

УДК 639.2.053.7 (262.5+262.54)

Шляхов В.А.¹, Шляхова О. В.², Пятинский М.М.³

1 – канд. биол. наук, зав. сектором математического моделирования Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ», доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2 – старший научн. сотр. сектора математического моделирования

Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ», 2 – научный сотр. сектора математического моделирования Керченского филиала («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ МОРСКИХ БИОРЕСУРСОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ БАССЕЙНЕ В 2014-2017 ГГ. И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕКОМЕНДОВАННЫХ ОБЪЕМОВ ВЫЛОВА

Аннотация. Дан обзор методов оценки запасов приоритетных и важных видов водных биоресурсов Черного и Азовского морей, использованных ЮгНИРО / Керченским филиалом («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» в 2014-2017 гг., описаны особенности применения аналитических методов оценивания. Приведено сравнение результатов расчета численности и биомассы шпрота в российских водах Черного моря методом когортного анализа Джонса (LCA) и на динамических продукционных моделях (прикладная программа COMBI).

Ключевые слова: шпрот, методы оценки запасов, когортный анализ, продукционные модели, Черное и Азовское моря

Abstract. Stock assessment methods for the high-priority marine biological resources, applied in YugNIRO (currently Kerch Branch (“YugNIRO”) FSBSI AzNIIRKH) in 2014-2017, are reviewed. Application features of the analytical estimation methods are described. Results of calculation of the sprat abundance and biomass in the Russian zone of the Black Sea by means of Jones’ length-cohort analysis (LCA) and the one based on the dynamic production models (COMBI application) are compared.

Key words: sprat, stock assessment methods, cohort analysis, production models, the Black Sea and the Sea of Azov

Введение. Одной из основных задач российской рыбохозяйственной науки является разработка рекомендаций для рыбной отрасли, направленных на обеспечение устойчивого развития отечественного рыболовства. Важной составляющей таких рекомендаций является оценка запасов водных биоресурсов (ВБР) и обоснований к установлению общих допустимых уловов (ОДУ) или рекомендованных объемов вылова (РВ) ВБР на предстоящий год. В соответствии с Приказом Росрыболовства от 06.02.2015 г. № 105 (далее – «Приказ № 105»), подведомственные ему Федеральные государственные бюджетные научные учреждения при подготовке материалов, обосновывающих ОДУ ВБР, обязаны соблюдать требования к процедуре расчета запаса, изложенные в приложении 1 к Приказу № 105. Хотя в Черном и Азовском

морях под действие приказа формально попадают только два вида ВБР (русский осетр и севрюга), при разработке материалов к обоснованию РВ и важных морских видов ВБР Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, специалисты ФГБНУ «ЮгНИРО» (2015-2016 гг.), затем филиала ФГБНУ «АзНИИРХ» (с 2017 г.), руководствовались ключевыми положениями упомянутого приложения к Приказу № 105.

В данной работе дан обзор аналитических методов оценки запасов и ОДУ (РВ), использовавшихся ЮгНИРО/Керченским филиалом («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» в 2014-2017 гг. Помимо ознакомительного характера настоящей работы, ее цель состоит в описании особенностей применения аналитических методов оценивания по отношению к морским запасам промысловых рыб Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна. Работа предназначена для специалистов в области оценки запасов водных биоресурсов, а также для студентов старших курсов и аспирантов ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Согласно Приказу № 105, выбор базовых методов количественной оценки и анализа состояния запаса конкретного вида ВБР зависит от структуры и качества доступной информации. Выделяются три уровня информационного обеспечения оценивания:

1-й уровень. Доступная информация достаточна для проведения всестороннего аналитического оценивания состояния запаса и прогнозирования ОДУ (РВ) посредством структурированных (когортных) моделей эксплуатируемого запаса. Она включает исторические ряды возрастного состава, уловов, уловов на единицу промыслового усилия, темпа весового роста и полового созревания, средние значения коэффициента естественной смертности по годам и возрастным группам.

2-й уровень. Доступная информация обеспечивает проведение ограниченного аналитического оценивания состояния запаса и прогнозирования ОДУ (РВ) посредством продукционных моделей

эксплуатируемого запаса. Состав информации на данном уровне представляет собой исторические ряды уловов и уловов на единицу промыслового усилия (или промысловых усилий).

3-й уровень. Доступная информация не позволяет производить аналитическое оценивание эксплуатируемого запаса. Обоснование ОДУ (РВ) строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах, применяемых в случае дефицита доступной информации.

Очевидно, что приведенная выше градация информационного обеспечения не всеобъемлющая по отношению к методам оценки запасов, все многообразие которых сведено к когортным моделям, структурированным по возрастным группам (1-й уровень), неструктурированным продукционным моделям (2-й уровень), всем прочим методам неаналитического оценивания (3-й уровень). Примером тому являются выпавшие из схемы когортные модели типа LCA (Length Cohort Analysis, LCA), структурированные по группам длины, позволяющие проводить, как минимум, ограниченное аналитическое оценивание.

К приоритетным видам, на которые устанавливается ОДУ, Росрыболовство относит русского осетра и севрюгу. Исходя из объемов добычи (вылова) водных биоресурсов и их социальной значимости, к важным видам ВБР, на которые устанавливается РВ, Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» относит следующие виды/группы видов:

- шпрота, черноморского калкана, акулу катран и смариду, добываемых в Черном море;
- тюльку, бычков и пиленгаса, добываемых в Азовском море;
- хамсу, ставриду, барабулю, кефаль, атерину и рапану, добываемых в Азовском и Черном морях.

Среди перечисленных видов ВБР наиболее высокую информационную обеспеченность, соответствующую первому уровню, имеют шпрот, камбала-калкан (черноморская), бычки (азовские) и хамса (азовский подвид).

Информационная обеспеченность данными о смариде, пиленгасу, ставриде, барабуле, кефали и атерине может быть отнесена к второму уровню, а о русском осетре, севрюге, тюльке и рапане – третьему уровню. Для 10 из 15 приоритетных и важных видов ВБР имеющейся информации достаточно для аналитического оценивания запасов в российских водах Черного моря и в Азовском море (табл. 1) при допущении, что в них распределяется и облавливается весь оцениваемый запас или же его большая часть.

Таблица 1 – Сведения о методах оценки запасов и ОДУ (РВ), использованных ЮгНИРО/Керченским филиалом («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» для приоритетных и важных видов водных биоресурсов Черного и Азовского морей в 2014-2017 гг.

№ пп.	Вид ВБР	Аналитические методы		Неаналитические методы	
		СОМВИ	LCA	Метод площадей по данным учетных съемок*	Экспертные оценки на основе региональных аналитических оценок международных организаций
1	Осетр русский	-	-	+ (ТС)	-
2	Севрюга	-	-	+ (ТС)	-
3	Шпрот	+	-	-	-
4	Камбала-калкан (черноморская)	+	+	-	-
5	Акула катран	-	-	-	+
6	Смарида	-	+	+ (ТС)	-
7	Тюлька	-	-	+ (ЛС)	-
8	Бычки (азовские)	+	-	+ (ТС)	-
9	Пиленгас	-	+	-	-
10	Хамса	+	+	+ (ЛС)	+
11	Ставрида	-	+	-	-
12	Барабуля	-	+	-	-
13	Кефали	-	+	-	-
14	Атерина	-	+	-	-
15	Рапана	-	-	+ (ВС)	-

* учетные съемки: ТС – траловая, ЛС – лампарная, ВС – водолазная съемка

К русскому осетру и севрюге применить аналитическое оценивание невозможно по причине отсутствия их промысла с 2000 г., а по отношению к акуле катран – оно некорректно из-за отсутствия локальных запасов в российских водах. Структурированные по возрастным группам когортные модели для оценки запасов шпрота, камбалы-калкан, бычков и азовской хамсы в 2014-2017 гг. не применялись, хотя исходные данные для этого имелись. Причина состояла или в крайне малом объеме возрастных определений в отдельные годы (камбала-калкан), или же в трудностях, возникших при формировании исторических объединенных рядов возрастного состава вылова, в особенности относящихся к периоду до 2014-2015 гг., когда ЮгНИРО и АзНИИРХ проводили автономные, не скоординированные исследования в морских водах, прилегающих к Крыму, побережью Краснодарского края и Ростовской области. Формирование же аналогичных рядов вылова, структурированных по длине рыб, было значительно проще из-за идентичности методик сбора и обработки полевых материалов, и такие ряды оказались значительно представительнее ввиду большего объема данных. Анализ сформированных исторических объединенных рядов уловов на единицу промыслового усилия и промысловых усилий, несмотря на некоторые различия в структуре рыболовного флота, работавшего у берегов Крыма и Кубани, показал их приемлемость для использования в динамических продукционных моделях [Шляхов, Петренко и др., 2017; Шляхов, Шляхова и др., 2017].

Ниже рассмотрены особенности применения аналитических методов оценивания запасов по отношению к упомянутым выше морским видам ВБР Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна.

Когортный анализ Джонса (LCA). По результатам анализа полноты и качества всей доступной промыслово-биологической информации, для оценки запасов шпрота, камбалы-калкан, смарида, пиленгаса, ставриды, барабули, кефали и атерины, из аналитических методов наиболее подходит анализ когорт длины, впервые предложенный Р. Джонсом [Jones, 1981]. Этот метод с 2006 г.

по настоящее время ежегодно применяется ЮгНИРО/Керченским филиалом («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ».

Алгоритм расчета численности и промысловой смертности для метода Джонса приведен в методических рекомендациях ВНИРО [Бабаян и др., 1984]. Входными данными метода являются: структурированный по размерам и усредненный за ряд лет промысловый поштучный вылов, средняя масса особей по группам длины, мгновенный коэффициент естественной смертности, асимптотическая длина L_{∞} и коэффициент роста (катаболизма) k в уравнении Берталанфи, отношение промысловой к общей смертности (F/Z) или численность последней размерной группы (N_n).

Более чем десятилетний опыт использования метода Джонса (далее – LCA) позволил внести в него некоторые модификации, позволяющие адаптировать его применение к черноморским и азовским популяциям промысловых рыб.

Согласно вышеупомянутым рекомендациям, усреднение данных о размерном составе уловов желательно производить за как можно больший промежуток времени, но это, по существу, сводит реальную ситуацию к уравновешенной. Чтобы получить представление о динамике запаса методом LCA, входные данные предложено усреднять по периодам лет, при этом период усреднения подбирается таким образом, чтобы он был сопоставим с продолжительностью периода, в течение которого поколение исследуемого вида ВБР подвергается основному промысловому воздействию. У короткоцикловых и некоторых средне цикловых видов рыб (шпрота, смариды, ставриды, барабули и атерины) – это 2 года, у кефали (сингиль) и пиленгаса – 3, а у камбалы-калкан – 4 года.

Такая методическая особенность нашего подхода к LCA-оцениванию на примере черноморского калкана была подвергнута экспертизе и одобрена Субрегиональной группой по оценке запасов в Черном море при Генеральной

Комиссии по рыболовству в Средиземном море (SGSA BS GFCM) [Shlyakhov, 2014].

Другие особенности расчетов LCA азово-черноморских рыб состоят следующем:

1. Для азово-черноморских видов рыб отсутствуют данные, позволяющие оценить численность самой старшей (последней) размерной группы N_n или же отношение F_n/Z . Поэтому изменен способ задания начальной численности самой старшей (последней) размерной группы N_n . Вместо рекомендованного методикой ВНИРО [Бабаян и др., 1984] выражения

$$N_n = C_n / (F/Z)_n, \quad (1)$$

где C_n – улов последней размерной группы в единицах численности;

F – мгновенный коэффициент промысловой смертности;

Z – мгновенный коэффициент общей смертности группы;

n – индекс последней размерной группы,

используется

$$N_n = C_n / [F_{0.1} / (M + F_{0.1})]. \quad (2)$$

Такой способ вместо неизвестной величины F_n позволяет использовать без особых проблем вычисляемое значение $F_{0.1}$, что, возможно, дает некоторое занижение итоговой расчетной величины запаса, поскольку наиболее крупный шпрот преимущественно распределяется у свала глубин и практически не облавливается [Шляхов, Шляхова, 2011].

2. Поскольку в рабочих группах международных организаций принято оценивание черноморского шпрота различными методами виртуально-популяционного анализа, структурированного по возрастным группам когортного с использованием отдельных оценок естественной смертности на первом году жизни – в возрасте 0 лет (M_0) и в возрастах 1-5 лет (M_{1-5}) [STECF, 2013], LCA по отношению к шпроту нами был соответствующим образом модифицирован. В методике ВНИРО расчеты коэффициентов X_i , входящих в преобразованное основное уравнение когортного анализа [Бабаян и др., 1984], производятся при постоянном для всех групп длины значении естественной смертности M :

$$X_i = \left(\frac{L_\infty - L_i}{L_\infty - L_{i+1}} \right)^{\frac{M}{2k}}, \quad (3)$$

где L_∞ и k – параметры уравнения Бергаланфи;

M – коэффициент естественной смертности (мгновенный);

i – индекс размерной группы,

В нашей практике оценивания запаса шпрота, в выражение (3) подставляются различные значения естественной смертности: для рыб длиной 6,5 см и менее используется коэффициент $M_{5,6-6,5}$, соответствующий возрасту 0, и $M_{6,6-11,0}$ – для особей крупнее 6,5 см, которые в возрасте 1-5 лет входят в состав нерестовой популяции.

3. Параметры уравнения роста Бергаланфи L_∞ и k в используемой нами версии LCA являются важными входными данными, определяющими интервалы времени Δt , за которые рыба вырастает от нижней до верхней границы размерных диапазонов (ΔL_i). Их изменения влияют на оценки коэффициента X_i в (3) и на конечный результат оценки запаса. L_∞ и k морских

рыб могут изменяться по годам и периодам лет сообразно состоянию их кормовой базы.

В 2010-2016 гг. у берегов Крыма и в северно-западной части Черного моря у берегов Украины, согласно опубликованным отчетам Рабочей группы по Черному морю Научного, технического и экономического комитета Еврокомиссии [STECF, 2010; STECF, 2013; STECF, 2014; STECF, 2017], межгодовые изменения значений L_{∞} и k у шпрота в северо-западной части Черного моря (в т.ч. у крымского побережья) варьировали в пределах 10,75 – 12,42 см и 0,286 – 0,360, соответственно. Расчеты показывают, что изменение во входных данных LCA асимптотической длины L_{∞} на 10%, может приводить к более чем 20%-ным изменениям итоговой оценки запаса шпрота. Очевидно, что такие изменения нужно учитывать, и это без проблем осуществляется для черноморского шпрота и камбалы-калкан при описанном выше способе применения LCA с усреднением входных данных по 2-4-летним периодам.

Метод LCA позволяет оценивать только текущую величину запаса и промысловой смертности. В качестве примера приведем входные данные и результаты оценки текущего запаса шпрота (табл. 2).

Дальнейшее прогнозирование ОДУ (РВ) на основе оценки численности и биомассы в текущем (терминальном) году по LCA, представляло собой прямой расчет возрастных когорт на два года вперед от терминальных значений. При этом было принято относить текущие оценки запаса к концу периодов усреднения входных данных. Например, у шпрота при диапазоне усреднения входных данных за 2013-2014 гг., полученная оценка запаса относилась к 2014 г., за 2014-2015 г. – к 2015 г. и т.д. Следует отметить, что прямой расчет для прогнозирования запаса с большей заблаговременностью чем 2 года обычно не применяют.

Динамические производственные модели (COMBI 3.0 и COMBI 4.0).
Оценивание ориентиров управления, биомассы запаса, обоснование ПРП и ОДУ (РВ) рыб Черного и Азовского морей посредством прикладной программы

ВНИРО СОМВИ [Бабаян и др., 2011] производится ЮгНИРО/Керченским филиалом («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ» производится с 2016 г.

Таблица 2 – Входные данные (вылов C в тыс. шт., средняя масса особей $w_{cp.}$ в г, параметры уравнения Бергаланфи L_{∞} в см и k и естественная смертность M) и результат оценки запаса (B , т) шпрота методом LCA в водах Черного моря, прилегающих к побережью Крыма и Кубани, в 2014-2017 гг.

Группы длины (см) и параметры популяции	Период усреднения, лет											
	2013-2014			2014-2015			2015-2016			2016-2017		
	C , тыс. шт.	$w_{cp.}$, г	B , т	C , тыс. шт.	$w_{cp.}$, г	B , т	C , тыс. шт.	$w_{cp.}$, г	B , т	C , тыс. шт.	$w_{cp.}$, г	B , т
5,6-6,0	1027	1,4	56004	697	1,3	66010	1543	1,3	74018	2182	1,3	34126
6,1-6,5	2070	1,8	41342	1635	1,8	65533	2214	1,9	74437	2596	1,8	27643
6,6-7,0	2989	2,3	28067	2746	2,2	52985	1918	2,3	55333	2012	2,2	17784
7,1-7,5	2046	2,7	16954	2634	2,6	42051	1863	2,8	45885	1235	2,7	12012
7,6-8,0	929	3,3	8775	1991	3,2	30101	1790	3,4	35091	665	3,4	7233
8,1-8,5	379	4,0	3999	1246	3,9	19372	1283	4,1	23422	358	4,1	3920
8,6-9,0	108	4,6	1526	611	4,6	10813	660	4,7	12784	130	5,3	1785
9,1-9,5	32	5,5	603	221	5,5	5540	241	5,3	6225	44	5,7	620
9,6-10,0	3	6,6	232	88	6,7	2855	94	6,1	2968	9	6,7	186
10,1-10,5	1	8,2	116	23	8,0	1272	22	7,5	1283	1	7,7	58
10,6-11,0	1	10,3	45	23	9,7	533	23	9,8	515	1	10,0	25
$\Sigma_{5,6-11,0}$	9586	-	157664	11914	-	297065	11652	-	331959	9232	-	105392
L_{∞}	12,33			12,4			12,08			12,08		
k	0,34			0,286			0,27			0,27		
$M_{5,6-6,5} (M_0)$	2,06			1,22			1,24			1,24		
$M_{6,6-11,0} (M_{1-5})$	1,20			0,86			0,78			0,78		

В третьей и четвертой версиях СОМВИ это оценивание реализовано на основе динамических продукционных моделей Шефера [Schaefer, 1954], Фокса [Fox, 1970] и Пелла–Томлинсона [Pella-Tomlinson, 1969]. Основное отличие четвертой от третьей версии программы заключается в реализованной в СОМВИ 4.0 взаимодействии с программной средой R, средствами которой осуществляется выполнение дополнительных опций программы, таких как «Анализ целевой функции», «Оптимизация ПРП» и др.

Поскольку программой предусмотрены все необходимые этапы обоснования величины ОДУ (РВ) согласно Приказу № 104, включая оценку качества исходных данных, определение вида модели, используемой для анализа состояния и динамики исследуемой системы «запас–промысел», оценку эффективности принятой схемы управления и прогнозирование биомассы запаса и улова с заданной заблаговременностью, COMBI является альтернативным по отношению к LCA методом оценивания запасов ВБР, когда информационное обеспечение обоснования прогноза ОДУ соответствует 2-му уровню.

Входными данными COMBI являются временные ряды уловов на единицу промыслового усилия, промысловых усилий и величин общего вылова от анализируемой единицы запаса, отнесенных к соответствующему году наблюдений. Условие применимости программы состоит в наличии отрицательной связи между величиной промыслового усилия и уловом на единицу промыслового усилия, и это условие оказалось выполнимым для четырех вышеуказанных видов рыб Черного и Азовского морей (см. табл. 1). Важным условием также является получение непрерывных, достаточно длинных (желательно более 15 лет) временных рядов уловов на единицу промыслового усилия ($U = f(t)$) или величины промыслового усилия ($E = f(t)$).

Для шпрота и черноморского калкана ряды входных данных построены на основе оценок среднегодовых U в т/час траления и в т/10 сетей за 2000-2017 гг., для азовской хамсы и бычков – ряды на основе оценок среднегодового числа промысловых судов E соответственно за период 2000-2013 и 2004-2014 гг. Длинные временные ряды у шпрота и калкана позволили осуществлять выбор продукционной модели и последующий расчет, целиком ориентируясь на указания, содержащиеся в инструкциях разработчиков COMBI 4.0 по использованию этой программы.

В ходе работы с короткими рядами данных для хамсы и бычков, выяснилось, что рекомендованный разработчиками выбор между моделями по

минимальному значению целевой функции L зачастую или технически невозможен, или же дает нереальные оценки биомассы запаса и вылова на прогнозе. Поэтому пришлось разработать и использовать дополнительный критерий выбора одной из трех продукционных моделей и способов ее параметризации. В качестве главного критерия выбора была принята наилучшая согласованность прогнозных оценок запаса и вылова хамсы и бычков по COMBI 3.0 соответствующим оценкам их величин, установленным Российско-Украинской комиссией по вопросам рыболовства в Азовском море. Этот критерий характеризуется минимальным значением суммы стандартных отклонений для запаса (2005–2016 гг.) и вылова (2014–2016 гг.). Подробное описание применения критерия согласованности дано в публикации [Шляхов, Петренко и др., 2017] и в настоящей работе не приводится.

В отличие от LCA, программа COMBI, помимо текущего запаса, оценивает ОДУ (РВ) и ориентиры управления для заданного прогнозного горизонта, глубина которого по умолчанию равна 5 годам, но при необходимости может быть увеличена. Результаты оценивания выдаются в графической и текстовой формах. Пример графического представления оценок биомассы запаса и РВ шпрота приведен на рис. 1.

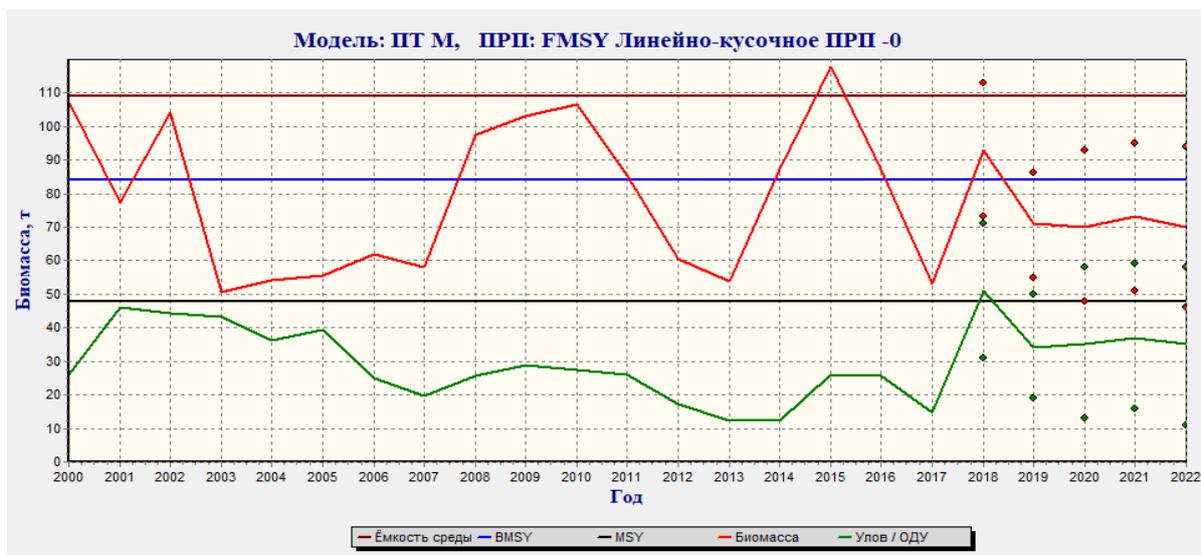


Рисунок 1 – Биомасса запаса и улов шпрота в Черном море у берегов Крыма и Кубани в 2000-2017 гг. и прогноз на 2018-2022 гг. (программа COMBI 4.0)

Сопоставление результатов текущих и прогнозных оценок запаса шпрота по COMBI 4.0 и на основе LCA представлено на рис. 2. Как видно на диаграмме, расчетные оценки текущего запаса существенно расходятся, особенно большое расхождение наблюдается для 2015-2016 гг., в которых они сильно различаются не только по абсолютной величине, но и по вектору годовых изменений. Причины такого расхождения отчасти понятны – в LCA запас является функцией вылова и его структуры, тогда как в динамических производственных моделях расчетная величина запаса зависит от величины вылова и от уловов на единицу промысловых усилий.

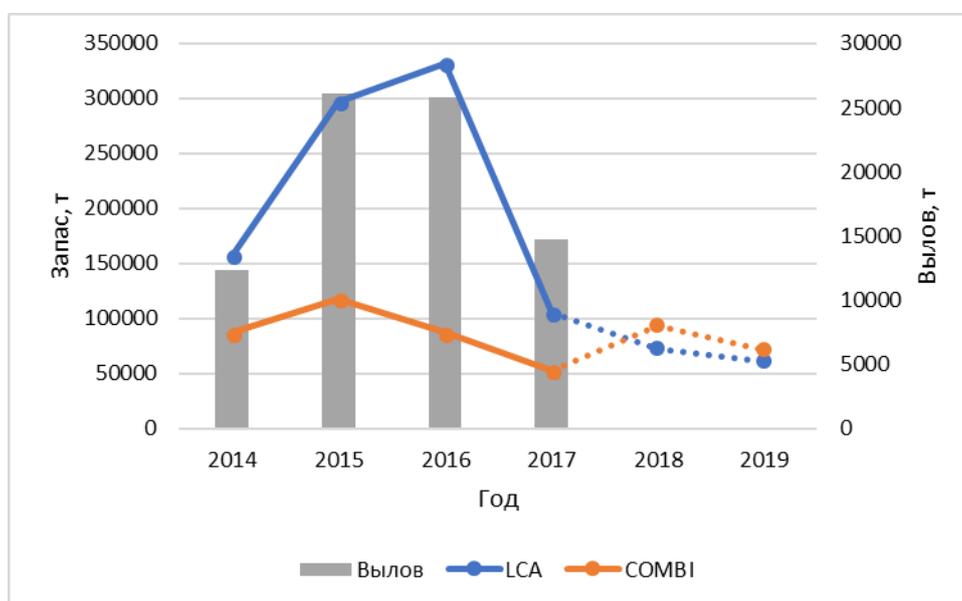


Рисунок 2 – Фактический вылов шпрота и результаты аналитических оценок его запаса в Черном море у берегов Крыма и Кубани в 2014-2019 гг. (текущий запас дан сплошной линией, прогнозируемый – пунктиром)

При этом вылов шпрота в принятой нами версии LCA усредняется по смежным годам, следовательно, его максимум приходится на 2016 год, в котором усреднены два самых высоких годовых улова – в 2015 и 2016 гг. Годовой же ход динамики запаса по COMBI 4.0 следует за годовыми

изменениями фактического вылова и среднегодового улова на единицу промыслового усилия шпрота, максимумы которых выпадают на 2015 г.

Сложнее объяснить причину расхождений по абсолютным значениям рассчитанной биомассы. Возможно, она связана с качеством исходной информации о среднегодовых уловах U , являющихся входными данными в СОМВІ. При формировании исторических рядов по уловам на единицу промысловых усилий, мы использовали разнокачественную информацию – суточные сообщения Штаба путины о средних уловах шпрота за траление по типам промысловых судов у берегов Крыма (до середины 2000-х годов), соответствующие данные морских экспедиций ЮгНИРО и АзНИИРХ в Черное море (до 2014 г.) и данные научных наблюдателей при мониторинге тралового промысла непосредственно в море, с борта промысловых судов (2000-2017 гг.).

Как указывают разработчики в инструкции по применению этой программы, качество входных данных во многом определяет адекватность результирующих оценок ОДУ (РВ). При подготовке данных для анализа разработчики рекомендуют проводить предварительную стандартизацию уловов на единицу промыслового усилия для исключения факторов, не связанных с величиной запаса. Процедура стандартизации обычно реализуется с помощью методов, использующих анализ очень детализированной информации с промысла (по каждому промысловому судну), и в настоящее время не может быть реализована из-за отсутствия необходимых для нее данных.

В то же время, сопоставление прогнозных оценок запаса шпрота в 2018-2019 гг. на базе LCA и по СОМВІ 4.0, демонстрирует их удовлетворительную согласованность как по абсолютной величине, так и по направленности годовых изменений (см. рис. 2): прогнозный запас по когортной модели попадает внутрь доверительного интервала запаса по СОМВІ (на рис. 1 он указан красными точками) с 90%-ной вероятностью, и для обоих методов прогнозирования запас уменьшается от 2018 к 2019 году.

Принимая во внимание более высокие возможности SOMBI, в сравнении с LCA, в обосновании ОДУ (РВ) водных биоресурсов и ориентируясь на Приказ № 105, в нашей практике применения аналитического оценивания шпрота и черноморского калкана, оценки запасов и вылова в прогнозируемом периоде, полученные на SOMBI, считались базовыми. Но это не исключало целесообразность параллельного моделирования на LCA, поскольку данный метод позволял рассчитывать в ретроспективном периоде такие важные характеристики запаса, как пред-пополнение, пополнение, промысловую смертность и их динамику.

В заключение изложим наше видение перспектив развития аналитических методов оценки запасов в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. В 2014-2017 гг. аналитическое оценивание осуществлялось для 10 приоритетных и важных видов водных биоресурсов Черного и Азовского морей. После проведения работ по оценке параметров уравнения Берталанфи и коэффициентов естественной смертности, их количество может быть увеличено до 12 за счет вовлечения азовской тюльки и рапаны в число видов, для которых станет возможным использование метода LCA.

Полное отсутствие в практике применения в 2014-2017 гг. структурированных по возрастным группам когортных моделей при наличии достаточной информационной обеспеченности является ненормальным. Если удастся преодолеть указанные в начале нашей статьи трудности в формировании исторических рядов возрастного состава вылова для морских вод, прилегающих к побережью Крыма, Ростовской области и Краснодарского края, этот пробел будет заполнен.

В перспективе имеются возможности для улучшения качества оценок на базе динамических продукционных моделей. Исходная информация для стандартизации данных судового промысла шпрота и некоторых других морских рыб, может быть получена посредством системы ПК «Аналитика», разработанной ФГБНУ «ЦСМС». Она представляет собой базу данных и

интерфейс взаимодействия с ней. В базу данных вносятся суточные донесения промысловых судов о видах ВБР в уловах, географические координаты судна, орудие лова и т.д. Собранные системой данные позволяют сгенерировать результирующие отчеты по установленным формам промысловой отчетности.

В настоящее время в системе ПК «Аналитика» находится информация, собранная с 2017 г., поэтому она используется в ФГБНУ «АзНИИРХ» только как инструмент для первоначального накопления данных и анализа величин уловов и промысловых усилий за короткий промежуток времени. В рамках проекта «Биостатистика» (ФГБНУ «АзНИИРХ») на 2019-2020 гг. запланирована разработка программного обеспечения для взаимодействия и анализа данных ПК «Аналитика». По мере накопления данных, через 7-10 лет станет возможной стандартизация уловов на единицу промысловых усилий, что улучшит качество оценок состояния запасов и промысла азово-черноморских рыб на динамических продукционных моделях. Стандартизированные уловы на усилие также смогут использоваться для настройки структурированных по возрастным группам когортных моделей.

Список использованной литературы

1. Шляхов В.А., Петренко О.А., Надолинский В.П., Александрова У. Н. Об использовании динамических продукционных моделей (прикладной программы COMBI 3.0) для обоснования объемов рекомендованного вылова азовской хамсы и бычков // Вопросы рыболовства Т. 18, №2, 2017, С. 249-258.
2. Шляхов В.А., Шляхова О.В., Надолинский В.П., Первалов О.А. Промыслово-биологические показатели российского рыболовства для важнейших распределенных запасов водных биоресурсов Черного моря в 2015-2016годах и в ретроспективном периоде. // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: Матер. IX Междунар. конф. (г. Керчь, 6 октября 2017 г.). – Керчь: Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ, 2017 – с. 24-38. URL: <http://www.oceandocs.org/handle/1834/11037> (Дата обращения 20.05.2018).
3. Jones R. The use of length composition data in fish stock assessments. FAO Fish Circ., 1981, No 734, 55 p.
4. Бабаян В. К., Булгакова Т. И., Бородин Р. Г., Ефимов Ю. Н. Методические рекомендации. Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб / М: ВНИРО, 1984. – 154 с.
5. Shlyakhov V. Fisheries and biological information and the stock assessment of turbot *Psetta maxima maeotica* (Pallas) in Ukrainian waters of the Black Sea // Труды ЮгНИРО. Т. 52. Керчь: ЮгНИРО, 2014. – С. 24-45.

6. Шляхов В. А., Шляхова О. В. Динамика структуры траловых уловов шпрота на украинском шельфе Черного моря и воздействие на нее природных факторов и рыболовства // Труды ЮгНИРО. – Т. 49. – Керчь: ЮгНИРО, 2011. – С. 12-33.
7. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – Black Sea Assessments (STECF-14-14) – D. Sampson, A. Charef, G. C. Osio. EUR 25309 EN, JRC 85367. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013, 429 pp.
8. Daskalov G., Gümüş A., Maximov, V. Panayotova M., Radu G., Raykov V., Shlyakhov V., Zengin M., Rätz H.-J., Scott R., Druon J.-N. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. Review of scientific advice for 2010 - part 3b. Advice on Stocks of Interest to the European Community in the Black Sea. EUR – Scientific and Technical Research series. Joint Research Centre – ISSN 1831-9424. 2010, 167 pp. URL: <http://stecf.jrc.ec.europa.eu> (accessed at 20.05.2018)
9. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – Black Sea Assessments (STECF-14-14) – D. Sampson, D. Damalas, G. C. Osio. EUR 26896 EN, JRC 92436. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014, 421 pp.
10. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – Stock assessments in the Black Sea (STECF-17-14). M. Cardinale, J.-N. Druon, A. Mannini. (Eds.). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017, no. 10, 498 p.
11. Бабаян В.К., Антонов И.Н., Михайлов А.И. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2011615622. // Реестр программ для ЭВМ. Программный комплекс «Combi». Роспатент. 2011.
12. Schaefer M.B. Some aspects of dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries // Bull. Intern. Amer. Trop. Tuna Comm. 1954. V. 1, no 2. P. 27–56.
13. Fox W.W. An exponential yield model for optimizing exploited fish populations // Trans. Am. Fish. Soc. 1970. No 99. P. 80–88.
14. Pella J.J., Tomlinson P.K. A generalized stock production model // Bull. Intern. Amer. Trop. Tuna. Comm. 1969. V. 13. No 3. P. 419–496.

УДК 595.383.1:639.28(269)

Жук Н.Н.¹, Корзун Ю.В.²
Zhuk N.N.¹, Korzun Y.V.²

1 – аспирант 5 курса направления подготовки 06.06.01 Биологические науки (ФГБОУ ВО «КГМТУ»), 2 – старший научный сотрудник лаборатории Мирового океана (Керченский филиал («ЮгНИРО»)) ФГБНУ «АзНИИРХ»

**РАЗМЕРНЫЙ СОСТАВ АНТАРКТИЧЕСКОГО КРИЛЯ EURHAUSIA
SUPERVA (EURHAUSIACEA, EURHAUSIIDAE) И
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ПРОЛИВЕ
БРАНСФИЛД (ПОДРАЙОН 48.1 АНТАРКТИЧЕСКИЙ ПОЛУОСТРОВ) В
СЕЗОНЫ 2014-2017 гг.**

Аннотация. По данным траловых уловов в период 2014-2017 гг. на промысловых участках пролива Брансфилд в районе Антарктического полуострова наблюдалась межгодовая изменчивость размерного состава антарктического криля. В годы преобладание восточных ветров 2014, 2015, 2017 гг. на участках лова доминировали рачки с модальными классами 37,1-43,0 мм, которые привносились с водами моря Уэдделла. В 2016 г. при господствовании ветров западных румбов преобладал криль модой 49,1-51,0 мм, поступавший с водами