



ОДУ – ПРОГНОЗ, ОЦЕНКА

Канд. техн. наук В.К. Бабаян – ВНИРО

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОДУ

Общим допустимым уловом (ОДУ) называется биологически приемлемая для запаса величина годового изъятия, соответствующая долговременным целям рационального промыслового использования данного запаса. На практике цели эксплуатации запаса носят преимущественно социально-экономический характер и, как правило, определяются промышленностью или администрацией прибрежных районов. Задача специалистов по прогнозированию заключается в формулировке поставленных целей в биологических терминах, разработке оптимальной стратегии достижения этих целей с учетом особенностей динамики и продукционных возможностей запаса и, наконец, в ежегодной оценке допустимого объема промыслового изъятия, отвечающего текущему состоянию запаса и тенденциям его изменения. Процедура оценки ОДУ может включать в себя различные методы, объединенные рамками избранного алгоритма расчетов, конечным этапом которого является соотношение, связывающее искомую оценку с рекомендуемым значением интенсивности промысла (I_{rec}) и прогнозом величины промысловой части запаса (FSB): $\text{ОДУ} = I_{\text{rec}} \cdot \text{FSB}$, где i – индекс года промысла. В зависимости от того, в каких терминах выражается интенсивность промысла: мгновенного коэффициента промысловой смертности (F), эффективного промыслового усилия (E) или коэффициента промысловой убыли (ϕ_F), – возможны различные варианты записи исходной формулы оценки ОДУ (Бабаян, 2000). При этом независимо от избранного варианта оценка общего допустимого улова предусматривает решение двух самостоятельных задач: прогноз биомассы запаса и обоснование

величины управляющего воздействия на запас. Нетрудно заметить, что полученная таким образом оценка ОДУ с полным основанием может считаться величиной прогнозной, поскольку один из двух сомножителей в приведенной выше формуле – прогноз биомассы промысловой части запаса. (При предосторожном подходе к оценке ОДУ и второй сомножитель, рекомендуемая интенсивность промысла, – прогнозируемый параметр, который рассчитывается как функция ожидаемой величины промыслового запаса.)

По определению общий допустимый улов является основной мерой регулирования промысла, с помощью которой осуществляется научно-обоснованное управление эксплуатируемым запасом. Принимая во внимание возможные негативные последствия для запаса и промысла, к которым могут привести ошибочные рекомендации по величине вылова, анализ качества прогнозов ОДУ должен стать необходимой составляющей обоснования объемов допустимого промыслового изъятия.

В общем случае **качество** любой прогнозной величины, как величины случайной, определяется одним или несколькими из следующих количественных показателей: **точностью, достоверностью и оправдываемостью**. Кроме общепринятых в промысловом прогнозировании крайне желательно использовать и другие показатели качества прогноза ОДУ – оценки его **биологической безопасности и обоснованности** (Бабаян, 2002). Первый из этих дополнительных показателей обусловлен биологической природой эксплуатируемого запаса и характеризует соответствие рекомендуемого промыслового воздействия текущему состоянию запаса. Второй применяется

преимущественно в случаях, когда дефицит доступной информации о запасе вынуждает привлекать эмпирические и экспертные методы прогнозирования, что затрудняет полноценный анализ качества ОДУ.

Необходимо подчеркнуть, что возможность оценить те или иные показатели качества прогноза зависит от использованных методов прогнозирования ОДУ, выбор которых, в свою очередь, во многом определяется полнотой доступного информационного обеспечения расчетов. Так, при дефиците информации, когда выбор ограничен экспертными методами, оценка большинства численных показателей качества ОДУ оказывается недостижимой. Напротив, в случае хорошего информационного обеспечения моделирование позволяет не только достаточно строго обосновать ОДУ, но и получить оценки всех количественных характеристик его качества. С точки зрения теории прогнозирования, модельный подход как инструмент оценки общего допустимого улова имеет безусловный приоритет перед всеми другими методами. Согласно современным представлениям «моделирование – единственный в настоящее время систематизированный способ увидеть варианты будущего и определить потенциальные последствия альтернативных решений, что позволяет их объективно сравнивать» (Мескон, Альберт и Хедоури, 1992). Единственной объективной причиной, которая оправдывает применение других подходов к прогнозированию ОДУ, может служить только отсутствие необходимой информации.

Переходя к более детальному рассмотрению количественных показателей качества, отметим, что их оценка основана на вероятностно-статистическом анализе прогноза ОДУ как величины случайной. Так, оценка **точности** ОДУ заключается в определении стандартных характеристик разброса возможных значений прогноза: стандартной ошибки ($\sigma_{\text{оду}}$), коэффициента вариации ($\text{CV}_{\text{оду}}$), границ доверительного интервала. Расчеты выполняются по хорошо известным формулам математической статистики, а необходимые для расчетов массивы возможных значений оценки общего допустимого улова генерируются с помощью методов статистического моделирования рассматриваемого прогнозного сценария.

Оценка **достоверности** рассчитывается как вероятность осуществления прогноза для заданного интервала его значений, поэтому правомерно считать ее оценкой условной оправдываемости прогноза (Анол. 1982). В промысловом прогнозировании достоверность ОДУ оценивается как вероятность попадания его расчетного значения в заранее заданный интервал, который отвечает приемлемому или требуемому в каждом конкретном случае уровню точности прогноза:

$$\alpha_i = P(C_{\min} \leq \text{ОДУ}_i \leq C_{\max}),$$

где α – достоверность прогноза ОДУ; C_{\min} , C_{\max} – соответственно нижняя и верхняя границы заданного интервала точности прогноза; i – индекс года промысла.

Оценивание достоверности прогноза можно рассматривать как задачу, обратную задаче нахождения доверительного интервала. Главное отличие заключается в том, из каких соображений задаются границы этого интервала. В данном случае эти границы могут задаваться из чисто практических соображений. В качестве ориентиров для определения границ интервалов, частота попадания в которые характеризует достоверность

прогнозов ОДУ, можно принять, например, эмпирические оценки реально достижимой точности, связанные с уровнем изученности объектов промысла (Елизаров и др., 1987).

Оценка собственно **оправдываемости** прогноза осуществляется путем непосредственного сопоставления соответствующих прогнозных величин с их фактическими значениями. Очевидно, что такое сопоставление возможно только на ретроспективных данных, по уже известным результатам реализации прогнозов. Поэтому оценка оправдываемости, в силу ряда объективных причин, далеко не всегда может служить надежным показателем качества прогнозов. Оправдываемость прогноза ОДУ, δ , определяется как относительная ошибка прогноза, выраженная в процентах:

$$\delta_i = \frac{\text{ОДУ}_i - C_i}{C_i} \cdot 100 \%,$$

где C – фактический вылов; i – индекс года промысла.

Этим показателем качества следует пользоваться с большой осторожностью, принимая во внимание возможные причины расхождения рекомендуемой

величины ОДУ с объемом фактического вылова. Оправдываемость прогноза ОДУ во многих случаях зависит не столько от качества самого прогноза, сколько от целого ряда неконтролируемых факторов, которые не могут быть предусмотрены на этапе разработки прогноза. Так, несмотря на соответствие прогноза реальному состоянию запаса, общий допустимый улов может быть не освоен флотом из-за плохих погодных условий в районе промысла (тяжелая ледовая обстановка, преобладание штормовой погоды), изменившейся рыночной конъюнктуры (падение спроса на данный промысловый вид), аномального сезонного распределения объекта промысла и т.д. Напротив, такие факторы, как рост цен на добываемый вид, внедрение более производительных орудий и способов лова, совершенствование организации самого промысла и др., могут привести к значительному превышению рекомендуемого уровня ОДУ. Дополнительные трудности при оценке оправдываемости прогноза вызывает и проблема неучтенного вылова, приводящая к занижению официальной промысловой статистики по целому ряду ценных объектов рыболовства.



В отдельных случаях более объективным, хотя также не абсолютно надежным, показателем качества сырьевого прогноза является оценка оправдываемости не ОДУ, а прогноза величины промыслового запаса или его индекса (улова на единицу усилия). Кроме того, анализ динамики оправдываемости прогнозов ОДУ за достаточно продолжительную ретроспективу может послужить хорошей основой для оценки эффективности используемой методики прогнозирования.

Биологическая безопасность ОДУ, в отличие от других численных показателей качества прогноза вылова, характеризует не столько его статистические свойства, сколько биологическую состоятельность, гарантирующую сохранение устойчивости эксплуатируемого запаса. Этот показатель рассчитывается как условная вероятность того, что в случае полного освоения рекомендуемой величины ОДУ значение некоторого жизненно важного популяционного параметра не опустится до заранее обусловленного критического уровня, ниже которого заметно снижается продукционная (репродуктивная) способность запаса. При использовании когортных моделей в качестве такого параметра рекомендуется выбирать биомассу нерестового запаса (SSB), а при использовании продукционных моделей – промысловый аналог соответствующего биологического параметра: индекс величины промысловой части запаса (улов на единицу промыслового усилия $U = q \cdot FSB$, где q – коэффициент улавливаемости). Если обозначить предельно допустимые (пороговые) значения этих параметров индексом «lim», выражения для показателя биологической безопасности ОДУ, β , можно записать в виде:

$$\beta(SSB)_i = P(SSB_{i+1} > SSB_{lim} / ODU_i),$$

$$\beta(U)_i = P(U_{i+1} > U_{lim} / ODU_i),$$

где P – вероятность выполнения помещенного в скобки неравенства при фактическом вылове, равном ОДУ; i – индекс года промысла.

Проведя аналогию между пороговыми значениями параметров системы запас – промысел и граничными ориентирами управления, нетрудно установить связь между показателем биологической безопасности ОДУ и широко используемым в современной практике регулирования рыболовства понятием риска. Принимая во внимание, что в

промысловой биологии «риск» (r) трактуется как вероятность наступления нежелательного для запаса события, например, его подрыва, вызванного промыслом (Rosenberg, Restrepo, 1994; Francis and Shotton, 1997), понятия «риск» и «биологическая безопасность ОДУ» в данном контексте можно рассматривать как однотипные по определению, но противоположные по смыслу и дополняющие друг друга величины:

$$\beta = 1 - r.$$

Процедура* оценки β основана на методе статистического моделирования (метод Монте-Карло). Численные эксперименты для набора необходимой статистики выполняются с помощью операционной динамической модели. Рандомизация входных данных и параметров модели обычно осуществляется с привлечением перевыборочных методов.

Когда низкое качество или отсутствие необходимой информации исключают использование моделей динамики запаса для прогноза ОДУ и обоснование последнего строится на упрощенных методах, основным, если не единственным, показателем качества прогноза остается оценка **обоснованности** рекомендуемого объема вылова. Обоснованность прогноза является качественным (не численным) показателем, оценка которого основана на эмпирическом анализе полноты и надежности имеющейся информации, а также эффективности методов, использованных для анализа и интерпретации этой информации в процессе разработки прогноза. Оценка обоснованности ОДУ может быть получена с помощью следующей процедуры:

а. С учетом имеющейся информации и биопромысловых особенностей данного запаса выбирается оптимальный метод прогнозирования ОДУ.

б. Формулируются требования к исходным данным, используемым в рамках рекомендуемого метода, в том числе: перечень и объемы исходной информации; районы, сроки и методы сбора данных и их первичной обработки.

в. Устанавливается градация уровней обоснованности ОДУ в зависимости от степени выполнения перечисленных в п. а требований. Уровни обоснованности могут выражаться в количественных или качественных терми-

нах, например: 1-й, 2-й, 3-й или высокий, средний, низкий уровни обоснованности.

г. Определяется соответствие фактически использованного методического и информационного обеспечения прогноза ОДУ тому или иному уровню обоснованности прогноза.

Помимо своего прямого назначения приведенная выше процедура может оказаться полезной при стандартизации требований к методико-информационному обеспечению прогнозирования ОДУ независимо от специфики объектов промысла и используемых методов.

В заключение отметим, что одна из наиболее принципиальных особенностей прогнозирования ОДУ состоит в том, что полученный в результате прогноз и все его характеристики должны рассматриваться строго в контексте реализованного в расчетах прогнозного сценария. Такой сценарий представляет собой совокупность гипотез, касающихся ожидаемого поведения основных факторов, которые оказывают наибольшее влияние на формирование исследуемого процесса (динамики численности запаса). Очевидно, что истинное развитие ситуации, от которого в конечном итоге будут зависеть состояние запаса и, следовательно, корректность оценки ОДУ, нельзя предугадать с абсолютной точностью. Всегда остается вероятность непредвиденных обстоятельств, способных значительно исказить принятый прогнозный сценарий, в частности, непредсказуемые природные аномалии и конъюнктурные изменения целевых установок рыбодобывающих организаций. В этом случае возможно ухудшение оправдываемости прогноза, несмотря на высокие оценки остальных показателей качества ОДУ.

Babayan V.K.

Some Features of TAC Quality Assessment.

The paper studies practically important aspects of TAC quality assessment. It is shown that calculated value of TAC can be taken as a prognostic value. This particular feature of the TAC estimate mainly determines a choice of its quality indexes. Both conventional and specific TAC quality indexes are examined. Possible reasons for an unexpected failure of a TAC projection are briefly discussed.