

Современное состояние запасов трески Баренцева моря и прогноз ОДУ на 2008 г.

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

Введение

Северо-восточная арктическая треска является одним из самых важных объектов промысла в Норвежском и Баренцевом морях. В течение последних 30 лет, согласно данным ИКЕС [www.ices.dk/recoveryplans/ICES work/Working group], уловы трески характеризовались двумя значительными максимумами: в середине 70-х (905 тыс. т) и середине 90-х годов (771 тыс. т). В дальнейшем наблюдалось снижение вылова до уровня 415 тыс. т (2000 г.), а в последние годы наметился его рост.

Управление промыслом трески осуществляется при помощи рекомендаций, которые ежегодно предлагаются Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству. Промысловый запас учитывается с использованием метода XSA, в основу которого положены данные промысловой статистики. Данный метод является единственным, при помощи которого не только производится оценка промыслового запаса трески в период наблюдений, но и осуществляется прогноз запаса и общего допустимого улова на 1-2 года вперед.

Однако известно, что применение только одного метода оценки запасов чревато тем, что допущения, используемые при расчетах в течение ряда лет, неизбежно дают ошибку, которая может нивелироваться при сравнительном анализе данных и не влиять на качественную сторону. Для того чтобы оценить, насколько с помощью этого метода можно адекватно количественно оценить промысловый запас, необходимо данные результаты сравнить с полученными с помощью других методов. Поэтому в настоящее время в практике рыбохозяйственных исследований распространено сопоставление результатов оценки запасов, полученных различными методами.

Авторы настоящего сообщения, основываясь на данных промысловой статистики, оценили промысловый запас трески с помощью разработанного во ВНИРО ГИС-метода [Bulatov O.A., Borisov V.M., Kotenev B.N., Moiseenko G.S. 2007. Application of the GIS technologies in assessment of the cod stocks in the Barents Sea// Application of the new technologies for assessment of marine living resources in the North-Eastern Atlantic. M.: VNIRO Publishing, 2007. P. 41–61], который показал величины промысловой биомассы, в 1,6 раза большие по сравнению с XSA-методом. Безусловно, репрезентативность промысловых донесений в последние годы не отличается высокой точностью. Тем не менее, данный источник информации используется учеными многих стран для оценки запасов различных видов рыб. Более того, большая часть математических моделей основана на данных промысловой статистики.

В настоящей работе авторы поставили задачу сравнить результаты оценок запасов трески в 2000 – 2007 гг., полученных различными методами, а также предварительно оценить перспективы промысла трески в 2008 г.

Материал и методика

Для оценки изменчивости запасов трески в районе исследований использовались судовые суточные донесения (ССД). В расчетах учитывались следующие параметры ССД, отражающие промысловую деятельность судна: отчетная дата; широта; долгота; объект промысла и его улов; орудие лова; время, затрачен-

ное на промысловые операции. Весь район был разбит на полигоны размером в 2° по долготе и 0,5° по широте.

В течение исследуемого периода на промысле трески применялись разные типы тралов. Анализ результативности лова показал, что из используемых 35 орудий лова шесть типов донных тралов обеспечивали от 39 до 62 % общего количества промысловых донесений. В общей сложности за период 2000 – 2007 гг. было проанализировано 196715 судовых суточных донесений, из которых половина была использована для оценки запасов трески в данном районе (табл. 1).

Анализ массива промысловых донесений показал, что в промысле трески принимало участие 17 типов различных судов. Авторами были выбраны шесть типов среднетоннажных судов, на долю которых приходилась наиболее значительная часть годового вылова. Наиболее значительная доля переданных ССД пришла на СРТМ типа «Василий Яковенко» пр. 502ЭМ (рис. 1). Анализ значимости типа судна в зависимости от улова показал, что наиболее существенные уловы в 2000 – 2006 гг. имели суда типа «Василий Яковенко», «Орленок» и «Баренцево море» (табл. 2).

В связи с тем, что известные типы тралов покрывали не весь район промысла и не весь ареал обитания трески, полученные данные по распределению трески и биомассе являются заведомо заниженными. Располагая данными по продолжительности тралений и весу улова трески, полученными на основе судовых суточных донесений, определялась величина улова на 1 ч траления. С учетом характеристик использованных тралов и коэффициента уловистости рассчитывалась величина плотности (в тоннах) на 1 км².

Уловы более 2 т/ч считались ошибочными и в расчетах не учитывались. Анализ частотного распределения уловов позволил применить гипотезу о логарифмически нормальном характере их распределения.

Биомасса трески в каждом квадрате определялась по методике З.М. Аксютиной [Аксютинина З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях// М.: Пищевая промышленность, 1968. 289 с.].

$$P = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i \times x_i}{q \times k} \right);$$

где P – биомасса, т;

Q_i – площадь каждого квадрата (i), км²;

x_i – средний фактический улов в (i) квадрате, т/ч траления;

q – площадь облова (определялась произведением горизонтального раскрытия трала на пройденный путь), км²;

k – коэффициент уловистости, принят равным 0,3 [Серебров Л.И. О дифференциальной уловистости донных тралов// Орудия и способы рыболовства. Вопросы теории и практики. М.: ВНИРО, 1988. С. 185–193].

В каждом квадрате (0,5° широты x 2° долготы) рассчитывался средний улов на 1 ч траления за 15-дневный период. Затем, зная площадь квадрата, площадь траления и коэффициент уловистости трала, рассчитывали значения плотности и биомассы в каждом квадрате. Оценка биомассы для всего района выполнялась как сумма оценок биомассы входящих в него квадратов.

Среднемесячные значения биомассы определялись как среднеарифметическое значение биомассы за два 15-дневных периода. В связи с тем, что промысловая активность в январе – марте была невысокой (рис. 2), среднегодовые значения биомассы определялись как среднеарифметическое значение среднемесячных значений за период апрель – декабрь (в 2007 г. – за апрель – август). Площади полигонов (квадратов) вычислялись с помощью программного пакета ГИС ArcView 3.2 (компания ESRI). Принцип экстраполяции не использовался, учитывались фактические уловы.

В расчетах использовались данные биологических анализов трески из материалов, собранных наблюдателями ВНИРО на промысловых судах в Баренцевом море в летний период 2007 г. Возраст трески определен по отолитам в лаборатории экологии рыб ВНИРО, всего проанализировано 476 шт.

Результаты и обсуждение

Промысловая биомасса в районе исследований оценивалась многократно, в общей сложности в 2000 – 2006 гг. нами было получено 126 значений биомассы; кроме того, в апреле – августе 2007 г. было получено еще 10 значений биомассы. Результаты показали, что в 2002 – 2006 гг. наблюдались два сезонных макси-

мум запасов трески: в летний и осенне-зимний периоды. Исключение составляли 2000 – 2001 гг., когда осенний максимум не был достаточно выражен (см. табл. 2). Осредненные значения ежемесячной биомассы показали, что в апреле – июне биомасса составляла 86–91 % от сезонного максимума, который наблюдался в июле, когда треска активно нагуливается и миграционная активность особей невысока. В сентябре-октябре, когда наблюдается обратная миграция, учетная биомасса снижалась до 75 % от сезонного максимума; в ноябре-декабре происходило увеличение до 81–91 % (табл. 3).

Освоение промысловых запасов трески имеет продолжительную историю. Согласно данным ИКЕС [AFWG Report for 2007. [www.ices.dk/recoveryplans/ICES work/Working group](http://www.ices.dk/recoveryplans/ICES%20work/Working%20group)], в течение последних 30 лет биомасса трески 3 раза достигала высокого уровня: в середине 70-х, середине 90-х годов и в 2003 г. (рис. 3).

Максимальный улов, превышающий 700 тыс. т, отмечался за этот период дважды: в 1977 – 1978 и 1993 – 1997 гг. Обращает на себя внимание крайне высокий уровень эксплуатации запасов, который наблюдался преимущественно в период низкого уровня промысловой биомассы. За этот период уровень промыслового изъятия 3 раза приближался к 50 % и, несмотря на это, коллапс

Таблица 1

Количество ССД, полученных в 2000 – 2007 гг.

Год / Количество ССД	Общее количество ССД	Количество ССД с известным типом трала	Доля ССД с известным типом трала от общего количества
2000	36797	14458	0,393
2001	31118	13220	0,425
2002	23716	11236	0,474
2003	20095	11052	0,550
2004	22111	13712	0,621
2005	21746	10969	0,505
2006	25485	14381	0,565
2007 (апрель – август)	15647	10766	0,688
Всего ССД	196715	99794	0,507

Таблица 2

Доля уловов трески в зависимости от типа судна, %

Тип судна	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.
«Василий Яковенко»	40.3	40.1	35.8	28.9	28.6	27.1	33.0
«Орленок»	15.7	14.4	12.7	17.4	15.2	18.6	18.4
«Баренцево море»	14.2	16.4	22.0	9.9	18.3	15.3	16.6
Прочие	29.8	29.1	29.5	43.8	37.9	39.0	32.0
Всего	100	100	100	100	100	100	100

Таблица 3

Динамика промысловой биомассы трески в апреле – декабре, тыс. т

Месяц	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Средняя	%
Апрель	2323	2045	2878	2273	2404	2056	1845	2260	88.0
Май	2358	2302	2248	1286	2167	2271	2785	2202	85.8
Июнь	2136	2799	2702	1922	2298	2276	2262	2342	91.2
Июль	2439	2640	2502	1322	3369	2432	3264	2567	100.0
Август	2902	2180	2323	1493	2899	1713	3738	2464	96.0
Сентябрь	1485	1558	2206	1499	2242	1734	2705	1918	74.7
Октябрь	1585	1840	1674	2178	2972	1881	2394	2075	80.8
Ноябрь	1748	1384	2991	2427	2954	2020	2883	2344	91.3
Декабрь	1736	1466	2342	2360	3596	1950	1976	2204	85.8

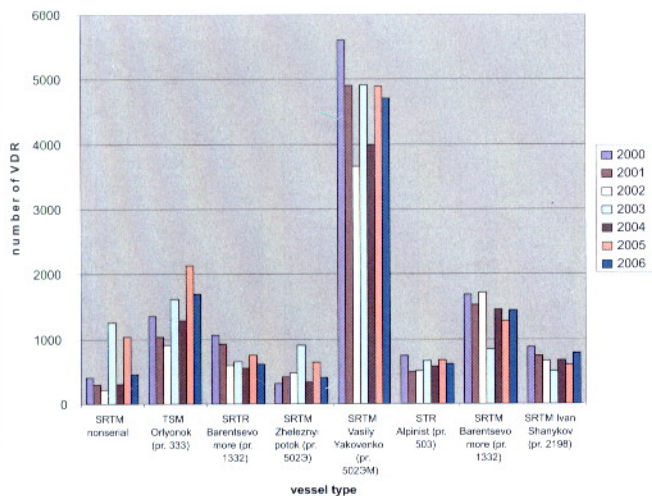


Рис. 1. Количество судовых суточных донесений в зависимости от типа судна

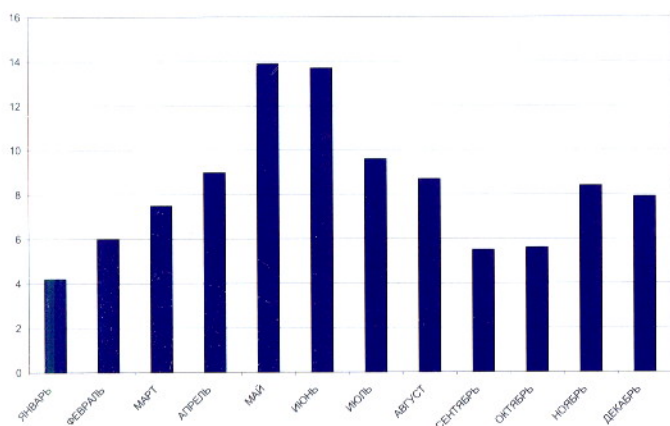


Рис. 2. Динамика относительного (%) вылова трески российским флотом в Баренцевом море в 2000 – 2006 гг.

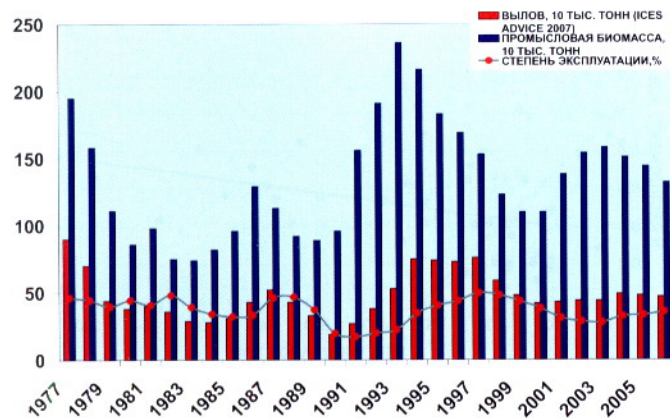


Рис. 3. Динамика промыслового запаса трески, вылов [ICES AFWG Rep., 2007] и степень эксплуатации

запасов не наступил. Хотя известно, что треска имеет достаточно сложную возрастную структуру промыслового запаса, который представлен особями от 2 до 15 лет. Подобная ситуация теоретически возможна лишь в том случае, если промысел основан на короткоцикловых видах: сайке, сайре, корюшке, снетке и др. Несмотря на чрезмерный уровень эксплуатации, запасы через 2-3 года начинали стабильно увеличиваться. Данный «парадокс» возможен лишь при условии существенной недооценки запасов трески, которая осуществляется методом XSA.

На основании ежемесячных значений промысловой биомас-

сы трески в апреле – августе 2000 – 2007 гг. были получены средние годовые значения. Сопоставление наших данных, основанных на ГИС-методе, с данными, полученными Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству, показало, что они существенно различаются (рис. 4).

В среднем промысловая биомасса трески по данным ГИС-метода составила 2,4 млн т, тогда как по данным XSA – почти в 2 раза меньше (1,3 млн т). Обращает на себя внимание и тенденция изменчивости биомассы. По нашим данным, в течение 2005 – 2007 гг. наблюдался рост биомассы с 2,15 млн т до 2,97 млн т (+38%), тогда как, по данным Рабочей группы ИКЕС по арктическому рыболовству, в 2004 – 2006 гг. наблюдалось снижение запасов – с 1353 тыс. т до 1297 тыс. т. Таким образом, за сравниваемый период использование метода XSA привело к существенно занижению оценок промысловой биомассы.

Основываясь на полученных авторами значениях промыслового запаса трески Баренцева моря и фактическом значении уровня эксплуатации, отмеченном в 2000 – 2006 гг., был ретроспективно рассчитан ОДУ. В среднем, как показали наши расчеты, вылов мог составлять 700 тыс. т, тогда как в действительности ОДУ, согласно рекомендациям Совместной Российско-Норвежской комиссии, был немногим более 400 тыс. т (рис. 5).

Таким образом, недооценка промыслового запаса Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству явилась основанием для соответствующей рекомендации Совместной Российско-Норвежской комиссии и привела к значительному занижению ОДУ и ущемлению национальных интересов России.

Для того чтобы выполнить расчеты прогнозируемой промысловой биомассы трески, необходимо знать, какова будет численность пополнения промыслового запаса (особи в возрасте 3 лет). Рабочая группа по арктическому рыболовству при прогнозе пополнения опирается на связь «родители – потомство». С целью определения надежности данной связи мы подвергли данные, полученные за последние 40 лет, корреляционному анализу. В результате оказалось, что для этого периода коэффициент корреляции оказался равным 0,27, что позволяет говорить об отсутствии статистически достоверной связи между этими явлениями (рис. 6).

Далее авторами была проанализирована связь численности пополнения трески в возрасте 3 лет со среднегодовой температурой воды в слое 0–200 м. Оказалось, что для 26-летнего периода (1977 – 2002 гг.) коэффициент корреляции был достаточно высок и составил 0,68. Таким образом, полученное значение коэффициента корреляции указывает на существующую тесноту данной связи. Затем нами была рассчитана формула, которая может быть использована в качестве прогностической модели уже в настоящее время. Представленный на рис. 7 график имеет прямолинейную зависимость и описывается следующей формулой:

$$N = 328,69 T - 807,93$$

где

N – численность пополнения трески в возрасте 3 лет, млн экз.;
 T – средняя температура воды на Кольском разрезе в слое 0–200 м.

Известно [ICES AFWG Rep., 2007], что средняя численность пополнения трески в возрасте 3 лет за период 1977 – 2002 гг. составила 485 млн экз. Тогда по нашей формуле можно найти то значение температуры, при котором, как правило, появляются средние и высокоурожайные поколения. После соответствующей подстановки находим, что это значение температуры составляет 3,9° С. Учитывая, что в период с 2003 по 2006 г. средняя температура воды составляла 4,2–5,1° С, можно с высокой степенью вероятности предполагать, что условия воспроизводства были благоприятными. В связи с этим ожидается, что промысловая биомасса трески в течение 2008 – 2011 гг. будет увеличиваться по сравнению с 2000 – 2005 гг. Следовательно, состояние запасов данного объекта промысла не вызывает опасений и прогноз на ближайшие 4 года является оптимистичным.

Для того чтобы в расчеты прогнозируемой промысловой биомассы на 2008 г. ввести параметры прогнозируемого пополнения для рыб возраста 3 года, подставим в расчеты значение средней температуры воды на Кольском разрезе в слое 0–200 м в 2005 г. – 5,1° С. Согласно нашим расчетам, ожидается, что пополнение составит 868 млн экз., что на 87 % выше среднемноголетнего уровня.

Новейшие научные данные, полученные норвежскими океанологами [Svendsen E. 700 million new cod recruitments in 2008/ ICES Insight. No. 44. September 2007], также показали наличие статистически значимых связей между численностью пополнения и факторами среды. По данным автора, 70 % численности формируется в зависимости от температуры воды в IV квартале года, предшествующего нересту, и первичной продукции в апреле, в посленерестовый период. В соответствии с расчетами Э. Свендсена, ожидаемое в 2008 г. пополнение рыб в возрасте 3 лет составит не менее 700 млн экз.

Таким образом, независимым путем были получены весьма близкие значения существующей тесноты связи не с исходной биомассой родителей, а с условиями среды в преднерестовый и посленерестовый периоды.

Как указывалось ранее, биомасса промысловой части популяции в 2007 г., учтенная по ГИС-методу, составила 2971 тыс. т. Согласно данным биологических анализов, средняя масса одной особи в районах промысла равнялась 1,957 кг. Отсюда численность промыслового запаса трески в Баренцевом море в 2007 г. составила 1518 млн экз. Данные лаборатории экологии ВНИРО показали, что возрастная структура промыслового запаса трески в 2007 г. характеризовалась тем, что в уловах преобладали рыбы в возрасте 5 лет. Используя эти данные, а также данные по выживаемости трески [Борисов В.М. Результаты применения метода П.В. Тюрина для определения естественной смертности аркто-норвежской трески *Gadus morhua morhua* L.// «Вопросы ихтиологии». Т. 16, вып. 5 (100), 1976. С. 889–898] в каждом возрастном классе, авторы рассчитали прогнозируемую биомассу промыслового запаса трески в 2008 г. (табл. 4).

В соответствии с приведенными выше расчетами прогнозируемая промысловая биомасса трески Баренцева моря составит (с учетом пополнения 2005 г. рождения) 2459 тыс. т, что соответствует среднемноголетнему уровню для 2000 – 2006 гг. Если допустить, что промысел во второй половине 2007 г. освоит 1/2 ОДУ на 2007 г. и составит 212 тыс. т, то получается, что к началу 2008 г. промысловая биомасса должна быть не менее: 2459 тыс. т – 212 тыс. т = 2247 тыс. т.

Без учета пополнения промыслового запаса (поколения 2005 г. рождения) прогнозируемая биомасса трески в 2008 г. составит: 2459 тыс. т – 385 тыс. т = 2074 тыс. т. Если учесть промысловую смертность, то получится, что прогнозируемый промысловый запас трески составит в 2008 г. следующую величину: 2074 тыс. т – 212 тыс. т = 1862 тыс. т.

Известно, что без нормы промыслового изъятия не представляется возможным оценить ОДУ. Проанализируем динамику нормы промыслового изъятия по данным Арктической рабочей группы ИКЕС, которые включают нелегальный вылов. Данный показатель за последние 10 лет изменялся от 34 до 50 % (табл. 5). Нам представляется, что полученные коэффициенты чрезмерно велики и нереальны для такого вида, которым является треска.

Более реальные значения можно взять, используя данные по фактической норме промыслового изъятия без учета нелегального вылова. Так, в период 2004 – 2006 гг. средняя норма промыслового изъятия составила 33,8 %. Тогда ОДУ на 2008 г. (без учета пополнения рыб в возрасте 3 лет) составит: 1862 тыс. т x 0,338 = **629 тыс. т**. Известно, что ОДУ на 2008 г., рекомендованный Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству [ICES AFWG Rep., 2007], составил 409 тыс. т, что на 54 % меньше нашей оценки.

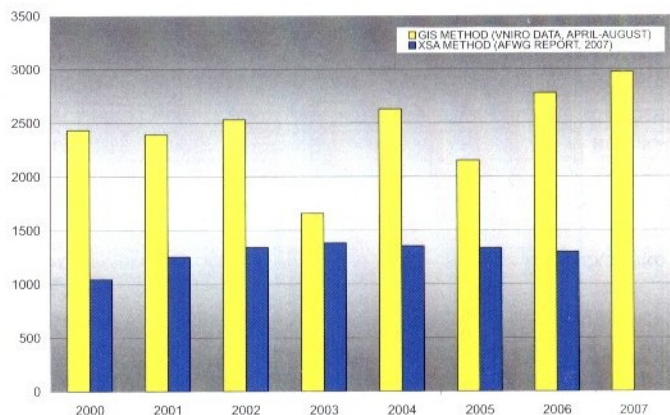


Рис. 4. Оценка промыслового запаса арктической трески в Баренцевом море (по данным ГИС-метода и метода XSA), тыс. т

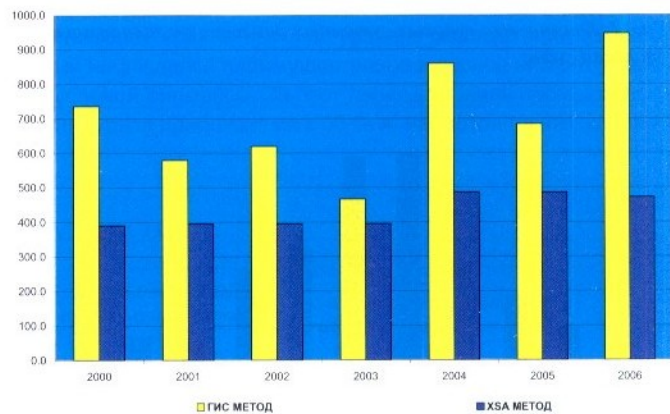


Рис. 5. Динамика ОДУ трески Баренцева моря (по данным ГИС-метода и метода XSA), тыс. т

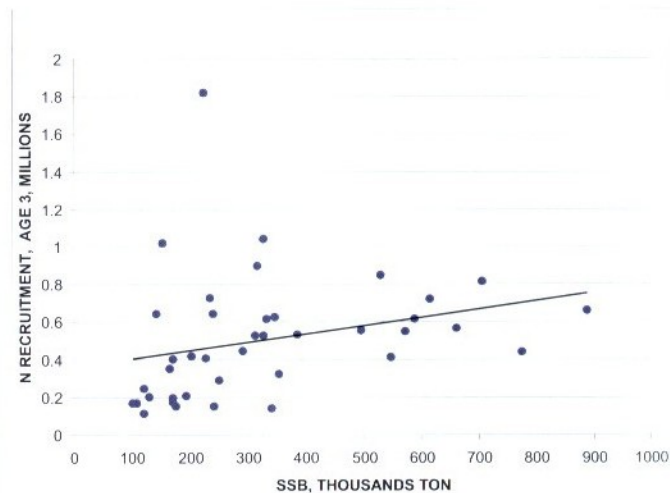


Рис. 6. Зависимость численности пополнения в возрасте 3 лет от биомассы нерестового запаса трески в 1965 – 2004 гг. (по данным ICES AFWG Rep., 2007)

Выводы

1. Динамика промыслового запаса трески Баренцева моря в 2000 – 2007 гг. характеризовалась устойчивостью, с тенденцией к росту в последние (2005 – 2007) годы.
2. В результате выполненного корреляционного анализа показано, что связь «родители – потомство» не обеспечена статистически достоверным уровнем, тогда как зависимость пополнения трески в возрасте 3 лет напрямую связана со средней температурой воды в слое 0–200 м и имеет высокий уровень тесноты связи ($R = 0,68$).

Таблица 4

Предварительные данные расчета промыслового запаса трески Баренцева моря на 2008 г.

Возраст рыб, лет	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 и более
Год рождения в 2007 г.	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	Ранее 1996
Возрастной состав в 2007 г., %	1,4	5,4	22,4	28,7	21,1	9,3	5,6	4,3	1,0	0,8
Численность промыслового запаса, млн экз.	21,2	82,0	340,0	435,7	320,3	141,2	85,0	65,3	15,2	12,1
Год рождения в 2008 г.	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	Ранее 1997
Выживаемость	-	-	0,70	0,79	0,80	0,80	0,80	0,78	0,76	0,72
Прогнозируемая численность промыслового запаса в 2008 г., млн экз.	-	(700)	238,0	344,2	256,2	113,0	68,0	50,9	11,6	8,7
Средняя масса, кг	0,31	0,55	0,83	1,22	1,74	2,44	2,96	6,62	9,12	10,50
Прогнозируемая биомасса промыслового запаса, тыс. т	-	(385,0)	197,5	419,9	445,8	275,7	201,3	337,0	105,8	91,4

Таблица 5

Динамика вылова, промысловой биомассы и фактической нормы промыслового изъятия трески в 1997 – 2006 гг.

Год	Вылов, включая браконьерский [AFWG Rep., 2007]	Промысловая биомасса [AFWG Rep., 2007]	Фактическая норма промыслового изъятия, %
1997	762	1530	49,8
1998	592	1221	48,5
1999	484	1076	45,0
2000	415	1045	39,7
2001	426	1253	34,0
2002	535	1341	39,9
2003	552	1382	39,9
2004	606	1354	44,8
2005	641	1336	48,0
2006	596	1298	45,9
Средняя	561	1284	43,6

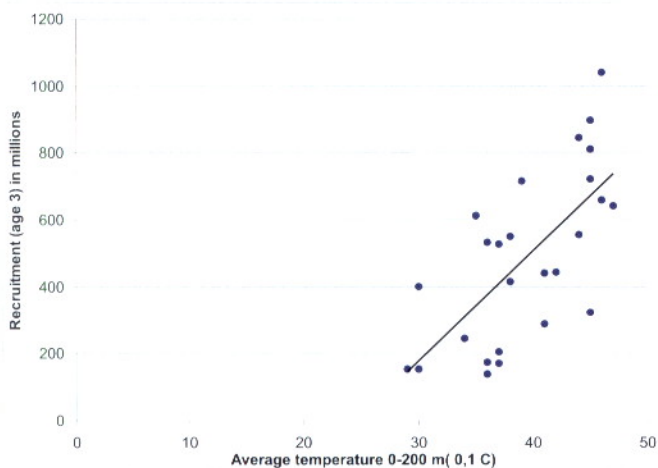


Рис. 7. Зависимость численности пополнения трески в возрасте 3 лет (данные ICES AFWG Rep., 2007) от средней температуры воды в слое 0–200 м на Кольском разрезе в 1977–2002 гг. (данные ПИИРО)

3. Анализ зависимости пополнения от температуры воды был формализован, что позволило создать прогностическую модель и оценить численность пополнения в возрасте 3 лет.

4. Расчеты прогнозируемой промысловой биомассы и ОДУ трески Баренцева моря, основанные на ГИС-методе, показали, что в 2008 г. возможный вылов составит 629 тыс. т, что в 1,5 раза больше, чем предлагалось Рабочей группой по арктическому рыболовству ИКЕС.

5. Процедура оценки промыслового запаса и прогнозируемого ОДУ, предложенная авторами, имеет намного меньше источников неопределенности и намного проще в применении по сравнению с процедурой XSA, применяемой в последние годы Рабочей группой ИКЕС по арктическому рыболовству.



Bulatov O.A., Kotenyov B.N., Moiseyenko G.S., Borisov V.M. Present-day state of the Barents Sea cod stock and TAC prognosis for 2008

In the last years for assessment of the commercial stock of north-eastern arctic cod Work Group of ICES used the XSA-method based on the data of fishing statistics. For estimating the adequacy of the method predictions it is necessary to compare its data with the data obtained by other methods.

The authors compare the results of cod assessment obtained by various methods in 2000-2007 as well as prospects for cod fishing in 2008.

The commercial stock of the Barents Sea cod is assessed by the GIS-method developed by VNIRO. The results are 1.6 times more than that obtained by XSA-method. Forecasted catch is about 629 thousand tons (1.5 times more than that proposed by Work Group of ICES).

The procedure for commercial stock assessment and TAC forecasting proposed by the authors is less uncertain and more easy-to-use than XSA-method.