

**АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра промышленного рыболовства

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
«ОБОСНОВАНИЕ ПРОМЫСЛОВОЙ
МЕРЫ НА РЫБУ И ДОПУСТИМОГО
ПРИЛОВА РЫБ НЕПРОМЫСЛОВЫХ
РАЗМЕРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОС-
НОВНЫХ УРАВНЕНИЙ СЕЛЕКТИВНО-
СТИ СЕТНЫХ МЕШКОВ»**

**Направление подготовки 35.04.08
«Промышленное рыболовство»**

Магистерская программа «Управление рыбо-
ловством и сырьевыми ресурсами»

Астрахань, 2014

Авторы: д.т.н., профессор кафедры промышленного
рыболовства А.В. Мельников.
д.т.н., профессор кафедры промышленного
рыболовства В.Н. Мельников.

Методические разработки рассмотрены и утвер-
ждены на заседании кафедры промышленного
рыболовства 6 апреля 2014 г., протокол № 11.

Рецензент - к.т.н., доцент кафедры промышленного
рыболовства В.И. Фоменко.

ОБОСНОВАНИЕ ПРОМЫСЛОВОЙ МЕРЫ НА РЫБУ И ДОПУСТИМОГО ПРИЛОВА РЫБ НЕ- ПРОМЫСЛОВЫХ РАЗМЕРОВ С ПРИМЕНЕ- НИЕМ ОСНОВНЫХ УРАВНЕНИЙ СЕЛЕК- ТИВНОСТИ СЕТНЫХ МЕШКОВ

1. Общая характеристика обоснования

1.1. Среди показателей, ограничивающих рыболовство, важное место занимают промысловая мера на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров. Как правило, эти показатели определяют из биологических предпосылок. По мнению многих ученых, промысловая мера на рыбу должна соответствовать возрасту наступления у рыбы половой зрелости. Некоторые авторы утверждают, что наибольшую продуктивность популяций рыб можно получить, если рыба успевает отнереститься несколько раз. Иногда считают, что промысловая длина рыбы должна соответствовать средней длине рыб возрастной группы с максимальным приростом ихтиомассы или возрасту, в котором поколение рыб достигает максимума ихтиомассы.

Установлено, что максимальной величине ихтиомассы поколения соответствует длина рыбы

$$l_m = \frac{3}{k_y} l_0, \quad (1)$$

где l_0 - длина рыбы, начиная с которой коэффициент убыли k_y численности поколения можно считать постоянным.

Возраст, в котором наступает кульминация ихтиомассы поколения, определяют по формуле Катти:

$$t_m = t_0 + \frac{1}{k_p} \ln \frac{M + 3k_p}{M}, \quad (2)$$

где t_0 и k_p - параметры уравнения Берталанфи для оценки роста рыбы; M – мгновенный коэффициент естественной смертности.

Возраст кульминации ихтиомассы поколения определяют также по методу П.В. Тюрина. В соответствии с методом суммируют массы отдельных возрастных групп с учетом естественной за год смертности, строят график изменения массы поколения и по нему определяют искомый показатель.

Р. Бивертон и С. Холт считают, что возраст, в котором рыба становится уязвимой для промысла, должен быть таким, чтобы с учетом заданной промысловой смертности получить наибольшую величину улова на единицу пополнения. Таким образом, они полагают, что возраст и длина рыб, вступающих в промысел, зависит не только от естественной, но и промысловой смертности, что очевидно более справедливо.

Несмотря на различные подходы к биологическому обоснованию, промысловую меру на рыбу обычно принимают равной длине рыбы, соответствующей наступлению у большинства рыб данного вида половой зрелости.

Допустимый прилов рыб непромысловых размеров в основном устанавливают в диапазоне 5 - 20% или заменяют его требованием не иметь на борту рыб длиной меньше промысловой меры на рыбу. Иногда считают, что такой прилов рыб должен соответствовать по величине мгновенному коэффициенту естественной смертности.

1.2. Существующие подходы к обоснованию рассматриваемых показателей имеют, по крайней мере, следующие недостатки.

Во-первых, отсутствует четкое представление о необходимом и достаточном перечне показателей, которые должны ограничивать промысел с учетом селективности лова и промысла.

Во-вторых, приведенные выше способы биологического обоснования промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров не учитывают некоторых биологических, промысловых и экономических факторов, которые должны влиять на величину этих показателей.

В-третьих, при обосновании показателей не учитывают или в недостаточной степени учитывают разномасштабные колебания различных факторов, влияющих на селективность, взаимосвязь показателей, регламентирующих селективность рыболовства, область применения показателей.

В-четвертых, ограничения на промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров обычно устанавливают на длительный срок и изменяют в исключительных случаях.

1.3. Эти и другие недостатки потребовали

- уточнения способов обоснования промысловой меры на рыбу l_{nn} и допустимого прилова рыб непромысловых размеров $[n_{nn}]$;
- оценки взаимосвязи и взаимозаменяемости этих показателей;
- установления влияния на них различных факторов;
- разработки процедур практической оценки этих показателей;
- установления особенностей регулирования показателей с учетом изменения состояния промыслового стада и условий его эксплуатации;
- по возможности одновременного определения регламентирующих селективность лова показателей различными способами и соответствующих различным критериям оптимальности.

В последние годы проф. А.В. Мельников разработал новые способы обоснования промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров, которые дополняют друг друга и известные методы биологического обоснования. Способы в значительной степени устраняют отмеченные выше недостатки. Кроме того, они позволяют определять промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров при облове многовидовых скоплений рыб и с учетом одновременного облова рыб разного пола.

В этом методическом пособии рассмотрены особенности обоснования промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров с применением основных уравнений селективности. Размер ячеи сетных мешков может быть задан или определяют одновременно все три основных показателя, регламентирующих селективность лова. Другие способы обоснования рассматриваемых показателей и их различные сочетания описаны в следующей главе.

2. Математические модели для обоснования промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров

2.1. Ранее было рассмотрено обоснование размера ячеи сетных мешков для различных ограничений на селективность и требований к селективности с применением основных уравнений селективности. Эти же уравнения можно использовать непосредственно для промыслово-биологического обоснования промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров.

Промыслово-биологическое обоснование показателей отличается от биологического, прежде всего, тем, что учитывает те или иные показатели эффективности лова. В основных уравнениях селективности основным таким показателем является величина n_n как доля рыб промысловых размеров, уходящих из сетного мешка.

Из основных уравнений селективности получаем:

$$[n_{nn}] = \left(1 - \frac{1 - [n_n]}{\int_{l_{\min}}^{l_{\max}} g(l)S(l)dl} \int_{l_{nn}}^{l_{\max}} g(l)dl \right) \quad (3)$$

Уравнение (3) увязывает между собой все три показателя, регламентирующих селективность лова, l_{nn} , n_{nn} и A - с показателем, учитывающим уход через ячею рыб промыс-

ловых размеров n_n . Один из этих показателей, например, l_{nn} или $[n_{nn}]$, можно задавать по данным биологического обособления.

2.2. Основные уравнения селективности точны, но недостаточно наглядны, т.к. содержат ряд показателей в неявном виде. На их основе разработаны приближенные уравнения. Эти выражения в видоизмененном виде также можно использовать для ориентировочной оценки рассматриваемых показателей.

2.3. Запишем сначала приближенное выражение l_{nn} в функции $[n_{nn}]$ и допустимого ухода через ячею рыб промысловых размеров $[n_n]$:

$$l_{nn} = l_{cp} - \sigma \left[1,64 - \frac{3,55[n_{nn}]}{0,625\sigma} \right] \cdot \frac{1}{1 - \frac{0,625}{D_{sm}(1 - [n_n])}}, \quad (4)$$

где l_{cp} - средняя длина рыб в облавливаемых скоплениях; σ - среднее квадратическое отклонение длины рыбы в скоплениях от среднего; D_{sm} - диапазон селективности сетного мешка.

Для более наглядного представления ограничений $[n_{nn}]$ запишем выражение (4) в следующем виде:

$$[n_{nn}] = \left(0,46 - \frac{l_{cp} - l_{nn}}{3,55\sigma} \right) \left[1 - \frac{0,625}{D_{sm}(1 - [n_n])} \right]. \quad (5)$$

Из-за ошибок аппроксимации функций $g(l)$ и $S(l)$ расчетные формулы (4) - (5) справедливы в основном при уловах не более 2 - 3 т, если кривая $g(l)$ незначительно отличается от кривой нормального распределения и лежит в диапазоне длин рыб, не превышающем $4 D_s$.

2.4. При регулировании селективности лова часто решают задачу, когда, по заданному размеру ячеи, определяют прилов рыб непромысловых размеров n_{nn} и уход n_n через ячею рыб промысловых размеров. Из выражений (4) и (5) с учетом некоторых преобразований и допущений

$$n_{nn} = N_{nn} - \frac{\sigma \varphi((l_{nn} - l_{cp})/\sigma)}{l_{cp} - \kappa_{sm}(1 - 0,1/\kappa_n)A}; \quad (6)$$

$$n_n = 5\kappa_n \left(1 + 0,1/\kappa_n - \frac{l_{cp}N_n - \varphi((l_{nn} - l_{cp})/\sigma)}{\kappa_{sm}N_n A'} \right), \quad (7)$$

где φ - символ дифференциальной функции нормального распределения.

2.5. Выражения (1), (2), (3), (4) и (5) служат для промыслово-биологического обоснования l_{nn} и $[n_{nn}]$ с учетом ухода через ячею рыб промысловых размеров. Однако в основные уравнения селективности входят также выражения, которые учитывают объедавание рыбы в сетных мешках и гибель рыб после ухода из сетных мешков. Эти показатели также не задают в регламентирующих лов документах. Но их необходимо учитывать при оптимизации селективности лова, в т.ч. обосновании l_{nn} и $[n_{nn}]$. Более того, доля рыб, погибающих после ухода из орудия лова через ячею, иногда служит основным критерием целесообразности селективного лова.

Чтобы решить задачу, сначала с использованием двух первых уравнений селективности и обобщенного выражения (3) определяют размер ячеи, промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров без учета объедавания и гибели рыб после ухода из сетного мешка. Затем размер ячеи уточняют, используя ограничения на объедавание и гибель рыб. После этого решение задачи повторяют. При этом принимают за основу новый размер ячеи и сравнивают новые значения промысловой меры на рыбу и

допустимого прилова рыб непромысловых размеров с ранее полученными значениями.

2.6. Не менее важно, что, в соответствии выражением (3) и приближенными выражениями (4) – (7), на l_{nn} и $[n_{nn}]$ влияет размерный состав облавливаемых скоплений. В свою очередь, размерный состав часто зависит от численности запасов. Таким образом, при обосновании регламентирующих селективность лова показателей обычно необходимо учитывать состав и численности запасов. Изменение состава и численности запасов может служить основанием для изменения показателей, регламентирующих селективность лова.

Зависимость регламентирующих селективность лова показателей от состава и численности запасов особенно видна при обосновании этих показателей с применением методов, изложенных ниже.

2.7. Регламентирующие селективность лова показатели зависят от ухода из сетного мешка рыб промысловых размеров, доли объячеянных рыб и погибающих после ухода из сетного мешка. Следовательно, для отдельных видов рыб промысловая мера на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров должны зависеть не только размерного, но также от видового и полового состава облавливаемых скоплений.

Чтобы решить задачу, сначала с применением основных уравнений селективности определяют размер ячеи, промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров для рыб каждого вида и пола. Затем на основе компромиссного решения пытаются определить размер ячеи, при котором приемлемые значения для всех объектов лова имеют все регламентирующие селективность лова показатели. Если удовлетворительное решение найдено, то с учетом этого размера ячеи для рыб каждого размера и пола определяют, как описано ранее, новые значения промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыбы непромысловых размеров. Заданному размеру ячеи может соответствовать несколько пар их значений и наилучшую пару можно подобрать опять - таки на основе выбора компромиссного

варианта. Часто необходимо учитывать большое число ограничений на селективность и требований к селективности, которые не всегда можно удовлетворить, особенно при жестких требованиях к промысловой мере на рыбу.

При изменении видового и полового состава облавливаемых скоплений расчеты повторяют.

Примерно также определяют регламентирующие селективность лова показатели при облове многовидовых скоплений рыб и рыб разного пола.

3. Оценка взаимосвязи промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров

3.1. В Правилах регулирования рыболовства обычно одновременно задают промысловую меру на рыбу l_{np} и допустимый прилов рыб непромысловых размеров $[n_{np}]$. При этом не всегда учитывают их относительное значение, как мер регулирования рыболовства. Чтобы решить эту задачу, рассмотрим, к каким последствиям приводит изменение l_{np} и $[n_{np}]$ при неизменном размере ячеи и при изменении его с целью обеспечить заданный допустимый прилов рыб непромысловых размеров.

3.2. Предположим, плотность распределения размерного состава рыб $g(l)$, а кривая селективности для размера ячеи A - $S(l)$.

По этим данным можно построить кривую распределения размерного состава улова $y_0(l)$.

Если принять сначала меру на рыбу равной l'_{np} , а затем l''_{np} , когда $l'_{np} < l''_{np}$, то при том же размере ячеи A это приведет к увеличению прилова рыб непромысловых размеров на величину, пропорциональную заштрихованной площади на рис. 1а при неизменном общем улове. Эта же площадь соответствует потере улова рыб промысловых размеров. Если размер ячеи задан, а промысловая мера на рыбу нет, то мож-

но определить промысловую меру на рыбу, которая соответствует заданным A и l_{nn} .

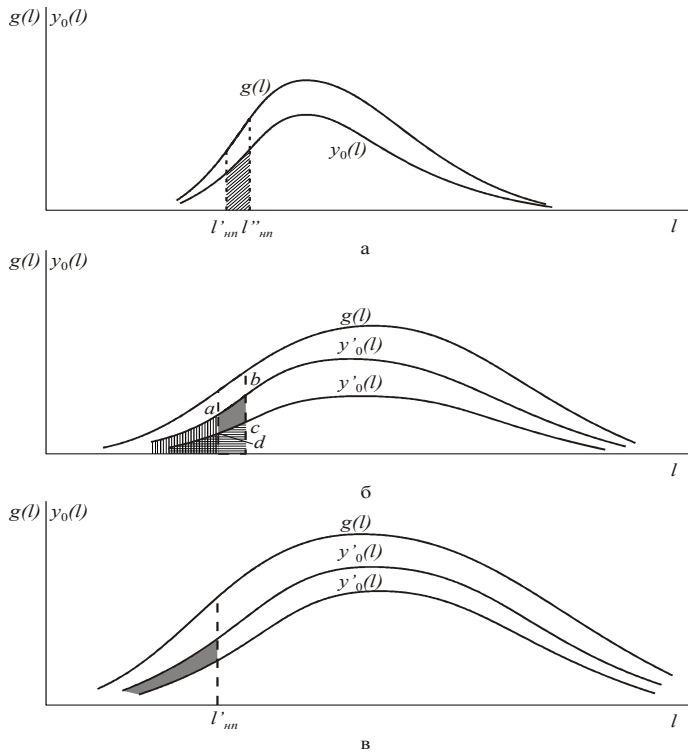


Рис. 1. К оценке относительного влияния промысловой меры на рыбу l_{nn} и допустимого прилова рыб непромысловых размеров $[n_{nn}]$ на показатели селективности лова.

При постоянном размере ячеи и заданной промысловой мере на рыбу изменять допустимый прилов рыб непромысловых размеров, очевидно, нет необходимости, т.к. фактический прилов таких рыб, при прочих равных условиях, однозначно зависит от l_{nn} и A .

3.3. Предположим далее, что с изменением $l_{нп}$ необходимо регулировать размер ячеи, чтобы обеспечить заданное значение $[n_{нп}]$. В этом случае фактические значения $n_{нп}$ будут неизменными, а улов рыб промысловых размеров изменится. При этом, если $l'_{нп} < l''_{нп}$, то улов уменьшается, а прилов рыб непромысловых размеров состоит из более крупных рыб. Напротив, если $l'_{нп} > l''_{нп}$, то улов увеличится, а прилов рыб непромысловых включает более мелких рыб (рис. 1б).

Увеличение промысловой меры на рыбу приводит к охранному эффекту, т.к. часть маломерных рыб, пропорциональная затененной площади a , b , c , d на рис. 1б, остается в водоеме.

3.4. Наконец, рассмотрим случай, когда при постоянном значении $l_{нп}$ допустимый прилов рыб непромысловых размеров изменяется с $[n_{нп}]'$ до $[n_{нп}]''$ (причем $[n_{нп}]'' < [n_{нп}]'$), и, соответственно, увеличится размер ячеи с A' до A'' . При снижении общего улова в этом случае уменьшается и улов рыб непромысловых размеров на величину, пропорциональную затененной площади на рис. 1в.

Таким образом, при увеличении промысловой меры на рыбу и при уменьшении допустимого прилова рыб непромысловых размеров в водоеме остается часть маломерных рыб и снизится улов рыб промысловых размеров. Следовательно, влияние промысловой меры на рыбу и допустимого прилова маломерных рыб как мер регулирования рыболовства и как факторов, влияющих на эффективность лова, качественно одинаково, и регулирование одного показателя в некоторых пределах можно заменить регулированием другого показателя.

3.5. Количественно оценить взаимосвязь $l_{нп}$ и $n_{нп}$ можно, рассматривая приближенные выражения для относительных величин общего улова Y_0 , улова рыб промысловых

размеров Y_n , прилова рыб промысловых размеров Y_{nn} и формулу для оценки внутреннего размера ячеи A .

Анализ этих и полученных из них выражений подтверждает вывод об эквивалентности влияния промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб промысловых размеров на состояние запасов промысловых рыб. Эквивалентом при оценке взаимосвязи l_{nn} и n_n можно считать равенство числа рыб промысловых размеров, которые дополнительно изымаются из водоема или дополнительно остаются в водоеме при изменении l_{nn} и $[n_{nn}]$.

Из приведенных выше выражений несложно получить уравнения для регулирования лова изменением промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб промысловых размеров. Кроме того, они позволяют оценить целесообразность регулирования селективности лова величиной l_{nn} или $[n_{nn}]$ с учетом показателей эффективности лова.

Несмотря на отмеченную эквивалентность, возможности регулирования рыболовства изменением $[n_{nn}]$ значительно меньше, чем с помощью l_{nn} (и лишь в определенном диапазоне значений l_{nn}). Однако и в последнем случае они ограничены из-за большего влияния l_{nn} на эффективность лова. Диапазон регулирования иногда можно расширить путем одновременного регулирования l_{nn} и $[n_{nn}]$.

4. Общие закономерности регулирования промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб промысловых размеров

4.1. Промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб промысловых размеров можно определять для заданного размера ячеи и без его предварительного задания.

Как следует из рассмотренных выражений, только один из показателей (l_{nn} или $[n_{nn}]$), определяют с применением

основных уравнений селективности, а второй должен быть задан с учетом биологических или иных предпосылок.

Из биологических или других предпосылок целесообразнее определять промысловую меру на рыбу, т.к. определение этого показателя более обосновано и он более стабилен, чем допустимый прилов рыб непромысловых размеров. Основанием для регулирования l_{nn} может служить, например, изменение темпа роста и развития рыб, сроков полового созревания, естественной смертности, размерного состава рыб и т.д. Так как такое изменение - процесс обычно длительный, то регулирование проводят не чаще, чем через промежутки времени, сравнимые с продолжительностью жизни рыбы.

Если размер ячеи не задан, то с применением основных уравнений селективности определяют множество пар значений промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров и один из них дополнительно устанавливают без применения основных уравнений селективности.

4.2. С применением основных уравнений селективности можно задавать несколько пар значений промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров, при которых уход через ячею рыбы промысловых размеров допустим. Это означает, что с применением таких уравнений можно подобрать пару значений показателей, которая в наибольшей степени соответствует требованиям биологического и иного обоснования при достаточной эффективности лова.

4.3. Лов рыбы эффективен и биологически оправдан лишь в определенном диапазоне значений l_{nn} и $[n_{nn}]$. Так, при уменьшении l_{nn} увеличивается вероятность того, что рыба не отнерестится хотя бы один раз, а при увеличении l_{nn} повышается уход через ячею рыб промысловых размеров. При уменьшении $[n_{nn}]$ необходимо увеличивать размер ячеи. При этом растет уход через ячею рыб промысловых

размеров. Увеличение $[n_{нп}]$ может отрицательно повлиять на запасы промысловых рыб. Вот почему в общем случае необходимо задавать диапазон допустимых значений $l_{нп}$ и $[n_{нп}]$, а не только их нижний или верхний предел.

4.4. Допустимый прилов рыб непромысловых размеров редко превышает 0,08 - 0,1, а доля ухода через ячейу сетных мешков более 0,2 - 0,3 рыб промысловых размеров нежелателен. Отношение среднеквадратичного отклонения длины рыбы в облавливаемых скоплениях к диапазону селективности сетного мешка σ/D_s обычно меньше 0,4 - 0,5. С учетом этих ограничений $l_{нп} < (l_{ср} - 1,25 \div 1,5) \sigma$. В соответствии с последним неравенством доля рыб непромысловых размеров в облавливаемых скоплениях $N_{нп}$ не должна превышать 0,15 - 0,20. Лишь когда $[n_{нп}] > 0,3 - 0,35$, величина $l_{нп}$ приближается к средней длине рыб $l_{ср}$, попадающих в сетной мешок, а допустимая величина $N_{нп}$ - к 0,5. Завышение $l_{нп}$ и $N_{нп}$ против указанных значений приводит к резкому увеличению ухода через ячейу рыб промысловых размеров и снижению улова.

4.5. Для обычных значений $[n_{нп}]$ и $\sigma/D_{см}$ величина $[n_{нп}]$, как правило, должна превышать $0,5 N_{нп}$. Лишь при лове скоплений с широким диапазоном размерного состава (при большом отношении $\sigma/D_{см}$) величина $[n_{нп}]$ может снижаться до $0,3 - 0,35 N_{нп}$. Сравнительно редко допустимый прилов рыб непромысловых размеров из рассматриваемого условия должен быть меньше 0,075 - 0,1. Наглядное представление о величине $[n_{нп}]$ дают графики на рис. 2, построенные с использованием выражения (5). Откуда видно, что этот показатель слабо зависит от допустимого ухода через ячейу рыб промысловых размеров, а в основном от соотноше-

ния между диапазоном размерного состава облавливаемых скоплений и диапазоном селективности.

Занижение $[n_{nn}]$, как и завышение l_{nn} против полученных по формулам (4) и (5), приводит к существенному увеличению ухода через ячею рыб промысловых размеров.

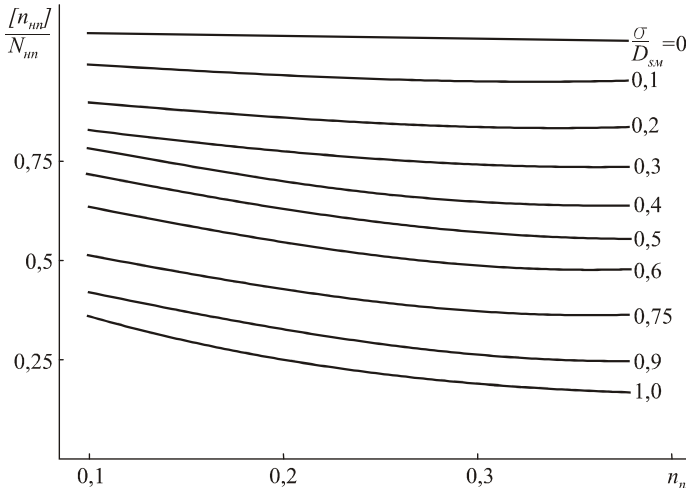


Рис. 2. К промыслово-биологическому обоснованию промысловой меры на рыбу l_{nn} и допустимого прилова рыб непромысловых размеров $[n_{nn}]$.

4.6. Увеличение l_{nn} вызывает небольшое уменьшение ухода из сетного мешка рыб промысловых размеров и довольно существенный рост прилова рыб непромысловых размеров. Такая закономерность обусловлена тем, что увеличение l_{nn} вызывает сравнительно небольшое уменьшение доли рыб промысловых рыб и в 2 - 3 раза более существенное увеличение доли рыб непромысловых размеров в облавливаемых скоплениях. Такие закономерности справедливы, если изменение промысловой меры на рыбу не сопровождается изменением размера ячеи.

Если же с увеличением $l_{нп}$ повышать и размер ячеи, чтобы сохранить тот же прилов рыб непромысловых размеров, то при этом прилов рыб промысловых размеров быстро растет. Наоборот, если уменьшать $l_{нп}$ и, соответственно, уменьшать размер ячеи для сохранения того же $n_{нп}$, то прилов рыб промысловых размеров резко уменьшается.

Представление (на частном примере) о взаимосвязи всех трех регламентирующих селективность лова показателей и уходом через ячею рыб промысловых размеров дает рис. 3.

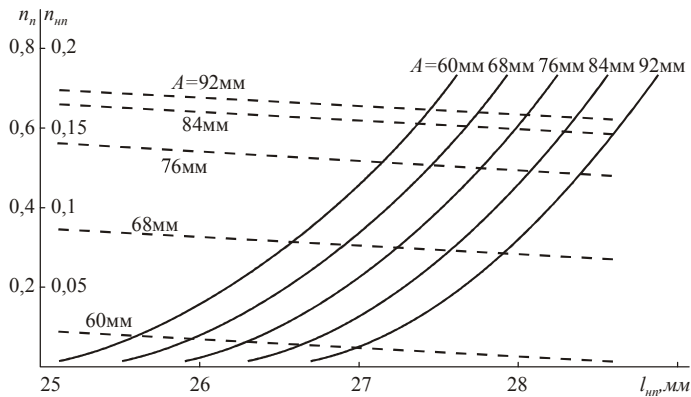


Рис. 3. Зависимость прилова ставриды непромысловых размеров $n_{нп}$ — и ухода через ячею тралового мешка ставриды промысловых размеров n_n ----- для различного размера ячеи A от промысловой меры на рыбу $l_{нп}$.

4.7. При постепенном увеличении доли мелких рыб в облавливаемых скоплениях и неизменной промысловой мере на рыбу растет прилов рыб непромысловых размеров. Чтобы привести прилов в соответствие с регламентируемой величиной можно или уменьшить промысловую меру на рыбу, или увеличить размер ячеи. С биологической точки зрения

уменьшение промысловой меры на рыбу не всегда возможно, в частности, из-за невыполнения требования хотя бы одноразового нереста рыбы до вступления в промысловое стадо. Увеличение размера ячеи обычно приводит к значительному росту ухода из сетного мешка рыб промысловых размеров и снижению эффективности лова. В такой ситуации применение для обоснования размера ячеи только основных уравнений селективности становится недостаточным. Необходимо использовать и другие способы обоснования показателей, регламентирующих селективность рыболовства, и другие ограничения на селективность рыболовства.

При постепенном увеличении доли крупных рыб в уловах и неизменной промысловой мере на рыбу прилов рыб непромысловых размеров и уход из сетного мешка рыб промысловых размеров уменьшается. В этом случае нет необходимости в изменении селективности лова с учетом регламентирующих селективность лова документов и эффективности лова. Однако иногда возможно или увеличение интенсивности вылова или размера ячеи, например, для более полного использования биомассы поколения промысловых рыб.

4.8. Выше рассмотрены особенности оценки промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров с учетом заданного размера ячеи и ухода через ячею рыб промысловых размеров. Однако ниже будут рассмотрены особенности обоснования размера ячеи с учетом самых разнообразных ограничений на селективность и требований к селективности. Если полученный с учетом этих ограничений размер ячеи использовать затем для оценки промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров, то они будут найдены с учетом тех же ограничений и требований. Соответственно, можно считать, что эти регламентирующие селективность показатели, как и размер ячеи, зависят от большого числа факторов.

В любом случае промысловая мера на рыбу должна быть сравнительно стабильным показателем. Допустимый прилов рыб непромысловых размеров, напротив, при необходимости, можно изменять в широких пределах с учетом тех или иных ограничений на селективность и требований к се-

лективности при облове одновидовых и многовидовых скоплений рыб.

5. Доля вылова рыб пополнения как мера прилова рыб непромысловых размеров

5.1. Промысловая мера на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров как показатели, ограничивающие лов, не учитывают растянутый срок пополнения и наступления половой зрелости рыб. Соответственно, каждая возрастная группа, кроме самой младшей, включает пополнение и остаток, т.к. младшие возрастные группы из-за селективности орудий лова обычно облавливают с малой интенсивностью. С другой стороны, пополнение часто включает рыб длиной $l > l_{nn}$, лов которых существующие Правила регулирования рыболовства не ограничивают.

Таким образом, при растянутом на несколько лет пополнении необходимо ограничивать лов не всех рыб меньше определенной длины l_{nn} , а рыб пополнения, задаваясь допустимой долей вылова рыб пополнения $[y'_r]$.

5.2. Для оценки относительной величины пополнения и его распределения $r(t)$ по возрастным группам (рис. 4) используют, например, известный метод Аллена.

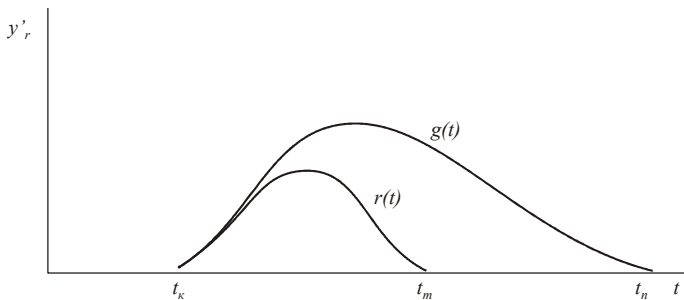


Рис. 4. Распределение пополнения промыслового стада $r(t)$ и распределение возрастного состава рыб облавливаемых скоплений $g(t)$ по возрастным группам.

Доля вылова рыб пополнения от величины пополнения при селективном лове с интенсивностью вылова I_{nc} равна

$$y'_r = I_{nc} \frac{\int_{t_k}^{t_m} r(t)S(t)dt}{\int_{t_k}^{t_m} r(t)dt}, \quad (8)$$

где $S(t)$ - функция кривой дифференциальной уловистости или кривой возрастной селективности для размера ячеи A ; t_k и t_m - соответственно минимальный и максимальный возраст рыб пополнения.

5.3. Если селективность способа лова определяется преимущественно селективностью ячеи, то, найдя y'_r для расчетного размера ячеи A и, следовательно, для различных кривых селективности, можно построить график $y'_r = f(A)$, как на рис. 5. Задавая допустимую долю вылова рыб пополнения $[y'_r]$, по графику на рис. 5, определяют размер ячеи A , который обеспечит заданную величину $[y'_r]$. Из рассмотренного условия допустим и любой другой размер ячеи $A > A'$, т.к. при этом $y'_r < [y'_r]$.

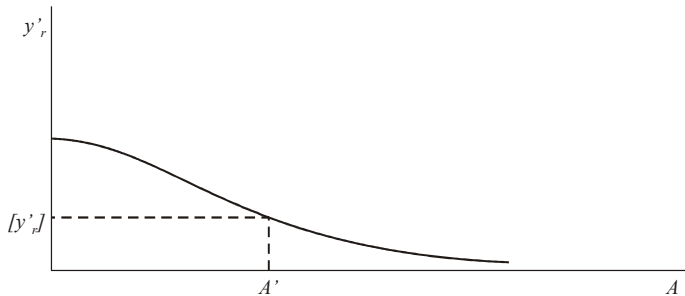


Рис. 5. Выбор размера ячеи A' по допустимой доле вылова рыб пополнения $[y_r']$.

5.4. Необходимо знать не только допустимую долю $[y_r']$ вылова рыб пополнения от величины пополнения, но и допустимую долю $[y_r]$ вылова рыб пополнения от величины улова:

$$[y_r] = \frac{\int_{l_{\min}}^{l_{\max}} r(t)S(t)dt}{\int_{l_{\min}}^{l_{\max}} g(l)S(t)dt} = \frac{y_r'}{I_{\text{нс}} l_{\min}} \int_{l_{\min}}^{l_{\max}} r(t)dt. \quad (9)$$

5.5. Величину $[y_r']$, как и допустимый прилов рыб промысловых размеров, можно обосновать из различных предпосылок. Если исходить из рассмотренного ниже статистического метода допустимого прилова рыб непромысловых размеров, то,

$$[y_r'] = \frac{a(\sqrt{2-a})-a}{1-a^2}. \quad (10)$$

Выражение (10) не содержит допущения о равенстве численности рыб непромысловых размеров и пополнения промыслового стада.

Как следует из (10), y_r' зависит исключительно от размаха колебаний пополнения.

5.6. От выражения $[y_r']$ по формуле (9) несложно перейти к $[y_r]$. При больших значениях $[y_r']$ и малой интенсивности вылова $I_{\text{нс}}$ величина $[y_r]$ может оказаться больше единицы. Это означает, что в таких случаях практически возможен неселективный лов данной интенсивности, т.к. по-

сле облова стада рыб пополнения достаточно для нормального воспроизводства.

5.7. Доли выловленных рыб пополнения y_r' (или y_r) сложно контролировать. Вот почему в необходимых случаях, например при разработке Правил регулирования рыболовства, можно заменять эту величину привычными показателями - промысловой мерой на рыбу l_{nn} и допустимым приловом маломерных рыб n_{nn} .

Величину y_r определяют по формуле (8). Сравнивая выражения для прилова маломерных рыб и (8), получим:

$$n_{nn} = \frac{y_r' \int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l)S(l)dl}{I_{нс} \int_{l_{мин}}^{l_{макс}} g(l)S(l)dl} = \frac{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} r(t)dt}{\int_{l_{мин}}^{l_{макс}} r(t)S(t)dt}. \quad (11)$$

Таким образом, при заданном значении l_{nn} величина n_{nn} прямо пропорциональна y_r' . Такая же зависимость существует между допустимыми значениями $[y_r']$ (или $[y_r]$) и $[n_{nn}]$.

Для понимания сущности перехода от $[y_r']$ или $[y_r]$ к $[n_{nn}]$ и для решения практических задач можно воспользоваться следующим способом. В соответствии с выражением $n_{nn}(A)$ строят графики $n_{nn} = f(A; l_{nn})$, как на рис. 6. Ранее (рис. 5) рассмотрен способ определения размер ячеи A , соответствующего заданному значению $[y_r]$. Этому размеру ячеи на графиках $n_{nn} = f(A; l_{nn})$ отвечает множество пар $[n_{nn}]$ и l_{nn} . Расчетную пару значений $[n_{nn}]$ и l_{nn} выбирают в основном с учетом удобства контроля этих показателей, найденных из других условий. Например, можно принимать

значения $[n_{nn}]$ порядка 0,1 и определять соответствующее ему значение l_{nn} . Если прилов рыб непромысловых размеров больше $[n_{nn}]$, то и y'_r будет больше допустимого $[y'_r]$.

Для пересчета с n_{nn} на y'_r можно воспользоваться уравнением (11).

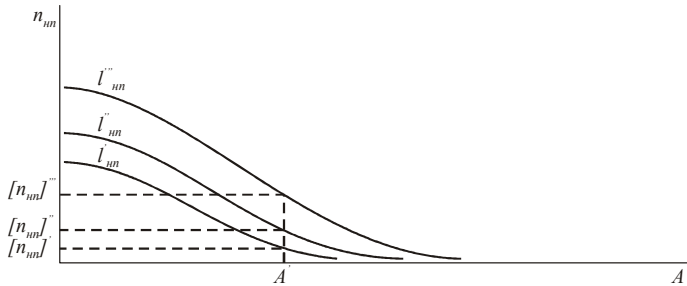


Рис. 6. К определению пар значений l_{nn} и n_{nn} по размеру ячеи A' , найденному по заданному значению $[y'_r]$.

Контрольные вопросы

1. Какими способами в настоящее время определяют промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров? Какие недостатки эти способы имеют?
2. Запишите выражение (3) и поясните, как его использовать для определения промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров. Зависят ли эти показатели от вероятности ухода из сетного мешка рыб промысловых размеров?
3. Запишите приближенные выражения для оценки промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров и поясните, от каких факторов эти показатели зависят.

4. Поясните, какие задачи можно решать с применением выражений (6) и (7).
5. Как при определении промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров учесть объячеивание рыбы и гибель рыбы после ухода через ячею?
6. Зависит ли промысловая мера на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров от размерного состава и численности запаса рыб?
7. Дайте оценку взаимосвязи промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров.
8. Опишите общие закономерности регулирования промысловой меры на рыбу и допустимого прилова рыб непромысловых размеров.
9. Почему допустимый прилов рыб непромысловых размеров необходимо обычно ограничивать не только сверху, но и снизу?
10. К каким последствиям приводит завышение и занижение промысловой меры на рыбу?
11. Как регулировать промысловую меру на рыбу и допустимый прилов рыб непромысловых размеров при увеличении количества мелких рыб в облавливаемых скоплениях?
12. В чем недостаток допустимого прилова рыб непромысловых размеров как меры регулирования рыболовства? Почему для этой цели более подходит доля вылова рыб пополнения?
13. Как определить долю вылова рыб пополнения от величины пополнения и от величины улова?
14. Какая связь существует между приловом рыб непромысловых размеров и долей вылова рыб пополнения от величины пополнения и тот величины улова? Почему необходимо знать такую связь?