

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

**Мельников Кирилл Александрович** – Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Промышленное рыболовство»; kirillmv@rambler.ru.

**Melnikov Kirill Aleksandrovich** – Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student the Department "Industrial Fishery"; kirillmv@rambler.ru.