

**АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра промышленного рыболовства

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЛЕКТИВНОСТИ, ЭФФЕКТИВНОСТИ,
ИНТЕНСИВНОСТИ И ПРОМЫСЛОВОГО УСИЛИЯ**

Методическое пособие для студентов специальности «Промышленное рыболовство» и
направления
«Рыболовство»

Астрахань, 2011

Авторы: асс. кафедры промышленного
рыболовства К.А. Мельников
д.т.н. профессор кафедры промышленного
рыболовства А.В. Мельников.

Методические разработки рассмотрены и утверждены на заседании кафедры
промышленного рыболовства апреля 2011 г., протокол № .

Рецензент - к.т.н., доцент кафедры промышленного
рыболовства Е.П. Новожилов.

ГЛАВА 1. СЕЛЕКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫБОЛОВСТВА

1.1. Общая характеристика влияния селективности на эффективность лова

14.1.1. Под эффективностью лова в общем случае понимают степень достижения цели операций лова с учетом затрат и времени на их выполнение. Эффективность лова принято оценивать рядом показателей – обловленным объемом, уловистостью, производительностью лова, уловом на усилие, экономическими показателями, селективностью лова и т.д. Все показатели, в т.ч. селективность лова, взаимосвязаны и влияют друг на друга.

Рассмотрим в основном, как влияет селективность при отцеживании рыбы сетными мешками на некоторые показатели эффективности лова. Ряд сведений о влиянии селективности при объеживании, действии физических полей, биомеханической селективности на показатели эффективности лова можно найти в других главах учебника.

Влияние селективности на уловистость орудий лова, величину и состав улова хорошо известно. Однако количественная оценка такой связи носит характер отрывочных экспериментальных данных для конкретных условий лова. Практически отсутствуют сведения о влиянии селективности на эффективность лова при облове многовидовых скоплений, о влиянии селективности лова на половой и видовой состав улова. Очень мало количественных данных о влиянии селективности лова на уловистость и производительность орудий лова, на объеживание рыбы в сетных мешках и гибель рыб после ухода из сетного мешка.

Установление всех перечисленных и других зависимостей имеет большое значение для промышленного рыболовства.

1.1.2. Влияние селективности сетных мешков на величину и состав улова можно определить с применением выражений для абсолютной и относительной величины улова. Математические модели для оценки абсолютной величины улова, кроме показателей селективности, содержат основные показатели, которые влияют на величину улова - размеры орудия лова, скорость перемещения, размерный состав и биометрические характеристики объекта лова, некоторые характеристики органов чувств рыбы и условий внешней среды и т.д. Такие математические модели здесь не рассматриваются.

Относительная величина общего улова Y_0 , улова рыб промысловых размеров Y_{Π} и прилова рыб непромысловых размеров $Y_{\Pi\Pi}$:

$$Y_0 = \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} g(l) S_{\Pi}(l) dl ; \quad (1.1)$$

$$Y_{\Pi} = \int_{l_{\Pi}}^{l_{\max}} g(l) S_{\Pi}(l) dl ; \quad (1.2)$$

$$Y_{\Pi\Pi} = \int_{l_{\min}}^{l_{\Pi}} g(l) S_{\Pi}(l) dl , \quad (1.3)$$

где $g(l)$ - функция плотности распределения размерного состава рыбы, попадающей в сетной мешок; $S_{\Pi}(l)$ - функция кривой селективности при отцеживании для внутреннего размера ячей A .

1.1.3. Для анализа связи между селективностью при отцеживании и эффективностью лова полезно использовать зависимости вида $Y_0 = f(A)$, $Y_{\Pi} = f(A)$, $Y_{\Pi\Pi} = f(A)$, которые получают в результате численного интегрирования выражений (1.1) - (1.3), например, в среде MathCAD. Для этой же цели используют основные уравнения селективности при отцеживании для определения прилова рыб непромысловых размеров $n_{\Pi\Pi}$, доли ухода рыб промысловых размеров через ячейку n_{Π} , доли объеживаемых $n_{об}$ в сетном полотне рыб и доли погибающих рыб $n_{г}$ после ухода через ячейку.

1.1.4. Более наглядный, но приближенный анализ влияния различных факторов на величину и состав улова можно выполнить с помощью приближенных выражений для определения Y_0 , Y_{Π} , $Y_{\text{нп}}$. Такие выражения получены из условия, что кривая плотности распределения размерного состава облавливаемых скоплений является дифференциальной кривой нормального распределения, а кривая селективности прямой:

$$Y_0 = \frac{1}{2D_{\text{см}}} (l_{\text{ср}} + D_{\text{см}} - \kappa_{\text{см}} A); \quad (1.4)$$

$$Y_{\Pi} = \frac{1}{2D_{\text{см}}} [(l_{\text{ср}} + D_{\text{см}} - \kappa_{\text{см}} A) N_{\Pi}] + \sigma \Phi \left(\frac{l_{\text{нп}} - l_{\text{ср}}}{\sigma} \right); \quad (1.5)$$

$$Y_{\text{нп}} = \frac{1}{2D_{\text{см}}} [(l_{\text{ср}} + D_{\text{см}} - \kappa_{\text{см}} A) N_{\text{нп}}] - \sigma \Phi \left(\frac{l_{\text{нп}} - l_{\text{ср}}}{\sigma} \right), \quad (1.6)$$

где Φ - символ дифференциальной функции Лапласа; $\kappa_{\text{см}}$ - коэффициент селективности; $D_{\text{см}}$ - диапазон селективности; $l_{\text{нп}}$ - промысловая мера на рыбу; N_{Π} и $N_{\text{нп}}$ - соответственно доля рыб промысловых и непромысловых размеров, попадающих в сетной мешок; σ - среднее квадратичное отклонение длины рыб, попадающих в сетной мешок, от среднего $l_{\text{ср}}$.

1.1.5. Влияние селективных свойств сетных мешков на величину и состав улова обычно рассматривают, прежде всего, как влияние параметров кривой селективности на Y_0 , Y_{Π} , $Y_{\text{нп}}$. Еще большее практическое значение имеет оценка влияния на эффективность лова размера ячеи, который в основном определяет селективные свойства сетных мешков.

На величину улова и его состав влияют не только селективные свойства сетных мешков, но и промысловая мера на рыбу, допустимый прилов рыб непромысловых размеров, размерный состав облавливаемых скоплений.

В этой главе рассмотрены особенности влияния всех перечисленных показателей селективности лова в основном на величину и состав улова.

1.2. Влияние размера ячеи на величину и состав улова

1.2.1. Анализ графиков и соответствующих расчетных формул показывает, что Y_0 , Y_{Π} , $Y_{\text{нп}}$, с одной стороны, и размер ячеи A , с другой, связаны между собой экспоненциальными зависимостями вида:

$$Y_0 = \exp[-(a_0 A + b_0)^2]; \quad (1.7)$$

$$Y_{\Pi} = N_{\Pi} \exp[-(a_{\Pi} A + b_{\Pi})^2]; \quad (1.8)$$

$$Y_{\text{нп}} = N_{\text{нп}} \exp[-(a_{\text{нп}} A + b_{\text{нп}})^2], \quad (1.9)$$

где a_0 , b_0 , a_{Π} , b_{Π} , $a_{\text{нп}}$, $b_{\text{нп}}$ - коэффициенты.

В рабочем диапазоне размера ячеи Y_0 и Y_{Π} с увеличением размера ячеи убывают почти по линейному закону. В типичных примерах увеличение размера ячеи на 10% приводит к снижению общего улова и улова рыб промысловых размеров на 20-30% и более. Это свидетельствует о серьезном снижении эффективности лова при завышении размера ячеи.

1.2.2. В общем случае для оценки степени зависимости Y_0 , Y_{Π} , $Y_{\text{нп}}$ от размера ячеи удобно пользоваться выражениями для определения приращения функции от приращения аргумента, используя для этой цели формулы (1.4), (1.5) и (1.6):

$$\Delta Y_0 = -\frac{\kappa_{\text{см}}}{2D_{\text{см}}} \Delta A; \quad (1.10)$$

$$\Delta V_{\Pi} = -\frac{\kappa_{SM}}{2D_{SM}} N_{\Pi} \Delta A; \quad (1.11)$$

$$\Delta V_{\text{нп}} = -\frac{\kappa_{SM}}{2D_{SM}} N_{\text{нп}} \Delta A. \quad (1.12)$$

Из формул (1.10), (1.11) и (1.12) видно, что влияние размера ячеи на величину улова рыб промысловых размеров и улов рыб непромысловых размеров растет по мере увеличения в облавливаемых скоплениях соответственно рыб промысловых и непромысловых размеров. Влияние размера ячеи на величину V_0 , V_{Π} , $V_{\text{нп}}$ тем значительнее, чем больше коэффициент селективности κ_{SM} и меньше диапазон селективности D_{SM} .

Из выражений для определения κ_{SM} и D_{SM} следует, что влияние размера ячеи на величину V_0 , V_{Π} и $V_{\text{нп}}$ растет с увеличением деформации ячеи, с уменьшением сжатия тела рыбы при прохождении рыбы через ячею, с увеличением диаметра сетных нитей и отношения максимального обхвата тела рыбы к периметру ячеи.

Степень влияния этих факторов можно оценить, если подставить в формулы (1.10), (1.11) и (1.12) значения κ_{SM} и D_{SM} , как параметров кривой селективности при отцеживании

1.2.3. Влияние размера ячеи на величину улова можно рассматривать в связи с изменением размера ячеи при разработке Правил регулирования рыболовства, в процессе эксплуатации, стабилизацией размера ячеи при изготовлении и отделке сетного полотна и т.д. В частности, изменение размера ячеи сетных мешков из синтетических материалов в результате колебаний нагрузки на сетные нити и их усадки может достигать 10 - 15%, что соответствует изменению величины улова иногда на 20 - 30%.

1.3. Влияние параметров кривой селективности на величину и состав улова

1.3.1. Как следует из выражений (1.4), (1.5) и (1.6), характер и степень влияния коэффициента селективности κ_{SM} на величину V_0 , V_{Π} и $V_{\text{нп}}$ аналогичен влиянию на них размера ячеи - с увеличением коэффициента селективности уловы V_0 , V_{Π} и $V_{\text{нп}}$ уменьшаются.

Степень влияния κ_{SM} на $V_{\text{нп}}$ во многом зависит от размера ячеи - с ростом размера ячеи влияние κ_{SM} на величину $V_{\text{нп}}$ снижается. В реальном диапазоне размеров ячеи увеличение κ_{SM} на 10% вызывает снижение $V_{\text{нп}}$ на 15-25%. С увеличением κ_{SM} , естественно, увеличивается доля рыб крупных размеров в улове.

Характер влияния коэффициента селективности на величину V_{Π} и $V_{\text{нп}}$ аналогичен.

Рассматривая выражения для оценки коэффициента селективности, можно заключить, что, при прочих равных условиях, V_0 , V_{Π} и $V_{\text{нп}}$ тем больше, чем больше коэффициент полноты тела рыбы, коэффициент сжатия тела рыбы ячеей, деформация ячеи и меньше отношение максимального обхвата тела рыбы к периметру ячеи.

Уменьшение κ_{SM} полезно с учетом повышения V_0 и V_{Π} , но ведет к увеличению прилова рыб непромысловых размеров.

1.3.2. Из формул (1.4)-(1.6) следует, что влияние диапазона селективности D_{SM} на величину V_0 , V_{Π} и $V_{\text{нп}}$ более значительно, чем коэффициента селективности. Уменьшение диапазона селективности приводит к значительному росту улова. С увеличением D_{SM} доля рыб крупных размеров в улове увеличивается или снижается. Это зависит от относительного положения кривых $S(l)$ и $g(l)$. С увеличением размера ячеи и κ_{SM} кривая $S(l)$ смещается вправо, поэтому в широком диапазоне такого смещения при увеличении D_{SM} доля крупных рыб в улове обычно сначала снижается, потом начинает расти, а затем опять снижается.

Анализируя формулы для определения D_{SM} , можно заключить, что Y_0 , Y_{Π} и $Y_{НП}$ тем больше, чем больше коэффициент полноты и сжатия тела рыбы, меньше деформация ячеи и средняя длина рыбы в облавливаемых скоплениях.

Селективные свойства сетных мешков в значительной степени зависят от доли рыб, которые не подвергаются селективному действию ячеи. Влияние этого фактора сказывается на величине κ_{SM} и D_{SM} . Но доля рыб, не подверженных селективному действию ячеи, зависит от интенсивности поступления рыбы в сетный мешок, величины улова, скорости его перемещения и т.д. Следовательно, эти показатели определяют возможные колебания κ_{SM} и D_{SM} , а, следовательно, колебания Y_0 , Y_{Π} и $Y_{НП}$.

1.3.3. Оценим совместное влияние κ_{SM} и D_{SM} на величину Y_0 , Y_{Π} и $Y_{НП}$. Если с ростом κ_{SM} наблюдается одновременно увеличение D_{SM} (как, например, при увеличении деформации ячеи), то значения Y_0 , Y_{Π} и $Y_{НП}$, естественно, уменьшается. Если же при уменьшении κ_{SM} величина D_{SM} растет (как при увеличении улова за цикл лова), то значения Y_0 , Y_{Π} и $Y_{НП}$ могут расти или падать, в зависимости от степени изменения κ_{SM} и D_{SM} . В каждом конкретном случае характер и степень колебаний несложно оценить, используя, например, выражения (1.4) - (1.6).

Из приведенных данных следует, что улов отцеживающих орудий лова в значительной степени зависит от показателей селективности сетных мешков.

1.4. Влияние промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров на величину и состав улова

1.4.1. Из анализа рис. 1.1 следует, что снижение допустимого прилова рыб непромысловых размеров на 1–2% обычно приводит к падению улова на 10–15%. Влияние допустимого прилова рыб непромысловых размеров на величину улова особенно велико, когда в облавливаемом скоплении мало рыб непромысловых размеров и прилов молоди при любом размере ячеи небольшой. Таким образом, увеличение размеров рыб в облавливаемых скоплениях или уменьшение промысловой меры на рыбу приводит к росту влияния допустимого прилова рыб непромысловых размеров на величину улова. Естественно, это не означает, что увеличение размеров рыб в скоплениях и уменьшение промысловой меры на рыбу снижает эффективность лова. Напротив, при заданном допустимом прилове рыб непромысловых размеров величина улова существенно увеличивается при уменьшении промысловой меры на рыбу.

Характер зависимости прилова рыб непромысловых размеров от размера ячеи свидетельствует, что чем меньше допустимый прилов, тем больше влияние этого фактора на величину улова и тем менее определенным становится выбор размера ячеи.

1.4.2. Увеличение промысловой меры на рыбу приводит к росту доли рыб непромысловых размеров в облавливаемых скоплениях и уже по этой причине к уменьшению в улове рыб промысловых размеров. Кроме того, при повышении промысловой меры на рыбу необходимо увеличивать размер ячеи, чтобы обеспечить прилов рыб непромысловых размеров не более допустимой величины.

Так, в одном из рассмотренных примеров лова скумбрии в районе ЮВА увеличение промысловой меры на рыбу лишь на 1 см при допустимом прилове рыб непромысловых размеров 0,05 ведет к уменьшению улова рыб промысловых размеров почти в три раза.

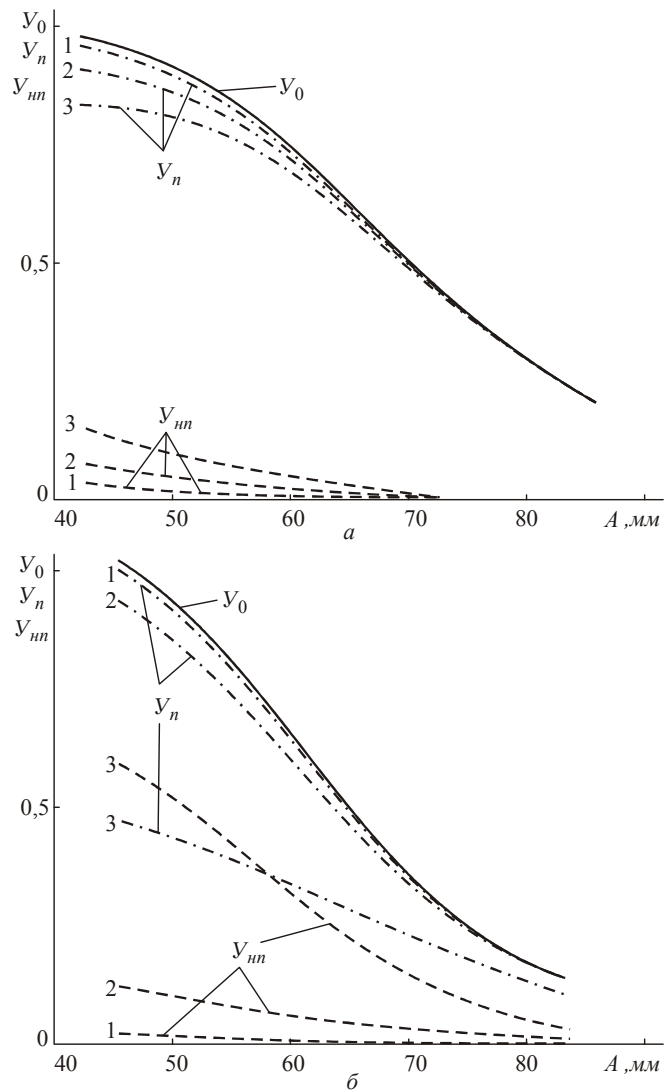


Рис. 1.1. Зависимость относительного улова ставриды (а) и скумбрии (б) от размера ячеи A . Промысловая мера на рыбу (в см) для ставриды: 1 - 20, 2 - 22, 3 - 24; для скумбрии: 1 - 22, 2 - 24, 3 - 26.

Серьезное снижение уловов наблюдается и в других рассмотренных примерах.

1.5. Влияние размерного состава облавливаемых скоплений на величину и состав улова

1.5.1. В большой степени на величину и состав улова влияет размерный состав облавливаемых скоплений.

Увеличение количества крупных рыб в скоплениях при постоянной промысловой мере на рыбу приводит к повышению доли рыб промысловых размеров в улове, и допустимый прилов рыб непромысловых размеров получают при меньшем размере ячеи. Напротив, при уменьшении, в общем, размеров облавливаемых рыб наблюдается снижение в улове рыб промысловых размеров. По влиянию на величину улова увеличение размера рыб в облавливаемых скоплениях напоминает уменьшение промысловой меры на рыбу.

Постоянные колебания размерного состава облавливаемых скоплений приводят к существенному, часто неуправляемому, изменению эффективности лова.

1.5.2. На величину улова влияет также ширина диапазона размерного состава объекта лова. Чем шире этот диапазон, тем больше, при прочих равных условиях, величина улова и меньше размер ячеи, при котором прилов рыб непромысловых размеров не превысит допустимый. Когда диапазон размерного состава облавливаемых скоплений узок, уход рыбы промысловых размеров через ячею иногда превышает 50% при прилове рыб непромысловых размеров 5–10%.

1.6. Соотношение между приловом рыб непромысловых размеров и уходом через ячею рыб промысловых размеров

1.6.1. Установление связи $n_{\text{нп}}$ и $n_{\text{п}}$ позволяет оценить правильность мер регулирования рыболовства, наметить пути повышения эффективности рыболовства и рациональной эксплуатации запасов рыб.

1.6.2. Анализ основных уравнений селективности сетных мешков показывает тесную связь $n_{\text{нп}}$ и $n_{\text{п}}$. Уменьшение $n_{\text{нп}}$ в два раза для реальных случаев лова часто приводит к повышению ухода через ячею рыб промысловых размеров в пять и более раз. В то же время при некоторых сочетаниях влияющих факторов уменьшение $n_{\text{нп}}$ в 2-3 раза вызывает увеличение ухода рыбы промысловых размеров всего на 5-10%.

1.6.3. При заданном допустимом значении $[n_{\text{нп}}]$ уход через ячею рыбы промысловых размеров в наибольшей степени зависит от промысловой меры на рыбу $l_{\text{нп}}$. Рост $l_{\text{нп}}$ требует увеличения размера ячеи, чтобы сохранить заданное значение $n_{\text{нп}}$. Однако при этом растет уход через ячею рыбы промысловых размеров. Этим объясняется, в частности, значительное увеличение $n_{\text{п}}$ с ростом доли $N_{\text{нп}}$ рыб непромысловых размеров в облавливаемых скоплениях как функции от $l_{\text{нп}}$. Так, в рассмотренных примерах увеличение $N_{\text{нп}}$ с 0,1-0,15 до 0,4-0,45 иногда приводит к росту относительного ухода рыбы промысловых размеров почти от 0 до 1,0.

1.6.4. Обычно наблюдается не только повышенный уход через ячею рыбы промысловых размеров при уменьшении $n_{\text{нп}}$ и увеличении $N_{\text{нп}}$, но и особое влияние на $n_{\text{п}}$ отношения $N_{\text{нп}}/n_{\text{нп}}$.

При обычных значениях $n_{\text{нп}}=0,05-0,1$ величина $n_{\text{п}}$ приближается к 1, когда $N_{\text{нп}}=0,5$, т.е. при $N_{\text{нп}}/n_{\text{нп}} > 5 - 10$. При отношении $N_{\text{нп}}/n_{\text{нп}} > 3,0$ уход через ячею рыбы промысловых размеров часто превышает 40-50%.

1.6.5. На соотношение $n_{\text{нп}}$ и $n_{\text{п}}$ существенно влияет диапазон селективности, а тот зависит от полноты тела рыбы. С уменьшением полноты тела рыбы и с увеличением диапазона селективности уход рыбы промысловых размеров через ячею уменьшается. Для снижения ухода из сетного мешка рыб промысловых размеров обычно необходимо уменьшать диапазон селективности.

1.6.6. На соотношение $n_{\text{нп}}$ и $n_{\text{п}}$ влияет ширина диапазона размерного состава объекта лова. Чем уже кривая размерного состава, тем больше величина $n_{\text{п}}$ и размер ячеи, соответствующий $[n_{\text{нп}}]$. При узком размерном составе скопления и $[n_{\text{нп}}]=0,05-0,08$ уход из орудия лова рыб промысловых размеров иногда превышает 50%.

1.7. Влияние селективности сетных мешков на уловистость орудий лова

1.7.1. Для определения влияния селективности лова на коэффициент уловистости φ запишем следующее выражение:

$$\varphi = \varphi_{\text{нс}} \int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{макс}}} g(l) S_{\text{м}}(l) dl, \quad (1.13)$$

где $\varphi_{\text{нс}}$ - коэффициент уловистости при условно неселективном лове.

Из формулы (1.13) следует, что селективность сетных мешков влияет на коэффициент уловистости так же, как на величину относительного общего улова в соответствии с выражением (1.1). Особенности такого влияния рассмотрены в 1.3 с учетом также зависимости (1.4). Если ячея сетного мешка соответствует расчетному размеру с учетом допустимого прилова рыб непромысловых размеров и допустимого ухода через ячею рыб промысловых размеров, то селективность сетного мешка снижает коэффициент уловистости орудия лова в среднем на 10-20%. При завышенном размере ячеи эта величина может быть значительно больше. При заниженном размере ячеи степень снижения коэффициента уловистости, естественно меньше, но увеличивается прилов рыб непромысловых размеров и вероятность нарушения Правил регулирования рыболовства.

Иногда представляет интерес определение коэффициента уловистости только для промысловых или непромысловых размеров и тогда следует воспользоваться формулами (1.2) и (1.3).

1.8. Влияние селективности и производительности лова на экономическую

эффективность промысла

1.8.1. Наиболее очевидным образом экономическая эффективность зависит от производительности и селективности лова. Для оценки взаимосвязи между этими показателями при работе отцеживающих орудий лова принимали выражения для определения абсолютной массы общего улова, улова рыб промысловых размеров и рыб промысловых размеров:

$$Y_{\text{ом}} = bk_y \int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{макс}}} g(l) S_{\text{м}}(l) l^n dl ; \quad (1.14)$$

$$Y_{\text{пм}} = bk_y \int_{l_{\text{пп}}}^{l_{\text{макс}}} g(l) S_{\text{м}}(l) l^n dl ; \quad (1.15)$$

$$Y_{\text{ппм}} = bk_y \int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{пп}}} g(l) S_{\text{м}}(l) l^n dl , \quad (1.16)$$

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; $S_{\text{м}}(l)$ - функция кривой селективности при отцеживании рыбы сетным полотном; $l_{\text{пп}}$ - промысловая мера на рыбу.

1.8.2. В некоторых случаях вместо функции кривой селективности при отцеживании в выражения (1.14)-(1.16) можно подставить функцию дифференциальной (полной) селективности отцеживающего орудия лова или ловушки.

Чтобы получить аналогичные уравнения для объеживающих орудий лова, вместо $S_{\text{м}}(l)$, в выражения (1.14)-(1.16) необходимо подставить функцию кривой относительной уловистости сетей.

В выражениях (1.14)-(1.16) можно выделить две составляющие. Первая составляющая в виде коэффициента k_y характеризует величину улова при условно неселективном лове, а интегралы - влияние селективности на величину улова и его состав.

1.8.3. Для определения экономической эффективности необходимо знать не только величину улова, но его размерный состав. Чтобы получить размерный состав улова, запишем в дискретном виде выражения для относительного общего улова, улова рыб промысловых и промысловых размеров в штуках:

$$Y_{oi} = \sum_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{макс}}} g(l_i) S_{\text{м}}(l_i) ; \quad (1.17)$$

$$Y_{ni} = \sum_{l_{\text{пп}}}^{l_{\text{макс}}} g(l_i) S_{\text{м}}(l_i) ; \quad (1.18)$$

$$Y_{ппi} = \sum_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{пп}}} g(l_i) S_{\text{м}}(l_i) . \quad (1.19)$$

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

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

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

$$\Pi = Y_{\text{ом}} \Pi - C = T - C , \quad (1.20)$$

где $Y_{\text{ом}}$ - масса улова; Π - оптовая цена единицы массы улова; C - себестоимость массы улова; T - оптовая цена всего улова.

Подставим в (1.20) выражение для массы улова из (1.14):

$$\Pi = bk_y \Pi \int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{макс}}} g(l) S_m(l) l^n dl - C \quad (1.21)$$

В выражение для прибыли входит функция $S(l)$, характеризующая селективные свойства орудия лова. Т.к. 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 также построить графики зависимости от размера ячеи оптовой цены всего улова $T(A)$ и себестоимости $C(A)$.

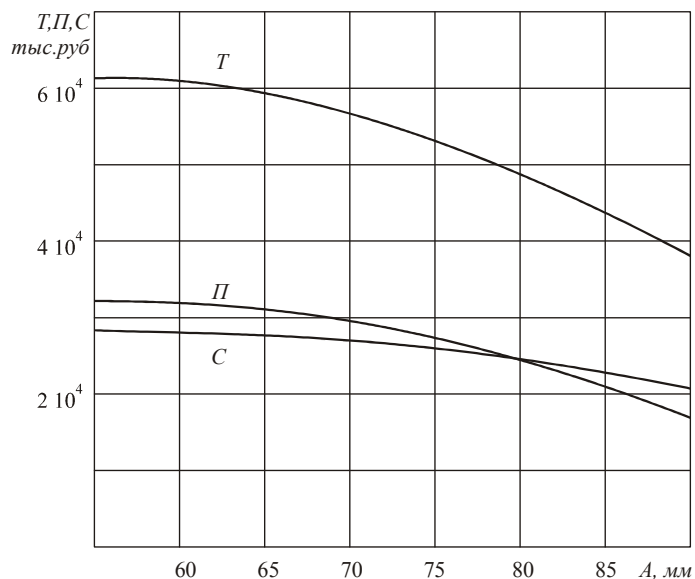


Рис. 1.2. Зависимость стоимости товарной продукции T , полной себестоимости C и прибыли Π от размера ячеи.

На рис 1.2. такие графики соответствуют лову ставриды разноглубинным тралом в районе ЮВА, принимая в расчет ценовые показатели в 2002 г. Выражение 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. Так, в рассматриваемом случае при допустимом прилове рыб непромысловых размеров 0,1 оптимальным оказался размер ячеи $A = 62$ мм. При таком размере ячеи возможная прибыль близка к максимально возможной при неселективном лове.

На рис. 1.3 в относительных единицах построен график $\Pi = f(A)$ для лова сетями леща в дельте Волги. В этом случае, как и ожидалось, получена экстремальная зависимость. Ординаты графика для соответствующего размера ячеи пропорциональны ординатам графика общего улова $Y_{\text{ом}}$.

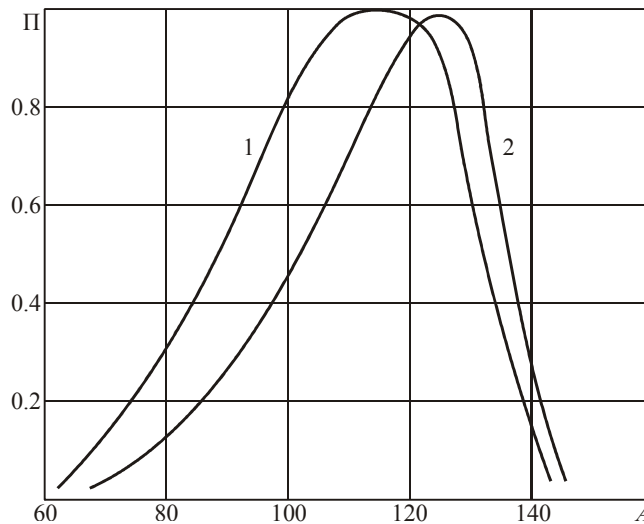


Рис 1.3. Зависимость прибыли Π от размера ячеи при лове леща сетями в дельте Волги: 1 – цена рыбы любых размеров одинакова; 2 – цена рыбы с увеличением размеров растет.

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

1.8.6. Второй случай расчета экономической эффективности учитывает, что цена рыбы по мере увеличения ее размеров растет. Предположим, размерный состав уловов разбит на n диапазонов, а цена рыбы для каждого размерного диапазона равна $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$.

Формула для определения прибыли при лове отцеживающими орудиями лова в этом случае имеет вид:

$$\begin{aligned} \Pi = & b_1 k_{y1} \Pi_1 \int_{l_1}^{l_2} g(l) S_m(l) l^n dl + b_2 k_{y2} \Pi_2 \int_{l_2}^{l_3} g(l) S_m(l) l^n dl + \dots \\ & + b_n k_{yn} \Pi_n \int_{l_n}^{l_{n+1}} g(l) S_m(l) l^n dl - C \end{aligned} \quad (1.22)$$

Если в выражении (1.22) функцию $S(l)$ заменить функцией $P(l)$, получим выражение для определения прибыли при лове объеживающими орудиями лова.

На рис. 1.3 по формуле, аналогичной (1.22), рассчитана прибыль в относительных единицах при лове леща сетями в дельте Волги. В расчетах условно принимали, что размерный состав рыб по цене разбит на четыре диапазона (18-20см; 22-26см; 26-30см; более 30см), 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, а особенно при увеличении размера ячеи.

Важно отметить, что большая величина прибыли, как правило, соответствует размерам ячеи, при которых практически нет прилова рыб непромысловых размеров. Если учесть, что максимальные уловы на сеть также наблюдаются при сравнительно больших размерах ячеи, то проблема оптимизации размера ячеи сетей с учетом экономических показателей в значительно меньшей степени связана с приловом рыб непромысловых размеров, чем при лове отцеживающими орудиями лова.

1.8.7. Наконец, рассмотрим особенности оценки экономической эффективности в связи с видовой селективностью лова сетями, принимая 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 (1.14-1.16), а по ним, при необходимости, для каждого объекта лова построить графики общего улова, улова рыб промысловых размеров и прилова рыб непромысловых размеров.

С использованием выражений вида (1.20-1.21) для каждого объекта лова строят графики зависимости прибыли от размера ячеи, а также график общей прибыли от размера ячеи.

Последний вид графика позволяет определить размер ячеи, который обеспечивает максимальную прибыль при облове многовидовых скоплений.

1.8.8. Рассмотрим пример оценки прибыли при одновременном лове сетями судака, сазана и леща в дельте Волги, считая, 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. Решим задачу лишь для одного случая, когда рыба непромысловых размеров реализации не подлежит, а рыба промысловых размеров каждого вида имеет одинаковую цену.

Сначала с использованием данных наблюдений строим откорректированные графики улова рыб промысловых размеров трех видов, 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. 1.4).

Как и при облове одновидовых скоплений, график прибыли при облове многовидовых скоплений носит экстремальный характер, а полученные зависимости можно использовать для уточнения размера ячеи, найденного из других соображений.

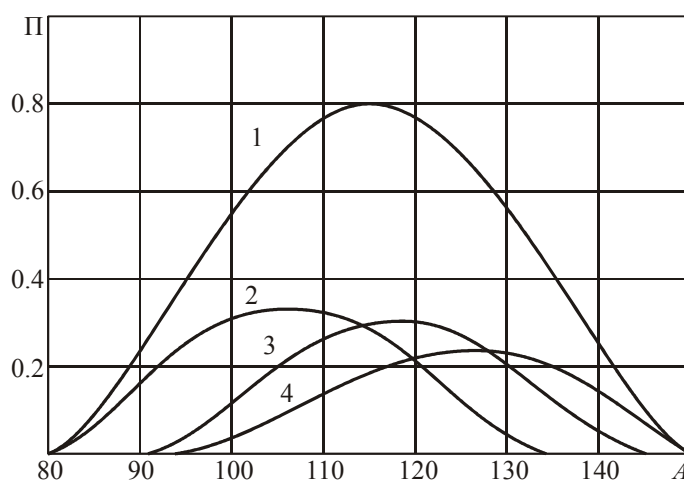


Рис. 1.4. Зависимость общей прибыли Π (1) и прибыли от реализации леща (2), сазана (3) и сома (4) в дельте Волги.

ГЛАВА 2. СЕЛЕКТИВНОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ РЫБОЛОВСТВА

2.1. Общая характеристика связи селективности и интенсивности рыболовства

2.1.1. Селективность и интенсивность лова одновременно влияют на величину и состав улова, состояние запасов промысловых рыб. Очевидно, необходима оценка раздельного и совместного влияния этих факторов на уловы и запасы, определение области и особенностей регулирования селективности и интенсивности лова с учетом требований к улову и запасам.

В литературе достаточно подробно рассмотрено влияние интенсивности вылова и селективности лова на состояние запасов и величину возможного улова промысловых рыб. Например, модификации уравнений Баранова-Бивертон-Холта позволяют оценивать влияние селективности лова и интенсивности вылова на состояние запасов и величину возможного улова. Однако взаимосвязь селективности и интенсивности лова и вылова как факторов, влияющих на эффективность лова и использования запасов, раскрыта в недостаточной степени.

2.1.2. Рассмотрим селективность лова как фактор, влияющий на интенсивность вылова, сравним возможное влияние селективности и интенсивности лова на интенсивность вылова, установим связь интенсивности вылова с приловом рыб непромысловых размеров и уходом через ячею рыб промысловых размеров. Кроме того, рассмотрим взаимосвязь интенсивности лова и интенсивно-

сти вылова, приведем факты совместно влияния интенсивности вылова и селективности лова на показатели эффективности лова, оценим перспективы регулирования рыболовства интенсивностью и селективностью лова и промысла.

2.1.3. Будем считать обычно, что селективность лова определяется только селективностью сетных мешков без учета других видов селективности орудий лова и селективности промысла. Чтобы принять такое допущение при решении конкретных задач необходимо оценивать относительную степень влияния различных видов селективности рыболовства и допустимую погрешность оценки селективности рыболовства.

В основном взаимосвязь селективности интенсивности рассмотрена с применением основных уравнений селективности и их составляющих. Кроме того, такую связь можно установить с использованием некоторых модификаций уравнения Баранова-Бивертон-Холта, производственных моделей, выражений для коэффициента использования поколения биомассы промысловых рыб, когортного анализа и т.д.

2.1.4. Запишем выражение для интенсивности вылова с учетом только селективности сетных мешков в виде двух составляющих:

$$I = I_{\text{нс}} \int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{макс}}} g(l)S(l)dl = I_{\text{нс}} I_{\text{с}}, \quad (2.1)$$

где $I_{\text{нс}}$ - интенсивность вылова при условно неселективном лове; $g(l)$ - осредненная функция плотности распределения размерного состава облавливаемых скоплений; $S(l)$ - функция кривой селективности сетного мешка; $I_{\text{с}}$ - коэффициент, учитывающий влияние селективности лова на интенсивность вылова.

Функция $S(l)$ может быть также функцией кривой полной селективности орудия лова, если известно математическое выражение этой функции.

Выражение, подобное (2.1), можно записать для обобщающих орудий лова, заменив в нем функцию кривой селективности сетного мешка $S(l)$ функцией кривой относительной уловистости сетей $P(l)$.

Величина $I_{\text{нс}}$ в выражении (2.1) соответствует интенсивности вылова неселективным орудием лова, которое в равной степени удерживает рыб разной длины.

Выражение (2.1) позволяет оценить влияние селективности лова на интенсивность вылова I и сравнить его с влиянием интенсивности вылова $I_{\text{нс}}$ при неселективном лове.

2.1.5. Интенсивность вылова $I_{\text{нс}}$ для различных объектов лова изменяется в основном от 0,2-0,3 до 0,6-0,7, $I_{\text{с}}$ - от 0,5 до 1. При $I_{\text{с}} = 1$ лов неселективный, а при $I_{\text{с}} < 0,5$ практически нецелесообразен, т.к. означает уход через ячею до 40 % и более рыб промысловых размеров. С учетом этих данных построены графики на рис. 2.1, где заштрихована область возможных значений I , $I_{\text{с}}$ и $I_{\text{нс}}$.

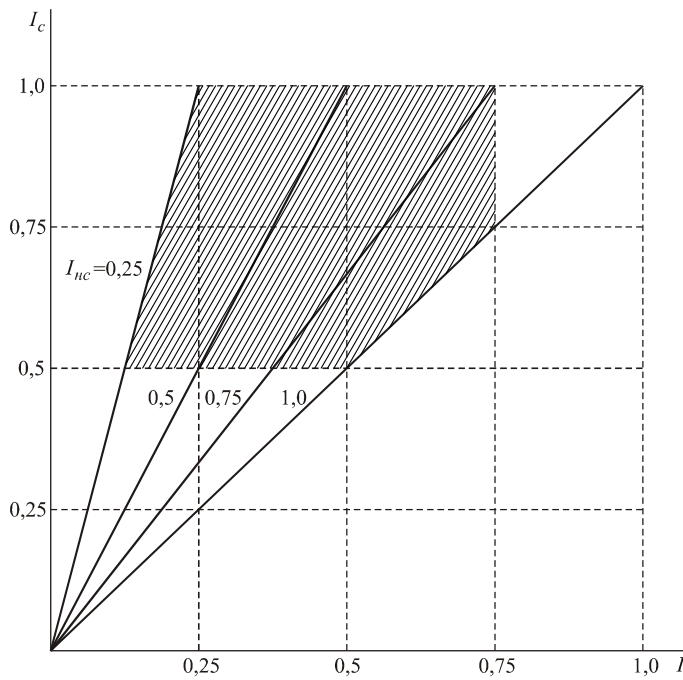


Рис. 2.1. Зависимость между общей интенсивностью вылова I , интенсивностью вылова при условно не-селективном лове $I_{нс}$ и составляющей общей селективности I_c , обусловленной селективностью лова.

2.1.6. По обобщенным данным влияние I_c и $I_{нс}$ на результирующую интенсивность вылова сравнимо. Но для отдельных видов рыб величина $I_{нс}$ обычно изменяется в год не более чем на 20-30% , а I_c иногда на 40-50% .

Причиной влияния селективности на интенсивность вылова служит изменение размера ячеи, величины улова, размерного состава облавливаемых скоплений, биометрических характеристик тела рыбы, физико-технических свойств сетематериалов, технологии лова и т.д. Таким образом, для конкретных объектов лова влияние селективности лова на результирующую интенсивность вылова может быть выше, чем интенсивности вылова при неселективном лове.

Влияние селективности больше при низкой интенсивности лова и низкой допустимой интенсивности вылова, характерной для долгоживущих рыб.

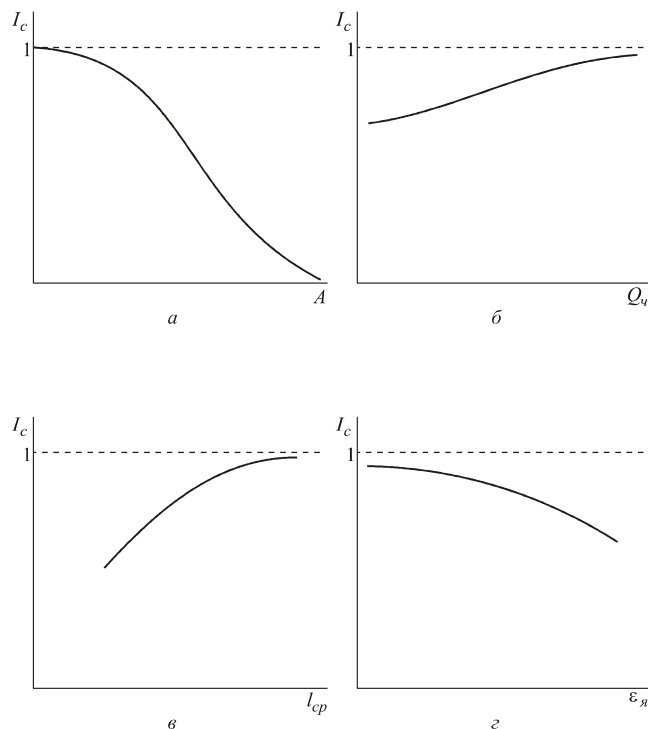


Рис. 2.2. Характер зависимости I_c от размера ячеи A (а), часового улова $Q_{\text{ч}}$ (б), средней длины рыбы в облавливаемом скоплении $l_{\text{ср}}$ (в), относительного удлинения ячеи $\varepsilon_{\text{я}}$ (г).

2.1.7. По экспериментальным данным о размерном составе облавливаемых скоплений и по расчетным параметрам кривой селективности траловых мешков построены примерные графики изменения коэффициента I_c под влиянием некоторых факторов (рис.2.2). Данные подтверждают необходимость обязательного учета селективности при определении результирующей интенсивности вылова.

2.2. Оценка влияния селективности лова на интенсивность вылова рыб промысловых и непромысловых размеров

2.2.1. Представляет интерес не только связь результирующей интенсивности вылова с селективностью лова, но и раздельно для рыб промысловых и непромысловых размеров.

2.2.2. Введем понятие интенсивности вылова для рыб промысловых размеров $I_{\text{п}}$, интенсивности вылова для рыб непромысловых размеров $I_{\text{нп}}$:

$$I_{\text{п}} = I_{\text{нс}} \frac{\int_{l_{\text{нп}}}^{l_{\text{макс}}} g(l)S(l)dl}{\int_{l_{\text{нп}}}^{l_{\text{макс}}} g(l)dl}; \quad (2.2)$$

$$I_{\text{нп}} = I_{\text{нс}} \frac{\int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{нп}}} g(l)S(l)dl}{\int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{нп}}} g(l)dl}. \quad (2.3)$$

Если $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$ находятся в некотором произвольном соотношении, то можно определить интенсивность вылова

$$I = I_{\text{нп}} \int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{нп}}} g(l)dl + I_{\text{п}} \int_{l_{\text{нп}}}^{l_{\text{макс}}} g(l)dl. \quad (2.4)$$

Отношение $I_{\text{п}} / I_{\text{нп}}$ зависит от всех показателей, входящих в выражения (2.2) и (2.3).

2.2.3. На рис. 2.3 в качестве примера приведены графики зависимости отношения $I_{\text{п}} / I_{\text{нп}}$ для некоторых объектов лова от размера ячеи.

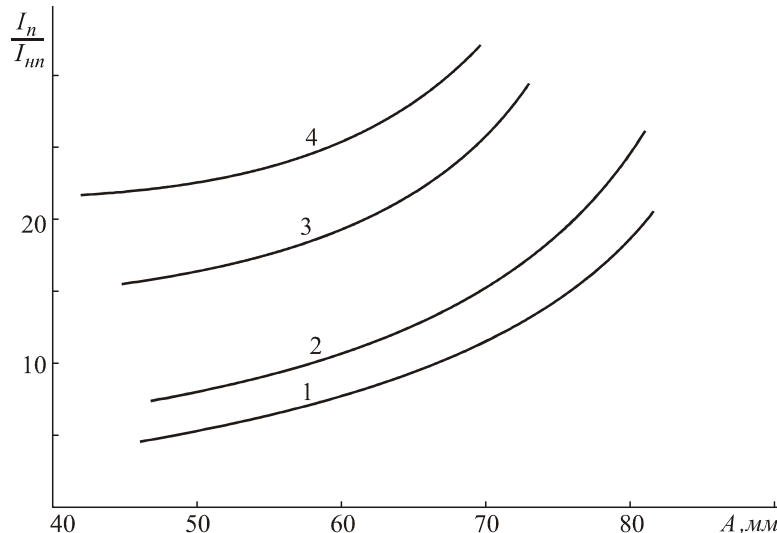


Рис. 2.3. Отношение интенсивности вылова рыб промысловых размеров I_{Π} к интенсивности вылова рыб непромысловых размеров $I_{\text{нп}}$ для различного размера ячеи A при лове: 1 - ставриды, 2 - скумбрии, 3 - сардинеллы, 4 - мерлузы.

Значение I_{Π} примерно на порядок больше $I_{\text{нп}}$. Лишь при значительно омоложенном составе стада и завышенной промысловой мере на рыбу I_{Π} и $I_{\text{нп}}$ могут быть соизмеримы.

2.3. Оценка связи интенсивности вылова с приловом рыб непромысловых размеров и уходом через ячею рыб промысловых размеров

2.3.1. Представляет интерес оценка связи I_{Π} и $I_{\text{нп}}$, с одной стороны, ухода n_{Π} через ячею рыб промысловых размеров и прилова $n_{\text{нп}}$ рыб непромысловых размеров, с другой. Сравнивая выражения для соответствующих величин, получим

$$I_{\Pi} = I_{\text{нп}}(1 - n_{\Pi}); \quad (2.5)$$

$$I_{\text{нп}} = I_{\text{нс}} n_{\text{нп}} \frac{\int_{l_{\text{нп}}}^{l_{\text{макс}}} g(l)S(l)dl}{\int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{нп}}} g(l)dl}. \quad (2.6)$$

2.3.2. Из выражения (2.5) следует, что интенсивность вылова рыб промысловых размеров пропорциональна доле пойманных рыб промысловых размеров от количества, попавших в орудие лова, а эта доля зависит от ухода из орудия лова рыб промысловых размеров.

Уход рыб промысловых размеров из сетного мешка зависит от размера ячеи, размерного состава облавливаемых скоплений, величины улова, промысловой меры на рыбу и других факторов. Он колеблется в основном от 10% до 50%. Соответственно, доля пойманных рыб промысловых размеров от количества, попавших в орудие лова изменяется от 50% до 90%. Таким образом, влияние селективности лова на интенсивность вылова рыб промысловых размеров в общем случае соизмеримо с влиянием интенсивности вылова при неселективном лове.

2.3.3. Еще больший интерес представляет оценка связи $I_{\text{нп}}$ и $n_{\text{нп}}$. Действительно, $n_{\text{нп}}$ устанавливают, чтобы обеспечить приемлемую долю вылова рыб непромысловых размеров. Но прилов рыб непромысловых размеров характеризует их долю в улове, а не в облавливаемом скоплении и регламентируется лишь по причине простоты практического определения этой величины. На самом же деле следовало бы регламентировать интенсивность вылова рыб непромысловых размеров $I_{\text{нп}}$ как действительную меру вылова из запаса рыб непромысловых размеров.

Выражение (2.6) позволяет по прилову рыб непромысловых размеров $n_{\text{нп}}$ определить фактическую интенсивность вылова рыб непромысловых размеров. Оно позволяет также по допустимой интенсивности вылова рыб непромысловых размеров $[I_{\text{нп}}]$ вычислить допустимый прилов рыб непромысловых размеров $[n_{\text{нп}}]$. Иногда при оценке связи между $I_{\text{нп}}$ и $n_{\text{нп}}$ считают, что $I_{\text{нп}} = I_{\text{нс}} n_{\text{нп}}$, пренебрегая отношением интегралов в формуле (2.6). Однако отношение интегралов может существенно отличаться от единицы. Так для реальных размеров ячеи значение интеграла в числителе, как указано выше, равно 0,2-0,5, значение интеграла в знаменателе 0,1-0,3, а отношение интегралов может изменяться от 1,0-2,0 до 4,0-5,0. С учетом приведенных данных и обычных значений $I_{\text{нс}}$, интенсивность вылова рыб непромысловых размеров может колебаться от 0,01-0,02 до 0,4-0,5, т.е. численно эта величина может быть как выше, так и ниже величины допустимого прилова рыб непромысловых размеров.

2.3.4. Интенсивность вылова рыб непромысловых размеров $I_{\text{нп}}$ рассмотрена выше соответственно с учетом только доли таких рыб в облавливаемых скоплениях. Однако прилов рыб непро-

мысловых размеров $n_{\text{нп}}$ определяют с учетом общей величины улова, т.е. рыб как промысловых, так и промысловых размеров.

Для более объективной оценки вылова рыб промысловых размеров из запаса полезно оценивать интенсивность вылова рыб промысловых размеров от общей величины запаса. В этом случае интенсивность вылова рыб промысловых размеров от общей величины запаса

$$I'_{\text{нп}} = I_{\text{нс}} \frac{\int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{макс}}} g(l)S(l)dl}{\int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{нп}}} g(l)S(l)dl} = I_{\text{нп}}. \quad (2.7)$$

Так как I всегда существенно ниже 1, а $n_{\text{нп}}$ редко превышает 0,08 - 0,1, то интенсивность вылова рыб промысловых размеров от общей величины запаса иногда не превышает 0,02 - 0,03 и может быть существенно увеличена.

2.4. Оценка соотношения между интенсивностью вылова рыб промысловых и промысловых размеров

2.4.1. Интенсивность вылова рыб промысловых размеров и интенсивность вылова рыб промысловых размеров иногда должны находиться в определенном соотношении, в частности, чтобы соответствовать заданным допустимым значениям.

Установим связь между $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$, определим, какими способами можно регулировать соотношение между ними. Сравнивая выражения (2.5) и (2.6), получим:

$$\frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{нп}}} = \frac{\int_{l_{\text{нп}}}^{l_{\text{макс}}} g(l)S(l)dl}{\int_{l_{\text{нп}}}^{l_{\text{макс}}} g(l)dl} \cdot \frac{\int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{нп}}} g(l)dl}{\int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{нп}}} g(l)S(l)dl}. \quad (2.8)$$

Из зависимости (2.8) следует, что соотношение между $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$ необходимо регулировать не интенсивностью, а селективностью лова, например, размером ячеи и другими показателями, определяющими форму и положение кривой селективности.

Для определения условий, в которых значения $I_{\text{п}}$, $I_{\text{нп}}$ и отношения $I_{\text{п}}/I_{\text{нп}}$ соответствуют заданным, строят зависимости, например, вида $I_{\text{п}} = f_1(I_{\text{нп}}, A)$, $I_{\text{нп}} = f_2(I_{\text{нс}}, A)$ и по ним находят размер ячеи в наибольшей степени отвечающий заданным значениям $I_{\text{п}}$, $I_{\text{нп}}$ и их соотношения. Пример таких зависимостей приведен на рис. 2.4.

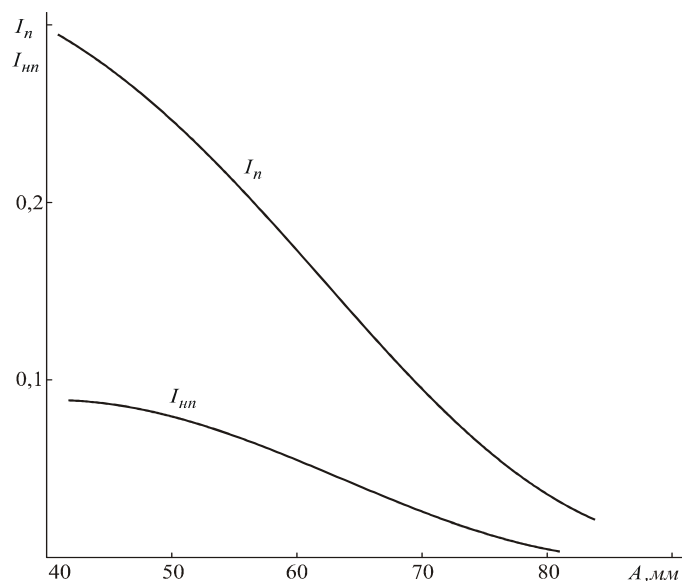


Рис. 2.4. Зависимость интенсивности вылова рыб промысловых размеров $I_{\text{п}}$ и непромысловых размеров $I_{\text{нп}}$ от размера ячеи A при лове ставриды. Интенсивность вылова при условно неселективном лове 0,25.

2.4.2. Регулирование селективности лова обычно не позволяет получить оба заданных значения $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$, т. к. каждому значению $I_{\text{п}}$ соответствует определенное значение $I_{\text{нп}}$. В этом случае принимают компромиссный вариант, например, выбирают такой размер ячеи, при котором оба значения $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$ в наибольшей степени удовлетворяют практику лова и способствуют сохранению запасов промысловых рыб.

Иногда можно обеспечить более благоприятные значения $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$, их соотношения путем подбора других показателей, влияющих на селективность (например, толщины сетных нитей, величины улова и т.д.).

2.4.3. Требования к показателям $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$ особенно сложно удовлетворить, если облавливают одновременно рыб нескольких видов и по каждому из них заданы значения $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$. Если регулирующим фактором служит, например, размер ячеи A , то для разных видов рыб строят графики $I_{\text{п}}(A)$ и $I_{\text{нп}}(A)$, а по ним выбирают компромиссный размер ячеи с учетом лова рыб нескольких видов.

Задача несколько облегчается, если требования к соблюдению одного из показателей ($I_{\text{п}}$ или $I_{\text{нп}}$) не столь обязательны. Кроме того, иногда в неодинаковой степени важны требования к соблюдению этих показателей в отношении всех объектов лова.

2.5. Оценка взаимосвязи селективности лова и интенсивности вылова и их взаимного влияния на результаты лова с помощью уравнений запас–промысел

2.5.1. Известно, что уравнения запас–промысел использовать для обоснования размера ячеи, промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров. С помощью этих же уравнений можно оценить взаимное влияние селективности лова и интенсивности вылова на результаты лова, взаимосвязь селективности лова и интенсивности вылова. Взаимосвязь двух последних показателей в рассмотренных ниже случаях проявляется обычно косвенно через посредство влияния на состав и численность промыслового стада.

2.5.2. Из выражения для обоснования показателей, регламентирующих селективность с учетом колебаний пополнения, следует, что допустимая интенсивность вылова зависит от допустимого прилова рыб непромысловых размеров и промысловой меры на рыбу.

Чем меньше допустимый прилов рыб непромысловых размеров и больше промысловая мера на рыбу, тем больше, в соответствии со способом, может быть допустимая интенсивность вылова. Степень влияния показателей, регламентирующих селективность рыболовства, на допустимую интенсивность вылова хорошо просматривается из структуры выражения для оценки допустимого прилова рыб непромысловых размеров. Особенно сильно зависит допустимая интенсивность вылова от допустимого прилова рыб непромысловых размеров при малых значениях последней величины.

2.5.3. Выражение для коэффициента использования биомассы поколения промысловых рыб показывает, насколько значения этого коэффициента при различной интенсивности вылова (коэффициента промысловой смертности) и селективности лова отличаются от максимально возможной относительной величины, равной 1. В этом случае показатели интенсивности и селективности оказывают совместное влияние на величину коэффициента использования биомассы поколения и взаимное влияние на оптимальные значения этих показателей. Особенности такого совместного влияния и взаимосвязи показателей можно оценить, рассматривая графики для коэффициента использования запасов промысловых рыб.

2.5.4. В модификации уравнения Баранова-Бивертон-Холта интенсивность вылова представлена коэффициентом промысловой смертности при условно неселективном лове, а селективные свойства сетного мешка - кривой селективности. Совместно эти показатели достаточно сложным образом влияют на величину улова, получаемую с единицы пополнения промыслового стада. При определенных сочетаниях интенсивности вылова и селективности лова можно получить различные значения улова на единицу пополнения. Взаимное влияние интенсивности и селективности рыболовства на результаты лова хорошо просматриваются из соответствующих графиков. Селективность лова в этом случае просто регулировать размером ячеи тралового мешка.

2.5.5. Аналогичные выводы о взаимном влиянии интенсивности и селективности рыболовства на результаты лова можно сделать, рассматривая дискретные выражения для оценки улова на единицу пополнения промыслового стада при неуровновешенном состоянии запасов и промысла.

2.5.6. Новые модификации продукционных моделей содержат показатели селективности лова. Это позволяет при уравнированном состоянии запаса и промысла оценить характер и степень раздельного и совместного влияния интенсивности и селективности на результат лова, определить, при каких значениях этих показателей величина уравнированного улова окажется максимальной.

В этом, как и в других случаях, рассмотренных в этой главе, можно оценить степень взаимосвязи и взаимного влияния интенсивности и селективности лова или их составляющих на результаты лова.

2.6. Оценка взаимосвязи между интенсивностью вылова и интенсивностью лова

2.6.1. В связи с анализом относительной роли регулирования интенсивности и селективности лова представляет интерес оценка связи селективности лова не только с интенсивностью вылова, но и с интенсивностью лова.

2.6.2. В обобщенном виде интенсивность вылова

$$I = 1 - \exp \left[- \frac{\Phi \rho_{\text{обл}}}{\rho_{\text{в}}} I_{\text{л}} \right], \quad (2.9)$$

где $I_{\text{л}}$ - интенсивность лова, Φ - коэффициент уловистости; $\rho_{\text{обл}}$ и $\rho_{\text{в}}$ - плотность концентрации рыбы в обловленном объеме и в промысловой части водоема.

С учетом выражения (2.1)

$$I = I_{\text{нс}} \int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{макс}}} g(l) S(l) dl = 1 - \exp \left[- \frac{\rho_{\text{обл}} \Phi_{\text{нс}} I_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} \int_{l_{\text{мин}}}^{l_{\text{макс}}} g(l) S(l) dl \right], \quad (2.10)$$

где $\Phi_{\text{нс}}$ - коэффициент уловистости при условно неселективном лове.

2.6.3. Из полученного выражения следует, что интенсивность вылова при одной и той же интенсивности лова зависит от размерного состава облавливаемых скоплений и селективных свойств орудия лова. При этом можно построить ряд кривых, увязывающих интенсивность вылова и интенсивность лова, каждая из которых соответствует определенному составу промыслового стада и определенной кривой селективности, что расширяет область применения одного из основных уравнений теории рыболовства.

2.6.4. Очевидно, выражения, подобные (2.10), можно записать не только для результирующей интенсивности вылова, но и для интенсивности вылова рыб непромысловых и промысловых размеров.

2.7. Область регулирования рыболовства интенсивностью промысла и селективностью лова

2.7.1. Важность раздельного задания интенсивности вылова рыб непромысловых и промысловых размеров, возможность изменения этих величин регулированием, как интенсивности, так и селективности лова делает актуальной задачу оценки области регулирования рыболовства интенсивностью и селективностью лова.

2.7.2. Регулирование $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$ интенсивностью лова целесообразно, когда можно в широком диапазоне изменять промысловое усилие - количество судов, орудий лова, их уловистость, время работы - и при этом обеспечить необходимые значения $I_{\text{п}}$, $I_{\text{нп}}$, величину улова без регулирования селективности лова.

Регулирование рыболовства изменением только интенсивности лова ограничено по следующим причинам:

- не всегда возможно и целесообразно значительное изменение интенсивности лова;
- интенсивностью лова нельзя регулировать соотношение между селективностью вылова рыб промысловых и непромысловых размеров;

- величина пополнения, величина и состав промыслового стада ежегодно меняются; следовательно, в общем случае необходимо ежегодно изменять не только интенсивность вылова, но и селективность лова как фактора регулирования состояния запасов, состава и качества улова.

2.7.3. Регулирование $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$ только селективностью лова целесообразно, когда промысловое усилие и уловы должны быть стабильны, а селективностью лова необходимо обеспечить сравнительно небольшие колебания $I_{\text{п}}$, $I_{\text{нп}}$ и их соотношения. При этом селективностью лова в основном регулируют интенсивности вылова $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$, которые, при стабильном промысловом усилии, могут изменяться благодаря колебаниям размерного состава облавливаемых скоплений, величины улова, биометрических характеристик тела рыбы.

Регулирование только селективностью лова целесообразно также, когда $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$ (или одно из них) не задают, но необходимо обеспечить определенный видовой, половой и размерный состав улова.

2.7.4. Чаше $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$ целесообразно регулировать одновременно интенсивностью и селективностью лова. Желательно при этом регулированием интенсивности лова войти в диапазон допустимых значений $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$, а селективностью лова обеспечить конкретные значения $I_{\text{п}}$ и $I_{\text{нп}}$.

Регулированием селективности лова иногда компенсируют возможные, но нежелательные изменения интенсивности лова.

Контрольные вопросы к главе 1

1. Что такое эффективность лова, какими показателями ее можно оценить?
2. Какие точные и приближенные выражения можно использовать для оценки влияния селективности сетных мешков на величину и состав улова?
3. Как влияет на величину и состав улова размер ячеи?
4. Как влияет на величину и состав улова коэффициент селективности?
5. Как влияет на величину и состав улова диапазон селективности?
6. Как влияет на величину и состав улова доля рыб, не подверженных селективному действию сетного мешка?
7. Как влияет на величину и состав улова промысловая мера на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров?
8. Как влияет на величину и состав улова размерный состав облавливаемых скоплений?
9. Каким может быть отношение прилова рыб непромысловых размеров к доле ухода из сетного мешка рыб промысловых размеров?
10. Как зависит допустимый прилов рыб непромысловых размеров от ухода из сетного мешка рыб промысловых размеров?
11. Как зависит допустимый прилов рыб непромысловых размеров от доли рыб непромысловых размеров в облавливаемых скоплениях?
12. Как влияет селективность сетного мешка на уловистость орудия лова?
13. Какие исходные выражения можно использовать для оценки влияния производительности и селективности лова на экономическую эффективность лова?
14. Запишите и проанализируйте выражения для прибыли с учетом селективности сетных мешков.
15. Какой вид имеют графики для оценки прибыли в зависимости от размера ячеи прилове отцеживающими и обьячеивающими орудиями лова?
16. Как при оценке влияния селективности лова на экономические показатели лова учесть зависимость цены рыбы от размера и вида?

Контрольные вопросы к главе 2

1. Для чего необходимо знать закономерности взаимосвязи интенсивности и селективности лова?
2. Запишите выражения для оценки результирующей интенсивности вылова с показателями интенсивности и селективности лова.
3. В каких пределах изменяются показатели интенсивности и селективности лова при оценке результирующей интенсивности вылова? Проанализируйте графики на рис. 2.1.

4. В каких пределах практически изменяется отношение показателей интенсивности лова и селективности лова?
5. Проанализируйте графики на рис. 2.2 и оцените степень влияния некоторых факторов, определяющих селективность лова, на результирующую интенсивность вылова.
6. Оцените характер и степень влияния селективности лова на интенсивность вылова рыб промысловых и непромысловых размеров.
7. Как определить характер и степень связи интенсивности вылова с приловом рыб непромысловых и промысловых размеров?
8. Как оценить соотношение между интенсивностью вылова рыб непромысловых и промысловых размеров?
9. Как определить взаимосвязь селективности лова и интенсивность вылова, и их взаимное влияние на результаты лова с помощью уравнений запас-промысел?
10. Какова связь между интенсивностью вылова и интенсивностью лова?
11. Когда рыболовство можно регулировать только интенсивностью лова?
12. Когда рыболовство можно регулировать только селективностью лова?
13. Когда рыболовство целесообразно регулировать одновременно интенсивностью и селективностью лова?