

УДК 639.2.081.117: 3.003(075.8)

К. А. Мельников, А. В. Мельников, Ю. Б. Гребенцов

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОМЫСЛОВОГО УСИЛИЯ**

Проведены исследования по определению экономической эффективности промыслового усилия с учетом производительности и селективности лова сетными орудиями; рассмотрены выражения для определения абсолютной массы общего улова, улова рыб промысловых размеров и рыб непромысловых размеров в непрерывном и дискретном виде; записаны выражения для прибыли и себестоимости, соответствующие случаям расчета экономической эффективности лова, когда цена рыбы любого размера одинакова и когда цена рыбы постепенно повышается с увеличением ее размеров. С использованием этих выражений для каждого объекта лова и для всех объектов лова предложено строить графики зависимости прибыли от размера ячеи и определить размер ячеи, который обеспечивает максимальную прибыль при облове многовидовых скоплений. Рассмотрены примеры расчетов зависимости стоимости товарной продукции, полной себестоимости и прибыли от размера ячеи для лова разноглубинными тралами ставриды в районе Юго-Восточной Атлантики и лова сетями леща, сазана и сома в дельте р. Волги. Как и при облове одновидовых скоплений при лове сетями, графики прибыли при облове многовидовых скоплений имеют экстремум, а полученные зависимости можно использовать для уточнения размера ячеи, найденного из других соображений. Показано, что промыслово-экономические расчеты позволяют существенно повысить эффективность лова, промысла и рыболовства, а также точность оценки запасов промысловых рыб.

**Ключевые слова:** лов рыбы, промысловое усилие, экономическая эффективность, показатели эффективности.

Наиболее наглядной является зависимость экономической эффективности промыслового усилия от производительности и селективности лова. Рассмотрим эти зависимости, учитывая, что основные проблемы селективности и производительности лова изложены в [1–7].

Запишем сначала выражения для определения абсолютной массы общего улова, улова рыб промысловых размеров и рыб непромысловых размеров:

$$Y_o = bk_Y \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} g(l)S(l)l^n dl; \quad (1)$$

$$Y_{\text{п}} = bk_Y \int_{l_{\text{п}}}^{l_{\max}} g(l)S(l)l^n dl; \quad (2)$$

$$Y_{\text{нп}} = bk_Y \int_{l_{\min}}^{l_{\text{нп}}} g(l)S(l)l^n dl, \quad (3)$$

где  $k_Y$  – коэффициент пропорциональности между относительным и абсолютным уловом;  $b$  и  $n$  – коэффициенты в уравнении масса – длина;  $g(l)$  – функция плотности распределения размерного состава облавливаемых скоплений;  $S(l)$  – функция кривой селективности при отцеживании рыбы сетным полотном;  $l_{\text{п}}$  – промысловая мера на рыбу.

В некоторых случаях вместо функции кривой селективности при отцеживании в выражения (1)–(3) подставляют функцию дифференциальной (полной) селективности отцеживающих орудий лова или ловушек.

Чтобы получить аналогичные уравнения для объеживающих орудий лова, вместо функции  $S(l)$  в (1)–(3) необходимо подставить функцию кривой относительной уловистости сетей  $P(l)$ .

В выражениях (1)–(3) можно выделить две составляющие. Первая составляющая в виде коэффициента  $k_Y$  характеризует величину улова при условно неселективном лове, а интегральные выражения – влияние селективности на величину улова и его состав.

Для определения экономической эффективности необходимо знать не только общий улов, но и улов отдельных размерных групп рыб. Для этого запишем в дискретном виде выражения для относительного общего улова, улова рыб промысловых и непромысловых размеров:

$$Y_{oi} = \sum_{l_{\min}}^{l_{\max}} g(l_i)S(l_i)dl; \quad (4)$$

$$Y_{pi} = \sum_{l_{\min}}^{l_{\max}} g(l_i)S(l_i)dl; \quad (5)$$

$$Y_{npi} = \sum_{l_{\min}}^{l_{\min}} g(l_i)S(l_i)dl.$$

Рассмотрим оценку экономической эффективности, когда цена рыбы любого размера одинакова и когда цена рыбы постепенно повышается с увеличением ее размеров.

В первом случае экономическая эффективность при изменении селективных свойств орудия лова зависит не от состава улова, а от его величины.

Запишем выражения для прибыли, соответствующие этому случаю расчета экономической эффективности лова:

$$\Pi = Y_o\Pi - C = T - C, \quad (6)$$

где  $Y_o$  – масса общего улова;  $\Pi$  – оптовая цена единицы массы улова;  $C$  – себестоимость массы улова;  $T$  – оптовая цена всего улова.

В свою очередь, себестоимость массы улова

$$C = C_0 + C_1Y_o,$$

где  $C_0$  – условно постоянная часть себестоимости, не зависящая от улова;  $C_1Y_o$  – условно переменная часть себестоимости, зависящая от улова.

Так как улов  $Y_o$  приближенно прямо пропорционален промысловому усилию  $f$ , то можно записать также

$$C = C_0 + C_f f, \quad (7)$$

где  $C_f$  – затраты на единицу промыслового усилия.

Через величину промыслового усилия можно выразить также улов. Так, для уравновешенного состояния запасов и промысла, в соответствии с линейной продукционной моделью Шефера,  $Y_o = af(b - f)$ , где  $a$  и  $b$  – эмпирические коэффициенты).

Если подставить в (6) значения улова и себестоимости, выраженные через промысловое усилие, то несложно оценить, например, как зависит прибыль от величины промыслового усилия и определить его максимальное значение из экономических предпосылок.

Подставим в (6) выражение для массы улова из (1):

$$\Pi = bk_y\Pi \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} g(l)P(l)l^n dl. \quad (8)$$

В выражение для прибыли входит функция  $S(l)$ , характеризующая селективные свойства орудия лова. Так как селективные свойства при отцеживании зависят в основном от размера ячеи  $A$ , то для оценки влияния селективных свойств на экономическую эффективность лова строят графики зависимости  $\Pi = f(A)$ . Иногда полезно строить также графики зависимости от размера ячеи, оптовой цены всего улова  $T(A)$  и себестоимости  $C(A)$ .

На рис. 1 такие графики построены для тралового лова ставриды разноглубинным тралом в районе Юго-Восточной Атлантики (ЮВА) с учетом ценовых показателей в 2007 г. Выражение

для прибыли в этом случае является монотонно убывающей кривой. Чтобы получить величину возможной прибыли, необходимо задать размер ячеи, при котором прилов рыб непромысловых размеров равен допустимому прилову. Так, в рассматриваемом случае при допустимом прилове рыб непромысловых размеров равном 0,1 оптимальным оказался размер ячеи  $A = 62$  мм. При таком размере ячеи возможная прибыль близка к максимально возможной величине при неселективном лове.

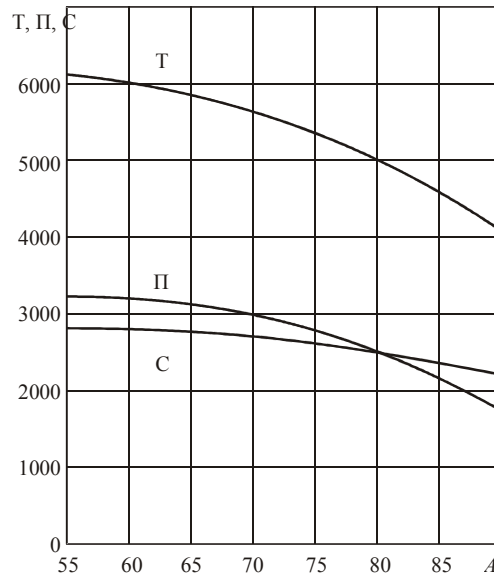


Рис. 1. Зависимость стоимости товарной продукции  $T$ , полной себестоимости  $C$  и прибыли  $\Pi$ , тыс. руб., от размера ячеи  $A$ , мм

В относительных единицах можно построить график  $\Pi = f(A)$  для лова сетями. В этом случае зависимость прибыли от размера ячеи носит экстремальный характер, как на рис. 2. Ординаты графика для соответствующего размера ячеи пропорциональны ординатам графика общего улова  $Y_0$ .

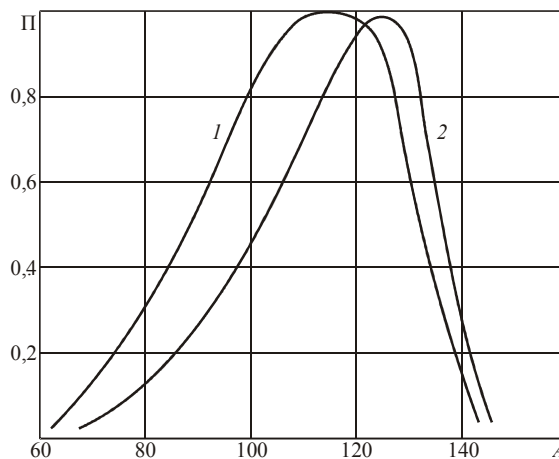


Рис. 2. Зависимость прибыли  $\Pi$  от размера ячеи  $A$  при лове леща сетями в дельте р. Волги:  
1 – цена рыбы любых размеров одинакова; 2 – цена рыбы с увеличением размеров растет

Очевидно, аналогичный график зависимости  $\Pi = f(A)$  можно построить, если улов задан не в единицах массы, а в штуках.

Второй случай расчета экономической эффективности более сложен, т. к. учитывает, что цена рыбы по мере увеличения ее размеров выше. Предположим, что улов по размерам рыб разбит на  $n$  диапазонов. Цена рыбы каждого размерного диапазона равна  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ .

Прибыль от совершенствования селективных свойств отцеживающих орудий лова

$$\Pi = b_1 k_{y1} \Pi_1 \int_{l_1}^{l_2} g(l) S(l) l^n dl + b_2 k_{y2} \Pi_2 \int_{l_2}^{l_3} g(l) S(l) l^n dl + b_n k_{yn} \Pi_n \int_{l_n}^{l_{n+1}} g(l) S(l) dl - C. \quad (9)$$

Если в выражении (9) функцию  $S(l)$  заменить функцией  $P(l)$ , получим выражение для определения прибыли при лове объеживающими орудиями лова.

На рис. 2 по формуле, аналогичной (9), рассчитана прибыль в относительных единицах при лове леща сетями в дельте р. Волги. В расчетах условно принимали, что размерный состав рыб по цене разбит на четыре диапазона (18–20, 22–26, 26–30, более 30 см), а цена рыбы в этих диапазонах находится в соотношении 1 : 1,25 : 1,50 : 1,75.

Из приведенных данных следует, что во всех случаях зависимость прибыли от размера ячеи носит экстремальный характер. При этом величина прибыли, по сравнению с максимальной, резко снижается при уменьшении и, особенно, при увеличении размера ячеи. Большая величина прибыли, как правило, соответствует размерам ячеи, при которых практически нет прилова рыб промысловых размеров. Если учесть, что максимальные уловы на сеть также наблюдаются при сравнительно больших размерах ячеи, то оптимизация размера ячеи сетей с учетом экономических показателей в значительной степени связана с приловом рыб промысловых размеров, чем при лове отцеживающими орудиями лова.

Наконец, рассмотрим особенности оценки экономической эффективности в связи с видовой селективностью лова. Примем за основу рассмотренные выше предпосылки для определения влияния на экономическую эффективность лова размерной селективности и результаты анализа видовой селективности лова.

Для оценки величины улова при облове многовидовых скоплений для каждого объекта лова можно использовать, например, выражения (3)–(5). По ним, при необходимости, для каждого объекта лова строят графики общего улова, улова рыб промысловых размеров и прилова рыб промысловых размеров.

С использованием выражений вида (7), (8) для каждого и для всех объектов лова можно построить графики зависимости прибыли от размера ячеи. Последний график позволяет определить размер ячеи, который обеспечивает максимальную прибыль при облове многовидовых скоплений.

Рассмотрим пример оценки прибыли при одновременном лове сетями судака, сазана и леща в дельте р. Волги. Принято, что они встречаются в облавливаемых скоплениях в соотношении 1 : 1,2 : 1,6, а цена этих видов рыб находится в соотношении 1 : 1,2 : 0,8. Задача решена для случая, когда рыба промысловых размеров реализации не подлежит, а рыба промысловых размеров каждого вида имеет одинаковую цену.

Сначала с использованием данных наблюдений строим откорректированные графики улова рыб трех видов промысловых размеров, учитывая заданное соотношение этих видов рыб в облавливаемых скоплениях. Затем отдельно для каждого объекта лова в относительных единицах строим графики зависимости прибыли от размера ячеи и график зависимости суммарной прибыли от размера ячеи (рис. 3).

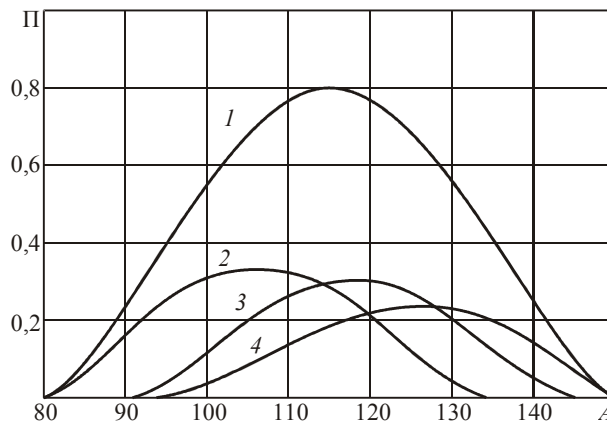


Рис. 3. Зависимость от размера ячеи: 1 – суммарной относительной прибыли  $\Pi(A)$ ; 2 – прибыли от реализации леща; 3 – сазана; 4 – сома. Район лова – дельта р. Волги

Как и при облове одновидовых скоплений, графики прибыли при облове многовидовых скоплений имеют экстремум, а полученные зависимости можно использовать для уточнения размера ячеи, найденного из других соображений.

### Заключение

Таким образом, в ходе исследований рассмотрены особенности оценки экономической эффективности промыслового усилия. Даны математические модели для определения себестоимости и прибыли. Приведены примеры расчетов экономической эффективности промыслового усилия для лова разноглубинными тралами ставриды в районе ЮВА и лова сетями леща, сазана и сома в дельте р. Волги. Показано, что промыслово-экономические расчеты позволяют существенно повысить эффективность лова, промысла и рыболовства, а также точность оценки запасов промысловых рыб.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников К. А. Новая система показателей промыслового усилия для управления процессами лова рыбы / К. А. Мельников // Материалы Междунар. конф. «Перспективы международного рыболовства и рыболовства Каспийского бассейна». Астрахань: Изд-во ООО «ЦНТЭП», 2005. С. 34–38.
2. Мельников К. А. Особенности определения промыслового усилия тралов и кошельковых неводов в задачах управления ловом и запасами промысловых рыб / К. А. Мельников // Материалы семинара «Совершенствование лова и управления запасами промысловых рыб». Астрахань: Изд-во ООО «ЦНТЭП», 2006. С. 41–45.
3. Мельников В. Н. Качество, надежность и работоспособность орудий промышленного рыболовства / В. Н. Мельников. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. 264 с.
4. Мельников В. Н. Биотехническое обоснование показателей орудий и способов промышленного рыболовства / В. Н. Мельников. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 375 с.
5. Мельников В. Н. Управление запасами промысловых рыб и охрана природы / В. Н. Мельников, А. В. Мельников. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. 572 с.
6. Мельников В. Н. Экологическая кибернетика / В. Н. Мельников, А. В. Мельников. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. Ч. 1 – 397 с.; Ч. 2 – 442 с.
7. Мельников А. В. Общая классификация и характеристика экологических систем управления / А. В. Мельников, В. Н. Мельников // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2009. № 1. С. 10–16.

Статья поступила в редакцию 2.12.2013

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Мельников Кирилл Александрович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Промышленное рыболовство»; kirillmv@rambler.ru.

**Мельников Александр Викторович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р техн. наук, профессор; профессор кафедры «Промышленное рыболовство»; alex\_meln@list.ru.

**Гребенщиков Юрий Борисович** – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; старший преподаватель кафедры «Промышленное рыболовство»; alex\_meln@list.ru.



*K. A. Melnikov, A. V. Melnikov, Yu. B. Grebenshchikov*

### ECONOMIC EFFICIENCY OF FISHING EFFORT

**Abstract.** The studies on determination of economic efficiency of fishing effort considering productivity and selectivity of catch by netting fish gears were conducted; the values determining

the absolute weight of the total catch, catch of fish of commercial size and noncommercial size in continuous and discrete form were investigated; the values for profit and cost price corresponding to the cases of calculating the economic efficiency of fishing, when the price of fish of any size is identical and when the price of fish gradually increases alongside increasing its size were fixed. Using these values for each object of catching and for all objects of catching it is suggested to build the graphs of the dependence of the profit from the mesh size and to determine the size of a mesh, which provides maximum benefits when fishing on multispecies aggregations. The examples of calculations of dependence of the value of marketable products, full cost price and profit from the mesh size for catching of mackerel with pelagic trawls in the area of South East Atlantic and catching of bream, carp and catfish with nets in the Volga delta were described. Just like when catching of single-species aggregations with nets, graphs of profits when catching of multispecies aggregations have extremum, and this dependence can be used to refine the mesh size, obtained from other considerations. It is shown that the fishery economic calculations can significantly improve the efficiency of fishing, as well as the accuracy of estimation of commercial fish stocks.

**Key words:** fishing, fishing effort, economic efficiency, efficiency indicators.

#### REFERENCES

1. Mel'nikov K. A. Novaia sistema pokazatelei promyslovogo usiliia dlia upravleniia protsessami lova ryby [New system of indicators of fishing effort for control of the fish catching processes]. *Materialy Mezhdunarodnoi konferentsii «Perspektivy mezhdunarodnogo rybolovstva i rybolovstva Kaspiiskogo basseina»*. Astrakhan, Izd-vo OOO «TsNTEP», 2005, pp. 34–38.
2. Mel'nikov K. A. Osobennosti opredeleniia promyslovogo usiliia tralov i koshel'kovykh nevodov v zadachakh upravleniia lovom i zapasami promyslovykh ryb [Peculiarities of determination of fishing effort of trawls and round haul nets in tasks of control of catching and stocks of commercial fish]. *Materialy seminara «Sovershenstvovanie lova i upravleniia zapasami promyslovykh ryb»*. Astrakhan, Izd-vo OOO «TsNTEP», 2006, pp. 41–45.
3. Mel'nikov V. N. *Kachestvo, nadezhnost' i rabotosposobnost' orudii promyshlennogo rybolovstva* [Quality, reliability and working capacity of fishing tools]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1982. 264 p.
4. Mel'nikov V. N. *Biotehnicheskoe obosnovanie pokazatelei orudii i sposobov promyshlennogo rybolovstva* [Biotechnical explanation of indicators of tools and ways of commercial fishing]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1979. 375 p.
5. Mel'nikov V. N., Mel'nikov A. V. *Upravlenie zapasami promyslovykh ryb i okhrana prirody* [Control of stocks of commercial fish and nature protection]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2010. 572 p.
6. Mel'nikov V. N., Mel'nikov A. V. *Ekologicheskaiia kibernetika* [Ecological cybernetics]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2010. Part 1 – 397 p.; part 2 – 442 p.
7. Mel'nikov A. V., Mel'nikov V. N. Obshchaia klassifikatsiia i kharakteristika ekologicheskikh sistem upravleniia [General classification and characteristics of ecological systems of management]. *Vestnik Astrakhan-skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriia: Rybnoe khoziaistvo*, 2009, no. 1, pp. 10–16.

The article submitted to the editors 2.12.2013

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Mel'nikov Kirill Aleksandrovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department «Industrial Fishery»; kirillmv@rambler.ru.

**Mel'nikov Alexander Victorovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department "Industrial Fishery"; alex\_meln@list.ru.

**Grebenshchikov Yuri Borisovich** – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Senior Lecturer of the Department "Industrial Fishery"; alex\_meln@list.ru.

