

**ВЫБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ
СОСТОЯНИЯ ЗАПАСА СКУМБРИИ *SCOMBER COLIAS*
ЦЕНТРАЛЬНО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ**

Н.М. Тимошенко

*ФГБНУ «АтлантНИРО», г. Калининград
timoshenko@atlantniro.ru*

Тимошенко Н.М. Выбор исходных данных для отслеживания состояния запаса скумбрии *Scomber colias* Центрально-Восточной Атлантики // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Т. 1, № 2. Калининград : АтлантНИРО. С. 140–145.

Исследование динамики состояния запаса скумбрии на шельфе Северо-Западной Африки в последние годы происходит в условиях растущей неопределенности в наборе данных, характеризующих плотность запаса по результатам экспедиционного промысла. Его производительность, при оценке состояния запаса традиционно считавшаяся отражающей динамику такой плотности, во всё большей мере становится обусловленной меняющимися условиями промысла, вынужденного подчиняться вводимым ограничениям. В таких условиях целесообразно дополнять входную информацию новыми рядами данных о запасах. В качестве одного из таких рядов использована последовательность данных о производительности работы флота, на деятельность которого не распространялись упомянутые ограничения. Полезно также использовать варианты реализации когортных программ, в большей степени ориентированные не на реперные ряды показателей плотности запаса, а на зависимость структуры вылова от интенсивности промысла. Это уменьшает значение данных о промысловом усилии в оценке состояния запасов. В качестве одного из таких рядов использована последовательность формируемых на учетных съемках пополнения индексов численности нулевой и первой возрастных групп. Выяснено также, что уменьшить влияние возникшей неопределенности на оценку запаса можно путем введения в расчет нового ряда индексов, получаемых попутно на этих съемках и состоящих из величин, характеризующих численность двухлетних особей в запасах. Введение в настройку когортной программы новых рядов позволяет вдвое уменьшить значение данных о промысловом усилии экспедиционного флота в настройке без ухудшения её качества.

Ключевые слова: Центрально-Восточная Атлантика, скумбрия, состояние запаса, промысел

Timoshenko N.M. Selection of initial data for monitoring the stock state of mackerel *Scomber colias* in the Eastern-Central Atlantic // Trudy AtlantNIRO. 2017. New series. T.1, № 2. Kaliningrad : AtlantNIRO. P. 140–145.

The study of dynamics of the mackerel stock state on the shelf of the Northwest Africa has been carried out in recent years in conditions of growing uncertainty in the data set characterizing the stock density based on results of the expeditionary fishery. Its operation results, traditionally considered to reflect the dynamics of such density when assessing the stock state, are increasingly becoming associated with the changing conditions of fishing which is subjected to the restrictions imposed. In such conditions, it is useful to supplement the input information with the new series of data on the stock. As one such series, a sequence of data on operation results of fishing fleet on activities of which the above limitations did not spread was used. It is also appropriate to use options for implementation of cohort programs, which are more oriented not on the reference series of indicators of the stock density but on dependence of the catch structure on the intensity of fishery.

This reduces the value of the data on fishing effort in stock state assessing. As one of these series, a sequence of abundance indices of zero and the first age groups formed during surveys for recruitment assessment was used. It was also found out that it is possible to minimize the influence of uncertainty arose on stock assessment by introducing a new series of indices obtained in course of these surveys and consisting of values characterizing the abundance of two-year-old specimens in stock into calculation. Introduction of the cohort program of new series into the setting enables to halve the value of data on fishing effort of the expeditionary fleet in the setting without deterioration of its quality.

Key words: Eastern-Central Atlantic, mackerel, state of the stock, fishery

Введение

При всём многообразии ихтиофауны Центрально-Восточной Атлантики (ЦВА) в ее составе непросто найти виды, для которых было бы приемлемым регулирование промысла на базе структурированных по возрасту программ оценки динамики численности. Скумбрия *Scomber colias* Gmelin, 1789 является одним из немногих, для которых это возможно, поскольку накоплен продолжительный и достаточно объективный ряд данных о возрастном составе вылова. Наиболее обоснованно и часто употребляющимся способом настройки соответствующих моделей является сопоставление промежуточных результатов с динамикой производительности лова, которая интерпретируются как эквивалент плотности запаса.

Эта практика, однако, становится всё менее обоснованной на фоне изменений в доступности скумбрии для экспедиционного промысла. Его участие в облове мигрирующей скумбрии в сенегальских водах возможно лишь в отдельные годы. В разных частях ИЭЗ Марокко в разные сезоны стали вводиться меняющиеся по конфигурации закрытые для промысла участки. В ИЭЗ Мавритании в 2014 г. были введены настолько серьезные ограничения, что это даже на время побудило большинство иностранных пользователей отказаться от промысловых операций. Такие изменения, как и эволюция промысловых предпочтений, серьезно сказываются на тактике и, следовательно, на результативности лова. Возникла необходимость поиска информации в дополнение к показателям уловов на усилие (CPUE) в оценке запаса. Не зависящие от состояния запаса тренды в уловах на усилие способны серьезно, хотя и в предсказуемом направлении исказить оценку состояния запаса по продукционным моделям. Искажение ими результатов реализации структурированных по возрасту программ менее существенно, т.к. в этих программах определяющую роль играет сочетание возрастных групп в уловах разных лет. Но по этой причине направление и степень смещения результата, не поддающиеся аналитическому прогнозу, могут быть оценены только эмпирически посредством сравнения некоторого количества оценок состояния запаса. Цель данного сообщения – попытка определения возможностей продолжения оценок состояния запаса скумбрии в новых условиях, опираясь на вовлечение в такие оценки новой доступной информации.

Материал и методика

Для проверки возможности изучения влияния выбранного параметра на результат настройки выбрана программа «Расширенного анализа выживаемости» (XSA), созданная именно для использования в настройке сведений о величине улова на усилие (CPUE) [Shepherd, 1999]. По ней удобнее проследить воздействие производительности лова на результат. В отличие от большинства популярных моделей, здесь оно не маскируется эффектом различия в сепарабельности для разных периодов, а уловы, являющиеся в данном случае наиболее надежным элементом входной информации, трактуются как точные величины. Прогоны XSA реализовывались при следующих условиях: возрастные группы с улавливаемостью, зависимой от плотности запаса – 0–2, с независимой от возраста – 4–6; тип регрессии на силу годовых классов – прогноз-

тическая; процедура «усадки» при подборе значений промысловой смертности использована на пятилетнем временном промежутке для пяти возрастных групп.

В качестве исходных выбраны обобщенные участниками промысла данные о структуре вылова скумбрии, об уловах на усилие и пополнении [FAO WGR, 2015]. Соответственно, полученные выводы относятся только к этому материалу. В качестве дополнительного источника данных о запасе сделана попытка привлечь индексы численности скумбрии в возрасте двух лет. Предполагается, что межгодовая динамика этих индексов тождественна динамике содержания двухлетней рыбы в запасе. Основанием для такого предположения является логика их получения. Схема ориентированной на оценку годовиков учетной съемки, осуществляемой с 2003-го года, построена на базе многолетних данных о распространении в водах Марокко и Мавритании рыб определенного размера. Поскольку длины двухлетней скумбрии и её годовиков существенно совпадают, можно полагать, что степень такого совпадения не имеет существенных межгодовых различий. Расчет величины индексов для возраста 2 делался по той же программе, по которой делается обработка результатов съемок для получения индексов годовиков [Методическое..., 2006].

Результаты и обсуждение

Одним из возможных путей снижения влияния не связанных с состоянием запаса показателей промысла на результат его оценки может быть ограничение акватории, на которой собирались данные. В ЦВА это можно сделать, удалив из многолетнего ряда данных о производительности лова те из них, которые получены к югу от м. Кап-Блан, т.е. из района с наибольшими изменениями условий промысла. Сопоставление измененного таким образом и общего для региона рядов производительности лова, однако, связано с уменьшением количества данных для расчета среднегодовых оценок CPUE. Итогом стало ухудшение интегрального показателя качества настройки по этому показателю (SSQ). Поскольку средний масштабированный вес CPUE в настройке не уменьшился, можно при имеющемся наборе исходных данных считать попытку неудачной.

Другой путь – изменение порога допустимой ошибки при выборе значений промысловой смертности в ходе итерационного приведения их в соответствие со значениями вылова. В процессе «усадки» значений логарифмов улавливаемости к средним величинам программа придает больший вес тому источнику данных, который статистически компактнее. Это достигается заменой «выскакивающих» значений «пороговыми». Уменьшив допустимую ошибку средней величины, к которой «усаживается» терминальная промысловая смертность, можно увеличить в настройке вес комплекта данных о вылове по возрастам и уменьшить значение реперных данных, к которым относится и ряд данных по промысловому усилию.

В качестве его характеристики приняты стандартизированные данные о промысле траулерах типа РТМС. Прогоны программы XSA с разными уровнями допустимой стандартной ошибки приводят к выводу о возможности использования такого варианта. Качество настройки для набора значений промыслового усилия, характеризуемое суммой квадратов отклонений вычисленных величин улавливаемости от заданных (SSQ), меняется при этом незначительно, а влияние производительности лова на настройку снижается (табл. 1).

Таблица 1

Масштабированные веса данных о производительности лова скумбрии судами РТМС в расчете параметров состояния запаса без привлечения индексов пополнения
Weight scaling data on *Scomber colias* fishing efficiency by RTMS vessel type in calculation of the parameters of stock state without using the recruitment indices

Стандартная ошибка «усадки»	Возрастные группы							SSQ
	1	2	3	4	5	6	в среднем	
0,5	0,73	0,82	0,87	0,88	0,84	0,87	0,84	13,2
0,3	0,49	0,63	0,71	0,73	0,66	0,72	0,66	15,7

Еще один способ снижения роли уловов на усилие заключается в обогащении базы настройки новыми рядами индексов. Это можно сделать, включив в анализ полученные на учетных съемках индексы численности нулевой и первой возрастных групп. Происходит снижение влияния производительности лова на настройку без ухудшения ее качества, особенно это выражено в младших возрастах (табл. 2).

Таблица 2

Масштабированные веса данных о производительности лова скумбрии судами РТМС в расчете параметров состояния запаса с привлечением индексов пополнения
Weight scaling data on *Scomber colias* fishing efficiency by RTMS vessel type in calculation of the parameters of stock state using the recruitment indices

Стандартная ошибка «усадки»	Возрастные группы							SSQ
	1	2	3	4	5	6	в среднем	
0,5	0,42	0,45	0,68	0,72	0,68	0,75	0,62	13,1
0,3	0,33	0,39	0,58	0,61	0,54	0,62	0,51	15,0

Целесообразность применения таких индексов оправдывается и растущим относительным содержанием мелкой рыбы в промысловых уловах (табл. 3). Это относится в первую очередь к северной части ареала вида, где промышляют суда прибрежного лова.

Таблица 3

Содержание возрастных групп в вылове скумбрии в ЦВА по массе, %
Content of age groups in the catch of *Scomber colias* in the ECA by mass, %

Период	1992–1996	1997–2001	2002–2006	2007–2011	2012– 2016
Возраст 1	3	3	15	13	23
Возраст 2	14	9	23	30	16

Таблица 4

Индексы численности возрастных групп, коэффициенты их вариации (cv) на учетных съемках в ЦВА и вылов двухлетней скумбрии в водах Марокко в 2003–2016 гг.

Abundance indices of age groups, coefficients of their variation (cv) in the surveys for recruitment assessment in the ECA and catch of two-year-old *Scomber colias* in the waters of Morocco in 2003–2016

Возраст Годы	0		1		2		% индекса южнее м. Кап-Блан	вылов, млн экз.
	индекс	cv	индекс	cv	индекс	cv		
2003	4537	0,73	1024	0,65	150	0,71	2,62	384
2004	3527	0,57	916	0,68	238	1,09	0,04	424
2005	4344	1,09	1403	1,03	534	1,21	0,02	213
2006	1883	0,53	2120	1,56	320	0,52	н.д.	352
2007	1234	0,86	569	1,26	78	1,25	9,56	357
2008	2785	0,77	567	0,67	119	1,63	0,31	1092
2009	2840	1,20	2335	0,98	494	0,89	0,27	1007
2010	*н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	217
2011	7712	2,10	2756	2,32	349	1,18	0,96	749
2012	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	217
2013	868	0,88	737	0,80	153	0,77	н.д.	400
2014	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	574
2015	7502	1,36	3342	0,92	166	1,13	н.д.	325
2016	31964	0,78	2165	0,86	126	1,41	н.д.	347

*н.д. – нет данных

В годы проведения съемок рыба в возрасте до трех лет составляла около половины вылова по массе, поэтому кажется приемлемым использование в настройке индекса численности двухгодовиков на съемках пополнения, осуществляемых в конце года. Это, например, пойманная в 2002 г. скумбрия, сезон выклева которой завершился к июлю 2000 г. По результатам съемок пополнения установлено, что индексы нулевой и первой возрастных групп практически полностью формируются в водах Марокко. По мере взросления скумбрия из этих вод мигрирует к югу [Тимошенко, Проваторова, 1999], поэтому перед использованием в расчетах индексов двухлетней рыбы следует составить представление о её пространственном распределении на съемках. Как следует из табл. 4, в некоторых случаях, а именно при низком индексе на юге его относительная величина может увеличиваться. Однако она составляет незначительную часть общего индекса. Заметна связь индексов двухгодовиков с интенсивностью вылова – их величина возрастает, если в течение года вылов снижается. Это отражает зависимость индексов не только от мощности генераций, но и от промысловой смертности, оценка которой является целью XSA.

Статистические характеристики индексов двухлетней скумбрии не хуже, чем у годовиков и 0-группы. Значения коэффициентов вариации вписываются в диапазон, считающийся приемлемым на учетных съемках [Ullang, 1977]. Сопоставление динамики индексов трех возрастов на съемках убеждает в отсутствии «годовых эффектов» и, следовательно, повышает доверие к индексам. Результаты прогонов XSA с применением таких индексов в качестве дополнительных к рядам индексов пополнения и уловов на усилие при аналогичных параметрах настройки убеждают в возможности их использования (табл. 5). Введение в расчет индексов пополнения снижает SSQ для этих групп с 1,2 до 0,7, т.к. модули остатков логарифмов улавливаемости во всех случаях уменьшаются (рисунок). При этом происходит дальнейшее снижение роли уловов на усилие в оценке состояния запаса.

Таблица 5

Масштабированные веса данных о производительности лова скумбрии траулерами РТМС в расчете параметров состояния запаса с привлечением индексов трех возрастных групп, данных о промысловом усилии РТМС и судов прибрежного лова.

Стандартная ошибка «усадки» по промысловой смертности 0,3

Weight scaling data on efficiency of *Scomber colias* fishing by RTMS trawlers in calculation of the parameters of stock state using the indices of three age groups, data on fishing effort of RTMS and the vessels engaged in coastal fishing. Standard error of «shrinkage» by fishing mortality 0.3

Ряды для настройки	Возрастные группы							SSQ
	1	2	3	4	5	6	в среднем	
CPUE РТМС; индексы трех возрастных групп	0,33	0,39	0,48	0,51	0,54	0,54	0,47	15,0
CPUE РТМС; CPUE прибрежного лова; индексы трех возрастных групп	0,32	0,32	0,37	0,36	0,35	0,39	0,35	13,6

В регионе существует и местный промысел скумбрии. Его зарегистрированная производительность достаточно вариабельна, но может быть полезной в настройке, поскольку характеризует плотность популяции на недоступных для РТМС участках. Применение этих данных в качестве пятого настроечного ряда помогает еще больше снизить зависимость результата от показателей работы экспедиционного промысла (табл. 5). Для некоторых лет имеются гидроакустические оценки биомассы, но XSA игнорирует этот ряд данных, не находя в них источника для формирования единого для всех лет рисунка улавливаемости. Таким образом, из имеющегося набора данных в условиях снижения репрезентативности CPUE индексы съемок пополнения оказываются наиболее полезным источником настройки когортных программ.

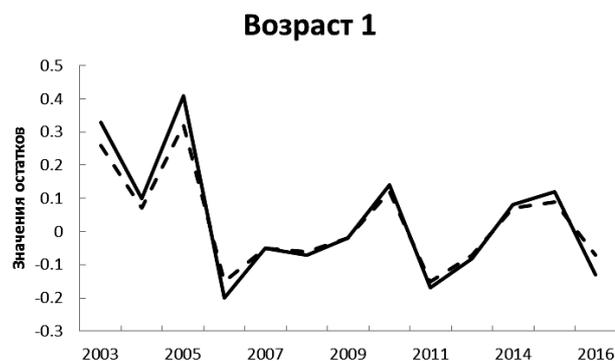
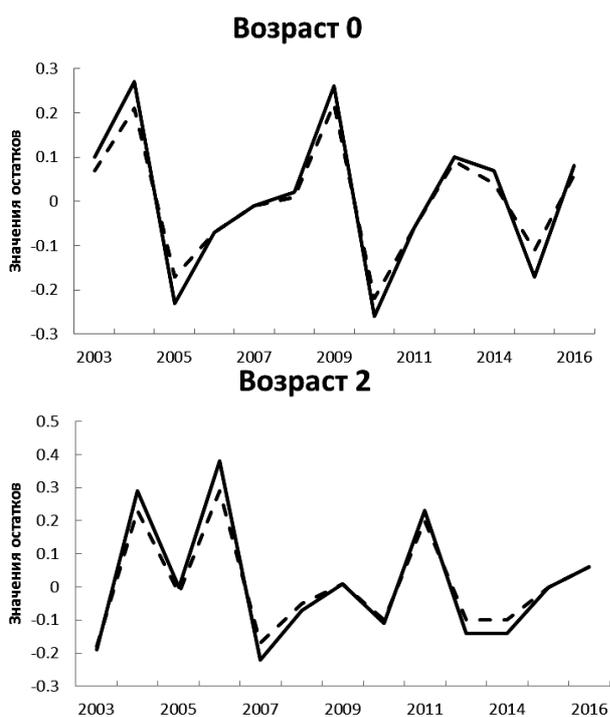


Рисунок. Остатки логарифмов значений улавливаемости пополняющих возрастных групп, рассчитанные XSA по двум источникам настройки: сплошная линия – ряд CPUE; пунктирная линия – ряд CPUE и ряды индексов учетных съемок для возрастных групп 0–2. Допустимая ошибка «усадки» по промысловой смертности 0,3
 Figure. Remainders of values logarithms of recruiting age groups catchability calculated using XSA based on two setting sources: full line – CPUE series; dotted line – CPUE series and series of indices obtained in the surveys for recruitment assessment for 0–2 age groups. Tolerable error of «shrinkage» by fishing mortality 0.3

Список литературы

Методическое руководство по планированию и проведению морских экспедиционных исследований состояния запасов промысловых гидробионтов в Атлантическом океане, Юго-восточной части Тихого океана и в Балтийском море. Калининград, 2006. 182 с.

Тимошенко Н.М., Провоторова А.Н. Механизм приспособления молоди скумбрии к особенностям динамики вод Канарского апвеллинга // Рыбохозяйственные исследования Мирового океана: Труды Междунар. науч. конф.: тез. докл., Владивосток 27–29 сент., 1999 г. 1999. Т. 1. С. 165–166.

(FAO WGR, 2015) Report of the FAO WORKING GROUP ON THE ASSESSMENT OF SMALL PELAGIC FISH OFF NORTHWEST AFRICA Casablanca, Morocco, from 20 to 25 July 2015/ Электронный ресурс: ftp://ftp.fao.org/fi/document/cecaf/cecaf_SSC7/Ref4b.pdf

Shepherd J.G. Extended survivors analysis: An improved method for the analyses of catch-at-age data and abundance indices // ICES J. Mar. Sci., 1999. Vol. 56. P.160–167.

Ullang Ø. Methods of measuring stock abundance other than the use of commercial catch and effort data // [FAO Fisheries Technical Paper](#), 1977, № 176. 23 p.