



Оценка запасов трески Баренцева моря



Б.Н. Котенев, О.А. Булатов, Д.А. Васильев, В.М. Борисов, Г.С. Моисеенко – ВНИРО

Баренцево море характеризуется как один из наиболее продуктивных районов Мирового океана, однако известно, что биологическая продуктивность как экосистемы в целом, так и ее отдельных элементов не является величиной постоянной. Межгодовая изменчивость атмосферных и океанологических процессов оказывает существенное влияние на биоту. Северо-восточная арктическая треска является одним из наиболее важных элементов экосистемы Баренцева моря.

В соответствии с данными ИКЕС [ICES AFWG Report for 2007. www.ices.dk/recoveryplan/ICESwork/Workinggroup/], запасы трески существенно изменялись в течение последних 60 лет. Самый высокий уровень запасов наблюдался в 1946 – 1962 гг. и составлял 2–4 млн т; после краткосрочного снижения биомассы до 1,4–1,7 млн т (1964 – 1965 гг.) в 1966 – 1978 гг. наступил следующий максимум, при котором промысловый запас трески составлял 1,6–3,4 млн т. В течение 12 лет (1979 – 1990 гг.) запас находился на стабильном уровне – около 1 млн т. Третий максимум был относительно непродолжительным и наблюдался в 1991 – 1997 гг., в это время запасы трески изменялись от 1,6 млн до 2,4 млн т. Затем вновь наступил период стабилизации запасов на уровне несколько выше 1 млн т, который продолжается почти 10 лет.

Треска является важным объектом промысла, в течение 1946 – 2006 гг. ее вылов существенно варьировал: от 212 тыс. т (1990 г.) до 1343 тыс. т (1956 г.), т.е. изменялся более чем в 6 раз. В среднем за этот период вылов составлял 652 тыс. т [ICES AFWG Rep., 2007].

В течение продолжительного времени продукция из трески является товаром высокого спроса не только в странах Европы, но и Латинской Америки. В настоящее время ситуация на рынках сбыта может характеризоваться как не удовлетворяющая уровень спроса. В результате в последние годы отмечается существенный рост цен на продукцию из трески. Высокая ликвидность товара на рынке, с одной стороны, и недостаточный уровень поставок, с другой, явились основной причиной бурного развития искусственного разведения трески в Норвегии.

Современное управление промыслом трески Баренцева моря осуществляется при помощи рекомендаций, которые ежегодно предлагаются Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству. Основным инструментом управления промыслом является ежегодное прогнозирование ОДУ. Рекомендации в дальнейшем рассматриваются на очередной сессии Смешанной Российско-Норвежской комиссии по рыболовству (СРНК) и, как правило, в последние годы принимаются без изменений. Таким образом, лица, принимающие решения относительно объемов вылова, полностью доверяют данный вопрос ученым. В таких условиях «цена ошибки» ученого может быть существенной, а ее последствия могут затрагивать интересы различных стран.

В настоящее время Рабочая группа ИКЕС по арктическому рыболовству оценивает промысловый запас трески с использованием метода расширенного анализа выживания XSA. В основу «настройки» этого метода положены данные промысловой статистики, дополнительно также используются научные данные. В настоящее время этот метод является единственным, при помощи которого Рабочая группа ИКЕС не только производит оценку промыслового запаса трески в период наблюдений, но и осуществляет прогноз запаса и общего допустимого улова с заблаговременностью 1–2 и более лет.

Однако известно [Gassioukov P. Presentation of modern stock assessment technique with special reference to technique derived

from VPA// Report to CESAF Workshop Modern Methods of Fish Stock Assessment. 1996. 81 p.; цит. по: Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). М.: ВНИРО, 2000. 192 с.], что данный метод обладает определенными недостатками, заключающимися в том, что «итерационная процедура оценки параметров модели XSA не приводит к минимизации целевой функции, что не отвечает принципу максимального правдоподобия» (с. 139). Кроме этих недостатков, изначально заложенных в данной модели, в 2006 г. оценка запасов трески, в отличие от предыдущих лет, была выполнена на недостаточно надежном уровне [ICES Advice 2007. Book 3, Stock summaries]. К одной из основных причин, вызвавших недостаточную точность конечного результата в 2006 г., следует отнести то, что стандартные исследования в Баренцевом море покрыли лишь половину района, а недостающая часть была экстраполирована, исходя из допущения о среднемноголетнем значении параметров.

Видимо, бесспорным будет мнение о том, что любые современные методы оценки запасов не лишены недостатков. Однако когда дело касается **количественной** оценки, на первый план выходит точность метода. В настоящее время данная проблема еще далека от своего решения. Чувствительность и надежность методов оценки запасов – это отдельная проблема, требующая своего решения в будущем. Сегодня из практики по оценке запасов других важнейших объектов промысла (например, минтая и тихоокеанской трески) известно, что применение только одного метода чревато тем, что в результате могут возникнуть искаженные представления о запасах. Допущения, являющиеся источниками неопределенности и используемые при расчетах в течение ряда лет, неизбежно дают ошибку, которая может нивелироваться при сравнительном анализе данных и не влиять на **качественную** сторону. Поэтому, чтобы оценить, насколько данный метод адекватно количественно оценивает промысловый запас, необходимо его результаты **сравнить** с данными других методов. В практике рыбохозяйственных исследований широкое распространение получило сопоставление результатов оценки запасов, полученных различными методами. С целью получения объективной информации о запасах трески авторы поставили перед собой задачу сравнить результаты оценок запасов трески, полученных различными методами.

В настоящее время удалось оценить промысловый запас трески сразу несколькими методами: XSA [ICES AFWG Rep., 2007], TISVPA [Васильев Д.А., Булгакова Т.И. Альтернативная оценка запаса баренцевоморской трески с использованием модели TISVPA// К созданию основ оптимальной стратегии устойчивого развития рыболовства в Баренцевом и Норвежском морях (к 36-й сессии Смешанной Российско-Норвежской комиссии по рыболовству). М.: ВНИРО, 2007. С. 7–26], ГИС [Bulatov O.A., Borisov V.M., Kotenev B.N., Moiseenko G.S. The estimation of the Barents Sea cod stock by the GIS methodology// Long term bilateral Russian-Norwegian Scientific co-operation as a basis for sustainable management of living marine resources in the Barents Sea. 12th Norwegian-Russian Symposium. Tromso, Norway. 2007. P. 18] и синоптическим [Shatokhin B.M., Gomonov A.D., Gula E.I. et al. Basis of methodology of fisheries – ecological monitoring and new approach to stock and estimation of living marine resources // Long term bilateral Russian-Norwegian Scientific co-operation as a basis for sustainable management of living marine resources in the Barents Sea. 12th Norwegian-Russian Symposium. Tromso, Norway. 2007. P. 19].

Сравнительный анализ оценок промыслового запаса (особи 3 и более лет) трески Баренцева моря показал, что из всех сравниваемых методов наименьший результат показал XSA (табл. 1). Остальные методы показали весьма близкие результаты, их сходимость была достаточно высокой. При среднем значении биомассы 2441 тыс. т отклонение оценок каждого метода от среднего значения составило всего 4–7 %, что для биологических исследований может считаться вполне удовлетворительным результатом.

Таблица 1

Оценка запасов трески Баренцева моря (по данным различных методов) в 2006 г., тыс. т

Метод	Промысловый запас	Нерестовый запас
XSA	1298	535
TISVPA	2072	878
ГИС	2650	-
Синоптический	2600	-

Из сравниваемых методов первые два (XSA и TISVPA) относятся к методам математического моделирования, два других основаны на информационных технологиях и, в конечном итоге, представляют собой современные модификации известного «метода площадей» [Аксютина З.М. *Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях*// М.: Пищевая промышленность, 1968. 289 с.].

Сопоставление результатов в одном классе моделей (XSA и TISVPA) показало, что они различаются в 1,6 раза. С целью поиска причин, вызвавших столь большую разницу в оценках запасов, автором метода TISVPA [Vasilyev D. *Change in catchability caused by year class peculiarities: how stock assessment based on separate cohort models is able to take it into account? (Some illustrations for triple-separable case of the ISVPA model – TISVPA)*// ICES CM 2006/O: 18. P. 35] был выполнен сравнительный анализ возможностей методов XSA и TISVPA, который позволил установить источники возможных ошибок (табл. 2). В итоге оказалось, что ожидаемый результат в условиях «зашумленных» данных, которые составляют основу промысловой статистики, при использовании XSA-метода может существенно отличаться от реального.

У скептиков может возникнуть вопрос: «Приведены данные по оценке запасов только за один год. При увеличении ряда наблюдений может возникнуть ситуация с точностью до наоборот?» В действительности, при анализе оценок промыслового запаса,

полученных по данным XSA и TISVPA [Васильев, Булгакова, 2007], оказалось, что с 1984 по 2006 г., в период низкого уровня запасов, различий в оценках почти не наблюдалось. Тогда как в периоды максимального уровня запасов различия были весьма существенными. Так, например, в последние годы оценка биомассы по TISVPA-модели на 35–64 % превышала значения XSA.

Интересно было бы сравнить результаты оценки запасов других объектов промысла по модели XSA. В северной части Охотского моря на протяжении ряда последних лет оценка промысловой биомассы минтая выполняется на основе XSA-метода (данные сотрудника МагаданНИРО С.Ю. Шершенкова). Сравнение полученных оценок с данными динамической продукционной модели Бабаяна – Кизнера ([Babayana V.K., Kizner Z. *Dynamic models for TAC assessment: logic, potentialities, development*// ICSEAF. Colln. scient. Pap. int. Commn SE. Atl. Fish. 1988. 15 (1). P. 69–83], расчеты выполнены сотрудниками ВНИРО В.К. Бабаяном и Д.А. Васильевым), основанными на средневзвешенных годовых данных по уловам на усилии среднетоннажного флота, дало оценку запасов, различающуюся в 1,5 раза.

Оценки промысловой биомассы, которые были получены по ГИС-методу, превышали значения XSA в среднем в 1,6 раза [Булатов О.А., Моисеенко Г.С. *Оценка запасов и определение ОДУ охотоморского минтая по данным ГИС-метода*// «Вопросы рыболовства» (В печати)]. Следует отметить, что если в 2002 г. данные XSA- и ГИС-метода совпадали, то в дальнейшем разница была существенной. При сравнении метода XSA и динамической продукционной модели оказалось, что если в 2002 – 2003 гг. XSA давал более высокую оценку, то в дальнейшем соотношение изменилось и в последние годы XSA дает оценку запасов почти в 2 раза меньшую (рис. 1).

Таким образом, сопоставление результатов оценки запасов минтая северной части Охотского моря и трески Баренцева моря за ряд лет показало, что оценки, полученные по XSA-методу, оказались существенно ниже, чем по TISVPA, динамической продукционной модели и ГИС-методу. Полученные факты позволяют ставить вопрос о правомерности применения Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству только одного метода оценки запасов – XSA. Очевидным является также то, что использование только этого метода и в дальнейшем приведет к искаженным представлениям о запасах. А если учесть, что ученые основывают свои рекомендации только на методе XSA, то становится ясно, насколько существенная часть запаса недоучитывается в силу объективных причин. Поэтому наиболее приемлемым, на наш взгляд, может быть применение «корзины» методов, по примеру «корзины валют», «корзины ОПЕК».

Таблица 2

Сравнительный анализ возможностей моделей XSA и TISVPA

Возможности	XSA	TISVPA
	Несепарабельная когортная модель	Сепарабельная интегральная когортная модель
Получить оценку величины запаса непосредственно из данных по возрастному составу	Нет	Да
Учесть ошибки в данных по возрастному составу уловов	Нет	Да
Привлечение индексов численности запаса с возрастной структурой	Да	Да
Оценить зависящие от возраста коэффициенты улавливаемости для каждого индекса	Да	Да
Исключить влияние межгодовых случайных изменений в коэффициенте улавливаемости для съёмов с возрастной структурой	Нет	Да
Привлечение интегральных индексов запаса (например, оценок SSB)	Нет	Да
Внимание к ошибкам в имеющихся данных (робастность анализа)	Нет	Да
Отследить, о какой величине запаса говорит каждый источник информации отдельно (построение профилей компонент целевой функции)	Нет	Да
Статистические значения найденного решения	Для реальных данных может отличаться от декларируемого	Несмещенность решения гарантируется

Как сообщалось выше, кроме объективных причин, в 2006 г. возникла субъективная причина, повлекшая за собой недооценку запаса и пополнения, что очень важно при прогнозировании ОДУ, а именно: учетная съемка в Баренцевом море была выполнена не в полном объеме, а отсутствующие данные были восполнены экстраполяцией. Указанные причины могли привести к занижению ОДУ трески Баренцева моря в 2008 г.

В соответствии с рекомендациями Рабочей группы ИКЕС по арктическому рыболовству, ОДУ трески Баренцева моря на 2008 г. составил 409 тыс. т, тогда как модель TISVPA показала в 1,6 раза большую величину – 672 тыс. т (табл. 3). Технология прогноза ОДУ, выполненного этими методами, не отличалась. Разница относилась только к исходным величинам запаса, учтенного в 2006 г. Прогноз ОДУ с использованием данных запаса, полученных по ГИС-методу, основан на биостатистическом методе и включал фактические данные запаса 2007 г., данные по возрастному составу, численности, средней массе и выживаемости в каждом возрастном классе.

Таким образом, применение нескольких методов оценки запаса и прогнозирования ОДУ позволило повысить качество оценки запаса и, соответственно, прогноза ОДУ трески Баренцева моря. Данный пример не является «исключением из правил». Основываясь на оценке запасов, выполненной ГИС-методом, и используя фактический уровень эксплуатации в 2000 – 2006 гг., ретроспективно был оценен возможный улов трески Баренцева моря. В среднем ОДУ составил 700 тыс. т, тогда как рекомендуемый Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству уровень был в 1,6 раза меньше и составлял немногим более 400 тыс. т (рис. 2). Следовательно, возможности метода XSA по объективным причинам отдаляют исследователей от реальных значений расчетного запаса.

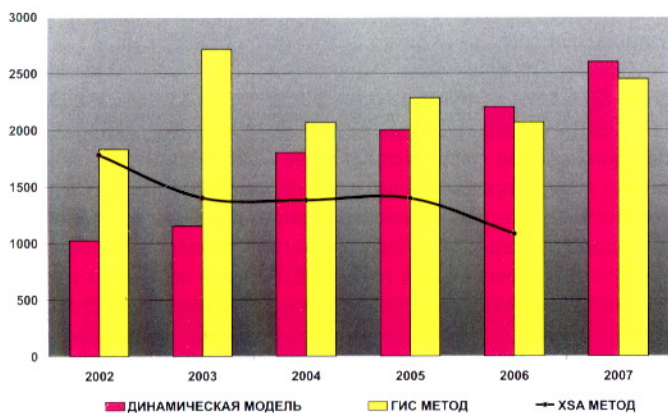


Рис. 1. Динамика промыслового запаса минтая в Северо-Охотоморской подзоне (по данным, полученным с помощью различных методов), тыс. т

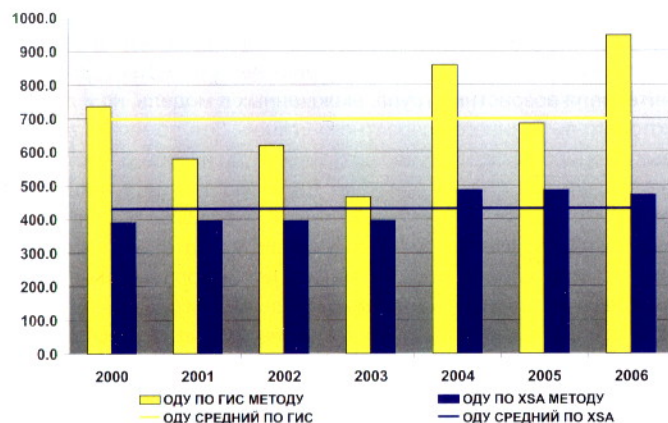


Рис. 2. Динамика ОДУ (по данным, полученным с помощью ГИС- и XSA-методов), тыс. т

Таблица 3

Общий допустимый улов трески Баренцева моря в 2008 г. (по данным различных методов)

Метод	ОДУ	Промысловая смертность
XSA	409	0,4
TISVPA	672	0,4
ГИС + биостатистический	629	0,4

В пользу того, что оценка промыслового запаса, полученная с помощью XSA-метода, является заниженной, свидетельствуют также данные о крайне высоком уровне эксплуатации, 3 раза достигавшем 50 % в условиях низкого уровня запасов: в начале 80-х, в конце 80-х и в конце 90-х годов. С учетом сложной возрастной структуры промыслового запаса, который представлен особями возрастом 2–15 лет, после этого неизбежно должен был наступить коллапс запасов, однако этого не произошло. Напротив, через несколько лет произошло восстановление запасов. Данный факт противоречит общепринятым основам промысловой ихтиологии и может быть объяснен только недооценкой запасов.

Эволюция методов оценки биомассы неизбежна и направлена на получение более реальных знаний о запасах. А если учесть, что лица, принимающие решения и утверждающие предложенные объемы ОДУ, полностью доверяют ученым, то именно ученым необходимо срочно пересмотреть существующую процедуру оценки запасов и прогноза ОДУ. В этом заинтересованы не только они, но и российские и норвежские рыбаки. Таким образом, данный вопрос из плоскости научной переходит в плоскость экономическую и политическую. Поэтому ученым необходимо как можно скорее решить данную проблему с целью получения более реальных представлений о запасах этого важного промыслового вида.

Выводы

1. Современное состояние запасов трески Баренцева моря позволяет рекомендовать к вылову в 2008 г. в 1,6 раза большую величину, чем предлагается Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству.
2. Применение метода расширенного анализа выживания XSA имеет ряд ограничений, что существенно снижает его возможности при работе с «зашумленными данными» по сравнению с separable интегральной когортной моделью TISVPA.
3. Результаты сравнительного анализа оценки запасов и прогнозирования ОДУ свидетельствуют о необходимости скорейшего перехода к моделям, которые более адекватно учитывают запасы трески Баренцева моря.

Kotenyov B.N., Bulatov O.A., Vasilyev D.A., Borisov V.M., Moiseyenko G.S.

The assessment of the Barents Sea cod stock

When assessing stock size the accuracy of the method being used is rather important. In fisheries practice the comparison of assessment results obtained by various methods is often used.

The authors present comparative results of stock assessment for walleye pollack of the northern part of the Sea of Okhotsk and for the Barents Sea cod for the long period. The estimates obtained by XSA-method are lower significantly than those obtained by TISVPA model, dynamical production model, and GIS-method. It is evident, that use on the XSA-method only, recommended by the Work Group of ICES, will result in distorted information on stock size. Besides, XSA-method is limited in application when working with “noisy” data as opposed to separable integral cohort model TISVPA.

The authors think the most acceptable variant is to resort to the use of “basket” of methods (by analogy with “value basket”, “OPEC basket”) that will allow to increase the quality of stock assessment and TAC forecasting for the Barents Sea cod.