

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА
ПРОМЫСЛОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ВОДОЕМОВ**

В.Г. Костоусов

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
220024, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Стебенева, 22,
e-mail: belniirh@tut.by*

**THEORITICAL FUNDAMENTALS OF OPTIMIZATION OF TRADE
FISHING REGULATIONS IN FISHERY WATER BODIES**

V. Kostousov

*RUE "Fish industry institute",
220024, Stebeneva str., 22, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Резюме: На примере гипотетического озера рассмотрены теоретические варианты режима рыболовства с разной интенсивностью промысла. Показано, что в заданной системе координат существует точка оптимизации рыболовной нагрузки, позволяющая выявить эффективность эксплуатации рыбопромыслового водоема с позиции соответствия улова и понесенных затрат.

Ключевые слова: промысловое рыболовство, интенсивность промысла, режим эксплуатации, потенциальный улов.

Abstract: Using the example of hypothetical lake there are reviewed the theoretical options of fishery regulations for various industrial fishery intensity. It is demonstrated that in the preset coordinate system there exists some point of fishing load optimization which gives the possibility to identify the efficiency of using industrial fishing water reservoir in terms of correlation between catch and costs and expenses incurred.

Key words: industrial fishery, fishery intensity, exploitation regulations, potential catch.

Оценка режима рыбохозяйственной эксплуатации рыболовных угодий (фактическая и потенциальная) включает множественность понятий (интенсивность рыболовства, промысловую рыбопродукцию, уловистость орудий лова, экономическая эффективность рыболовства и т.д.) и имеет существенное теоретическое и практическое значение. Поскольку величина вылова в значительной степени зависит от интенсивности рыболовства (числа

применяемых орудий лова, количества судов, длительности лова, обловленной площади и т.п.), последняя может служить показателем, определяющим эффективность рыболовства, так как во многом определяет затраты, относимые на добычу рыбы. В настоящее время для этих целей используют ряд теоретических положений зависимости улова от интенсивности рыболовства, изложенных в трудах Ф.И. Баранова [1], П.В. Тюрина [2], М. Graham [7], J. Hjort [6], R. J.H.Beverton and S.J. Holt [8], в последнее время - в обстоятельной монографии С.И. Шibaева [8]. Применительно водоемов Беларуси вопросы взаимосвязи интенсивности рыболовства и экономической эффективности промысла достаточно подробно рассмотрены В.А. Федоровым [3,4].

Основываясь на этих теоретических предпосылках и с учетом практики осуществления промыслового рыболовства на водоемах Беларуси, рассмотрим ситуацию оптимизации лова на примере гипотетического водоема. Предположим, что в данном водоеме имеется определенное количество рыбы, которое равномерно распределено по площади и обозначаемое как N экз. При применении орудий лова, имеющих выраженное отображение обловленной площади (закидного невода), за одно притонение будет изыматься какое-то количество рыбы. Теоретически можно предположить, что промыслом удастся выловить всю рыбу, удерживаемую применяемыми орудиями лова. Тогда для изъятия N -го количества особей потребуется определенное число притонений невода, которое можно обозначить как n , подразумевая, что уловистость невода будет постоянной, а улов изменяется сообразно степени разреживания стада рыб. При первом притонении невода улов рыбы составит $1/n \times N$, после чего количество оставшейся рыбы в водоеме составит:

$$N - 1/n \times N = N(1 - 1/n) \quad (1)$$

При втором притонении невода из водоема вновь будет изъято некоторое количество рыбы с учетом ранее полученного улова (разреживания стада):

$$1/n \times N - 1/n^2 \times N = 1/nN(1 - 1/n) \quad (2)$$

Соответственно, остаток численности рыбы в водоеме составит уже

$$N(1 - 1/n) - 1/nN(1 - 1/n) = N(1 - 1/n)^2 \quad (3)$$

При осуществлении третьей тони из водоема вновь будет изъято определенное количество рыбы, которое можно обозначить как:

$$1/n \times N(1 - 1/n) - 1/n^2 \times N(1 - 1/n) = N(1/n - 2 \times 1/n^2 + 1/n^3) \quad (4)$$

Соответственно, остаток численности рыбы в водоеме после трехкратного притонения будет выражаться отношением: $N(1 - 1/n)^2 - N(1/n - 2 \times 1/n^2 + 1/n^3)$, что после преобразования дает:

$$N(1 - 1/n)^3 \quad (5)$$

Если и далее увеличивать количество тоней, то интенсивность промыслового лова и величина суммарного вылова будет расти в определенной зависимости, которая соответствует следующему математическому выражению:

$$N(1 - 1/n)^\varphi \quad (6)$$

где φ – есть величина, соответствующая интенсивности рыболовства (в данном случае выраженная в количестве заметов невода). Соответственно, после значительного повышения интенсивности промысла путем увеличения числа тоней остаток рыбы в водоеме будет описываться следующим выражением:

$$N - N(1 - 1/n)^\varphi \quad (7)$$

Если пользователь будет изымать из водоема определенное количество рыбы с интенсивностью v (где v – коэффициент вылова), то уравнение примет следующий вид:

$$N - N(1 - 1/n)^\varphi = vN \quad (8)$$

В данном уравнении величина φ и будет определять режим рыболовства, выраженный в количестве притонений невода или количестве постановок иных орудий лова при заданной величине вылова рыбы v .

На основе изложенных выкладок представляется возможным провести расчет режима рыболовства по некоему озеру средней площади с применением орудий лова средних параметров.

В Беларуси средняя площадь озера, используемого для неводного лова, составляет порядка 400 га, наиболее часто используемые невода имеют длину

до 500 м. Площадь, облавливаемая таким неводом при круговом замете тони может быть описана формулой:

$$S_T = l^2/4\pi \quad (9)$$

где l – длина невода в метрах.

Но на практике при промысловом лове невод чаще выкладывают не по замкнутому кругу, а по полукруглой или прямоугольной схеме с последующей тягой за урезы. Использование урезов (канатов длиной до 100-150 м, подвязываемых к крыльям невода) существенно (примерно на 50 %) увеличивает площадь облавливаемой тони.

Подставив численные значения в формулу 9, можем найти примерную площадь тони, охватываемую нашим средним неводом:

$$S_T = \frac{500^2}{4 \times 3,14} \times \frac{150}{100} = 29856 \text{ м}^2 \text{ или примерно } 3 \text{ га}$$

Следующим моментом станет расчет числа тоней, укладываемых в площадь среднего озера.

$$n = S_{\text{оз.}} / S_T = 400/3 \approx 130 \quad (10)$$

Далее по формуле 8 при нормативной уловистости применяемого невода можем определить требуемую интенсивность промыслового лова рыбы φ , выраженную в числе заметов невода длиной l или отношения обловленной площади к общей (кратности облова). После подстановки соответствующих параметров и логарифмического преобразования основной формулы получаем следующее уравнение:

$$1 - (1-1/130)^\varphi = v \text{ или } 0,992^\varphi = v \quad (11)$$

Решая данное уравнение, получим, что $\varphi \lg 0,992 = \lg v$ и для данного озера составит $\varphi = \lg v / \lg 0,992$ (12)

Исходя из данного соотношения, можем рассчитать ряд данных, соответствующих изменению коэффициента φ для значений вылова рыбы v при росте значений последнего в диапазоне от 0,10 до 1,0. Теоретически можно достигнуть такой интенсивности лова, которая позволит выловить из водоема всю рыбу доступную применяемым орудием лова, но целесообразность этого

шага будет определяться затратами, относимыми на вылов единицы продукции. Как обоснованно показал В.А. Федоров [3], при увеличении геометрической интенсивности лова от $0 \rightarrow \infty$ себестоимость улова будет расти, если не происходит роста уловистости орудий лова или цены добытой рыбы. Исходя из этого постулата, а также теоретических и практических наработок, представляется возможным определить зависимость между интенсивностью промыслового лова (φ) и величиной возможного вылова рыбы (Y) или $Y = f(\varphi)$. Зависимость Y от φ описывается аппроксимальной кривой [1,5,6], из чего следует что по мере увеличения интенсивности лова общий улов (суммарный с начала лова) будет возрастать, но интенсивность прироста вылова снижается по мере увеличения интенсивности лова (рисунок 1). В тоже время, вылов на единицу промыслового усилия (в нашем случае притонение невода) будет высок только до определенного момента (в начальный период), а затем будет уменьшаться, вплоть до такого момента интенсивности промысла, за пределами которого затраты на добычу рыбы уже не будут окупаться ценой улова (рисунок 2).

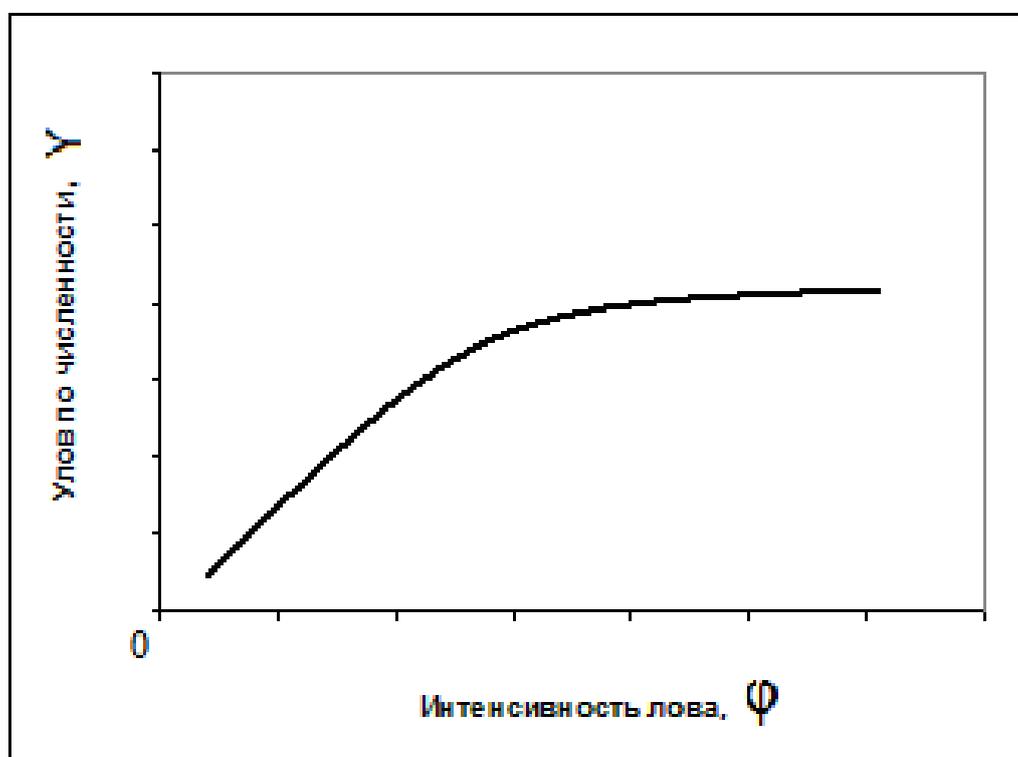


Рисунок 1. - Зависимость величины улова от интенсивности лова

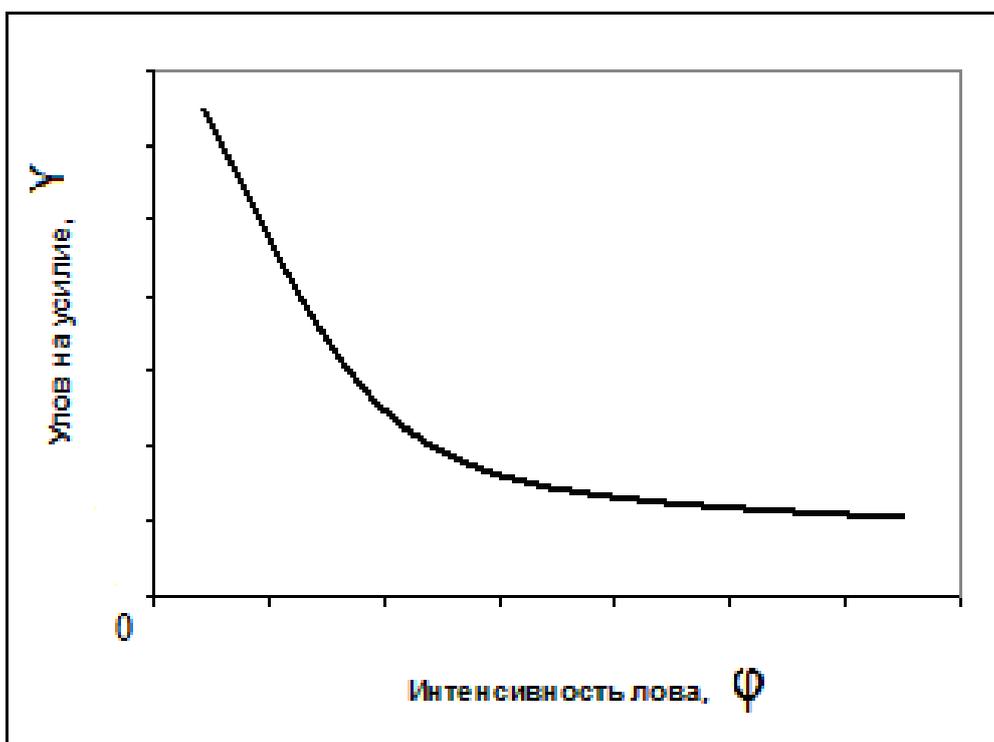


Рисунок 2. - Зависимость величины улова на промысловое усилие от интенсивности лова

Если взять для рассматриваемого гипотетического озера данные по φ и величине потенциального вылова и разложить их в системе координат (рисунок 3), то получим графическое отображение зависимости $Y_{пр.} = f(\varphi)$, сходной по структуре с рисунком 1.

Отложив на кривой несколько точек ($A_1, A_2, A_3...A_i$) каждая из которых соответствует интенсивности рыболовства, можем заметить, что смещение от A_1 , к A_2 и далее указывает на повышение интенсивности лова, влекущие за собой и повышение общей величины улова. Отсюда же заметно, что чрезмерное повышение интенсивности лова не повлечет адекватного роста величины улова, как это наблюдалось в начале подъема кривой (начиная от 0 к A_1 и A_2). Следовательно, при прочих равных условиях рыболовства и стабилизации уловов рыбы на иных величинах, существует некая оптимальная зона добычи рыбы, когда эффективность промысла будет оптимальной. Для определения эффективности рыболовства еще раз обратимся к анализу кривой зависимости $Y = f(\varphi)$.

Соединив точки ($A_1, A_2, A_3, \dots A_i$) с началом координат и построив от них перпендикуляры к оси $O\varphi$, получим прямоугольные треугольники OA_iC_i , отношение сторон которых OC_i/A_iC_i дает нам значение $\text{ctg } \gamma_i$.

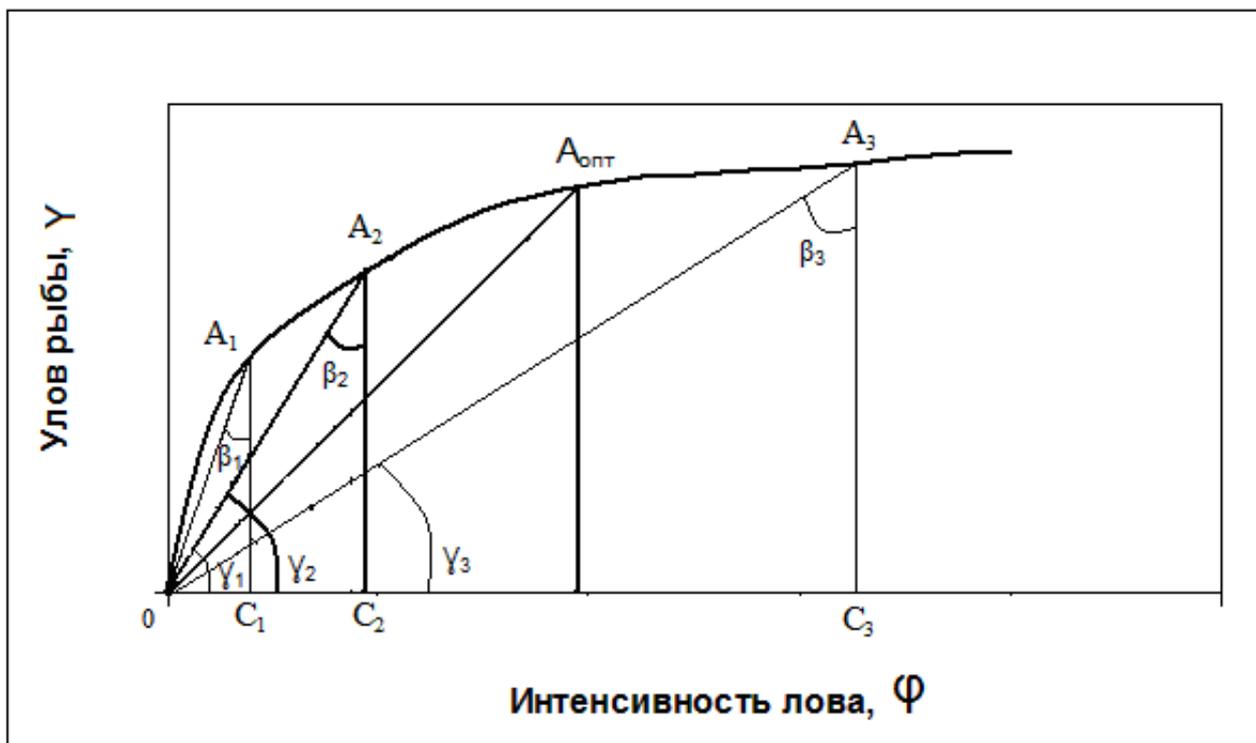


Рисунок 3. - Определение точки оптимизации улова в зависимости от интенсивности лова

По Ф.И. Баранову [1] котангенс угла γ ($\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots \gamma_i$), образованного наклонной прямой соединяющей точку на кривой ($A_1, A_2, A_3, \dots A_i$) и начало координат, пропорционален себестоимости выловленной рыбы при заданной интенсивности промысла. По мере увеличения интенсивности и при постоянной уловистости угол γ будет уменьшаться, а себестоимость соответственно возрастать.

Но себестоимость улова определяется промысловым усилием, прилагаемым для вылова единицы рыбной продукции (1 кг, 1 ц и т.п.) и в данном случае пропорциональна интенсивности рыболовства. Соответственно, применительно нашего случая $\text{ctg } \gamma$ может характеризовать изменение интенсивности лова.

По мере передвижения по кривой от 0 к A_1 , A_2 и т.д. $\text{ctg } \gamma_i$ будет возрастать. Обратная же его величина, определяющая прирост улова рыбы и описываемая отношением $\text{tg } \beta = d \lg Y / d \lg \varphi$, будет наоборот уменьшаться. Таким образом, анализ кривой по величинам $\text{ctg } \gamma_i$ и $\text{tg } \beta_i$ позволяет определить точку оптимальной рыболовной нагрузки ($A_{\text{опт}}$), соответствующей условиям реализации эксплуатации водоема (с точки зрения получения улова и понесенных затрат). Данная точка будет соответствовать значению этих уловов, равных 1 (рисунок 3). Для нашего гипотетического озера $A_{\text{опт}}$ будет соответствовать углу наклона $\theta A_1 = 45^\circ$ и в рассматриваемом случае располагаться между точками A_2 и A_3 .

Список использованных источников

1. Баранов, Ф.И. Избранные труды /Ф.И. Баранов. – М.: Пищевая пром-ть, 1971. – Т.3. – С. 115-129.
2. Тюрин, П.В. Биологические основания регулирования рыболовства на внутренних водоемах /П.В.Тюрин. – М.: Пищевая пром-ть, 1963. – 120 с.
3. Федоров, В.А. Влияние уловистости орудий лова на экономику рыбодобывающего предприятия /В.А. Федоров // Рыбное хозяйство, 1967. – № 6. – С. 43-45.
4. Федоров, В.А. Оценка численности популяции рыб и промысловых ихтиологических показателей /В.А. Федоров // Вопросы рыбного хозяйства Белоруссии, 1970. – Т.VII. – С. 135-147.
5. Шibaев, С.В. Основы промысловой ихтиологии /С.В.Шibaев. – Калининград, Изд-во КГТУ, 2006. – С. 208-218.
6. Hjort, J. Flyctuation in the Great Fisheries of Northern Europe, view in the light of biological research / J. Hjort // Cons. Int. Exploer. Mer.Rapp. et Proc. – Verh., 1914. – 20 – P.95.
7. Graham, M. Modern theory of exploiting a fishery and application to North Sea traling. / M. Graham // J. Cons. Inst. Mer., 1935. – 10.- P.93.
8. Beverton, R.I.H. On the dynamics of exploited fish populations / R.I.H. Beverton, S.J. Holt //Fish. Invest, London, Ser. II, 1957. – 19. – 533 p