

Водные биоресурсы и среда обитания
2023, том 6, номер 3, с. 96–113
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2023, vol. 6, no. 3, pp. 96–113
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 639.2.053(262.5)

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_3_96

EDN: SLTAXG



ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ МОРСКИХ ВИДОВ РЫБ ЧЕРНОГО МОРЯ (ВОДЫ РОССИИ) В 2021 Г.

В. А. Шляхов, М. М. Пятинский

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: pyatinskiy_m_m@azniirkh.ru*

Аннотация. Представлен обзор состояния 18 единиц запаса черноморских и черноморско-азовских рыб на основе имеющихся сведений о биологии и промысле этих видов в водах России. Описана модификация традиционного подхода к обоснованию правила регулирования промысла водных биоресурсов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна, оцениваемых математическими методами, позволяющими определять текущие величины биомассы запаса и промысловой смертности. Для 11 единиц запаса выполнено аналитическое моделирование когортными, продукционными или трендовыми моделями. На основе сопоставления биомассы и промысловой смертности с биологическими ориентирами в 2021 г. состояние шести единиц запасов морских рыб бассейна, эксплуатируемых российским рыболовством, характеризовалось как растущее или стабильное («черноморские» единицы запаса шпрота и хамсы, «крымская» единица запаса камбалы-калкан, «крымско-кавказская» единица запаса барабули и «черноморско-азовские» единицы запаса саргана и скатов). Пять единиц запасов («крымско-кавказские» кефали, смариды и ставриды, «черноморско-азовская» атерины и «кавказская» камбалы-калкан) продемонстрировали тенденцию к сокращению, а для остальных единиц запасов рыб («средиземноморских мигрантов» луфаря, пелагиды и скумбрии, «черноморских» мерланга, прочих морских рыб и пиленгаса, «черноморско-азовской» акулы катрана) статус определен не был по причине отсутствия систематизированной биологической и промысловой информации.

Ключевые слова: состояние запаса, правило регулирования промысла, биомасса, промысловая смертность, биологические ориентиры, пелагические и донные рыбы, Черное море, Азовское море

STOCK ASSESSMENT OF THE MARINE FISH SPECIES IN THE BLACK SEA (RUSSIAN WATERS) IN 2021

V. A. Shlyakhov, M. M. Piatinskii

Russian Federal Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: pyatinskiy_m_m@azniirkh.ru

Abstract. Based on the available biological and fisheries data, stock status review for 18 units of the fish species inhabiting the Black Sea and the both Azov and Black Seas is presented. A modified version of the traditional approach to the harvest control rules for the aquatic bioresources of the Azov and Black Sea Fishery Basin is described for the case when they are assessed by the mathematical methods to estimate the current stock biomass and fishing mortality. For 11 stock units, analytical modeling including cohort, production and trend models has been applied. Based on the estimates of biomass and fishing mortality concerning biological reference points, in 2021, the status of six stock units of the marine fish species inhabiting the basin and exploited by the Russian fisheries was identified as increasing or stable ("Black Sea" stock units of the European sprat and European anchovy, "Crimean" stock unit of turbot, "Crimean and Caucasian" stock unit of red mullet, and "Black and Azov Seas" stock units of garfish and rays). Five fishery stock units ("Crimean and Caucasian" of mullets, picarel and Mediterranean horse mackerel, "Black and Azov Seas" of sand smelts, and "Caucasian" of turbot) have shown a decreasing trend in terms of abundance, and for the rest of the investigated fish stock units ("Mediterranean migrant" bluefish, Atlantic bonito and Atlantic mackerel, "Black Sea" whiting, so-iuy mullet and the other marine fish species, "Black and Azov Seas" spiny dogfish), the status has not been determined due to the absence of systematic biological and fishery data.

Keywords: stock status, harvest control rules, biomass, fishing mortality, biological reference points, pelagic and demersal fish species, Black Sea, Azov Sea

ВВЕДЕНИЕ

Оценка текущего состояния запасов и обоснование объемов вылова водных биологических ресурсов (далее — ВБР) морей России на предстоящий год является важной задачей бассейновых филиалов ВНИРО. После выхода приказа ФГБНУ «ВНИРО» от 29.03.2019 № 155 (далее — Приказ № 155) материалы к обоснованию рекомендованного вылова (далее — РВ) рыб Черного моря подготавливаются в полном соответствии с приложением к данному приказу. Настоящая работа представляет собой обзор состояния 18 единиц запаса черноморских и черноморско-азовских рыб, на которых в 2021 г. лабораторией водных биологических ресурсов (при участии сотрудников лаборатории морских рыб) совместно с группой математического моделирования и прогноза Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») (далее — АЧФ ВНИРО) были разработаны материалы к обоснованию рекомендованных на 2022 г. объемов добычи (вылова).

В соответствии с особенностями биологии видов рыб Черного моря и их российскими про-

мысловыми ареалами, они формально могут быть классифицированы на четыре группы (рис. 1), а именно:

1. Черноморские пелагические рыбы: шпрот (*Sprattus sprattus*), черноморская хамса (*Engraulis encrasicolus maeoticus*) и ставрида (*Trachurus mediterraneus ponticus*), — среди которых самым важным является шпрот;
2. Пелагические рыбы-средиземноморские мигранты: луфарь (*Pomatomus saltatrix*), пеламида (*Sarda sarda*) и скумбрия (*Scomber scombrus*); из них наиболее значим луфарь;
3. Черноморско-азовские пелагические и донные рыбы: барабуля (*Mullus barbatus*), кефали (*Liza aurata*, *Mugil cephalus*), скаты (*Raja clavata*, *Dasyatis pastinaca*), акула катран (*Squalus acanthias*), атерина (*Atherina boyeri*, *A. hepsetus*) и сарган (*Belone belone*), — среди которых лидирует барабуля;
4. Черноморские донные рыбы: крымская и кавказская единицы запаса камбалы-калкан (*Scophthalmus maximus*), мерланг (*Merlangius merlangus*), смарида (*Spicara flexuosa*), про-

чие морские (*Pisces nei*) и пиленгас (*Liza haematocheilus*), — где важнейшим является крымский запас калкана.

В качестве наиболее массовых и имеющих наиболее высокое промысловое значение среди рассматриваемых видов, обитающих в российских водах Черного моря (рис. 1), можно выделить черноморский шпрот, хамсу, ставриду, барабулю.

Черноморский шпрот является короткоцикло-вой пелагической рыбой, нерестится в холодный период года, питается зоопланктоном. Наиболее плотные скопления образует на шельфе в летнее время у дна, в период интенсивного откорма. В черноморских водах Российской Федерации промысел шпрота осуществляется почти исключительно разноглубинными травами. Использование данных о вылове шпрота у берегов Крыма и Краснодарского края для аналитического оценивания основано на допущении локальности «черноморской» единицы запаса этой рыбы [1, 2].

Черноморская хамса — это короткоцикловая пелагическая рыба, нерестится летом, питается зоопланктоном. В научных кругах стран Причерноморья преобладает мнение, что в Черном море обитает одна единица запаса этой рыбы, зимующая преимущественно у берегов Турции, Грузии и Абхазии. В российских водах Черного моря в годы массовых зимовок, происходящих нерегулярно, черноморская хамса образует промысловые скопления у Крымского полуострова (обычно смешанные с азовским подвидом хамсы), крайне редко — у берегов Краснодарского края.

Черноморская ставрида является морской стайной рыбой; она теплолюбива, обитает в пелагиали. Планктофаг, нерестится с конца мая до конца августа по всей акватории Черного и частично Азовского морей. В Черном море обитает круглогодично, в Азовском — в теплый период года. В российских водах зимует вдоль побережья Большого Сочи и у Южного берега Крыма. Хотя

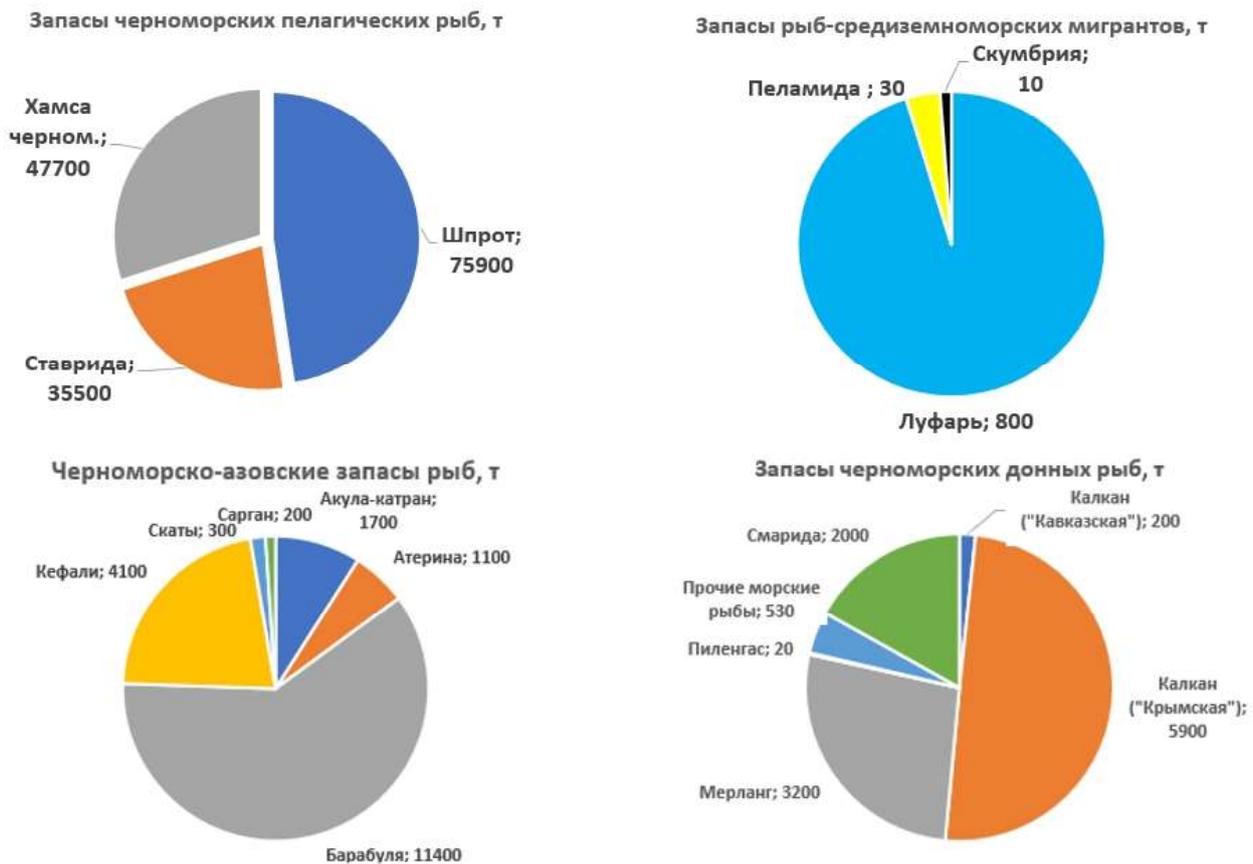


Рис. 1. Биомасса (промысловая) единиц запасов четырех групп рыб Черного моря, являвшихся объектами регулирования российского рыболовства в 2021 г.: название вида/ед. запаса; оценка, т

Fig. 1. Biomass (exploitable) of the stock units of the Black Sea fish species belonging to four groups and subjected to Russian fishing regulation measures in 2021: name of the species/stock unit; estimate, t

ареал крымско-кавказской ставриды охватывает оба моря, Азовское море играет второстепенную роль как в воспроизводстве, так и в ее промысле, поэтому она включена в группу «пелагических рыб Черного моря». Российский промысел ставриды на местах зимовки в декабре–марте проводится подъемными конусными сетями с привлечением на электрический свет, а также разноглубинными тралами в качестве прилова при промысле хамсы. В Азовском море и Керченском проливе ставрида добывается ставными неводами.

Наиболее массовая среди донных рыб барабуля (*Mullus barbatus*) является морской стайной рыбой; она теплолюбива, во взрослом возрасте обитает у дна. Бентофаг, размножается и нагуливается в Черном и Азовском морях, а зимует в Черном море. В морских водах у берегов Крыма и Кавказа промышляется локальная единица крымско-кавказского запаса барабули, сформированная преимущественно мигрирующей формой этой рыбы.

Среди черноморских донных рыб наиболее важное промысловое значение имеет камбала-калкан. Калкан — типичная донная рыба с пелагической молодью, питается донными беспозвоночными и рыбой. Достигает возраста 17 лет, в уловах обычно не старше 10–12 лет. В период размножения (апрель–июнь) калкан подходит на глубины 20–40 м, после нереста отходит от берегов вглубь моря. Икра и личинки развиваются в пелагиали, мальки и неполовозрелые рыбы в возрасте до 2 лет держатся на мелководьях, по мере созревания перемещаясь на более глубокие участки шельфа. Специализированный промысел калкана производится ставными одностенными сетями. В российских водах при регулировании промысла выделяются две его единицы — «крымская» (западная) и «кавказская» (восточная).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основой информационного обеспечения для оценки запасов черноморских рыб послужили данные об их размерно-возрастном и весовом составе из промысловых уловов и учетных траловых съемок (далее — УТС) в период 2018–2020 гг., статистика вылова, данные о промысловых усилиях и уловах на единицу промыслового усилия, суточная статистика Центра мониторинга систем связи (ЦМС) по выловам и часам траления на основе судовых суточных донесений с морского промысла.

В зависимости от полноты и доступности биологической и статистической информации, исследуемые запасы оценивались соответствующими аналитическими, эмпирическими, трендовыми и прочими приближенными методами, а также экспертно (табл. 1) в соответствии с методическими рекомендациями ВНИРО [3].

Среди представленных (табл. 1) методов аналитического оценивания модели XSA и JABBA входят в список рекомендованных методов оценивания запасов и прошли международную апробацию. Отдельного внимания заслуживает включение в группу аналитических одного метода III уровня информационной обеспеченности — метода анализа когорт длины Джонса (далее — LCA). Этот метод позволяет производить ограниченное аналитическое оценивание, но формально не входит в группу методов II уровня информационного обеспечения в формулировке Приказа № 155. Описание метода LCA содержится в ранних методических рекомендациях ВНИРО [4], его модификация с 2006 г. ежегодно применяется для оценки запасов рыб Черного и Азовского морей [5]. Другой метод, формально рекомендованный среди группы методов DLMTools, — модель CMSY [6]. Данная модель прошла успешную апробацию для трендового оценивания запасов черноморско-азовских видов рыб при дефиците информации [7].

Важно отметить, что применение указанных в табл. 1 математических моделей было возможно только для 11 единиц запасов, которые полностью или преимущественно локализованы в водах Черного моря, прилегающих к побережью Крыма и Краснодарского края.

Согласно пункту 3.7 приложения 1 к Приказу № 155, материалы оценки РВ для запасов с I и II уровнями информационного обеспечения должны включать обоснование правила регулирования промысла (ПП) с идентификацией ПП на основе биологических ориентиров управления или их аналогов. При обосновании РВ единиц запасов рыб Черного моря на 2022 г. с соответствующими уровнями информационного обеспечения (черноморский шпрот и крымская единица запаса камбалы-калкан) это требование было соблюдено.

Для запасов с III уровнем информационного обеспечения включение ПП в материалы обоснования РВ не предусмотрено. Однако метод LCA позволяет определять промысловую смертность;

Таблица 1. Сведения о методах оценки запасов и РВ, использованных АЧФ ВНИРО для черноморских пелагических рыб, пелагических рыб-средиземноморских мигрантов, черноморско-азовских пелагических и донных видов рыб, черноморских донных рыб в 2021 г.

Table 1. Data on the methods of the stock assessment and recommended catch estimation, used by the Azov-Black Sea Branch of VNIRO for the Black Sea pelagic fish species, Mediterranean pelagic migrants, Black and Azov Seas pelagic and demersal fish species, and Black Sea demersal fish species in 2021

№ п/п No.	Вид ВБР, единицы запаса* Aquatic bioresources, species, stock units*	Аналитические методы и уровень информационного обеспечения Analytical methods and the level of data availability				Неаналитические методы Non-analytical methods	
		XSA, I уровень XSA, 1 st level	COMBI, JABBA, II уровень COMBI, JABBA, 2 nd level	LCA, III уровень LCA, 3 rd level	DLM (CMSY)	Площад- ной по УТС Swept-area using trawl surveys	Эксперт- ные оценки Expert assessment
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Шпрот, Ч European sprat, BS	+	-	-	-	-	-
2	Хамса, Ч European anchovy, BS	-	-	-	+	-	+
3	Ставрида, КРКВК Mediterranean horse mackerel, CRCAU	-	-	+	+	-	-
4	Луфарь, СРМ Bluefish, MMF	-	-	-	-	-	+
5	Пеламида, СРМ Atlantic bonito, MMF	-	-	-	-	-	+
6	Скумбрия, СРМ Atlantic mackerel, MMF	-	-	-	-	-	+
7	Барабуля, КРКВК Red mullet, CRCAU	-	-	+	+	-	-
8	Кефали, КРКВК Mulletts, CRCAU	-	-	+	+	-	-
9	Скаты, ЧА Rays, BAS	-	-	-	+	-	-
10	Акула катран, ЧА Spiny dogfish, BAS	-	-	-	-	-	+
11	Атерина, ЧА Sand smelt, BAS	-	-	+	+	-	-
12	Сарган, ЧА Garfish, BAS	-	-	-	+	-	-
13	Камбала-калкан, КР Turbot, CR	-	+	-	-	-	-
14	Камбала-калкан, КВК Turbot, CAU	-	-	-	+	-	-

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (finished)

1	2	3	4	5	6	7	8
15	Мерланг, Ч Whiting, BS	–	–	–	–	–	+
16	Смарида, КРКВК Picarel, CRAU	–	–	+	+	–	–
17	Прочие морские рыбы, Ч Other marine fish species, BS	–	–	–	–	–	+
18	Пиленгас, Ч So-iuy mullet, BS	–	–	–	–	–	+

Примечание: * Ч — «черноморская», ЧА — «черноморско-азовская», КР — «крымская», КВК — «кавказская», КРКВК — «крымско-кавказская», СРМ — «рыб-средиземноморских мигрантов»

Note: * BS — “Black Sea”, BAS — “Black and Azov Seas”, CR — “Crimean”, “CAU” — “Caucasian”, “CRAU” — “Crimean and Caucasian”, MMF — “Mediterranean migrant fish species”

на его базе возможен прогноз биомассы запаса и сопоставление полученных оценок с биологическим ориентиром по промысловой смертности. Поэтому для единиц запаса, оцениваемых LCA, обоснование РВ на 2022 г. опирается на ПРП, методические аспекты которого описаны ниже.

В.К. Бабаян [8] показал, что до появления предосторожного подхода к определению ОДУ в мировой и отечественной практике регулирования морского рыболовства широко распространенные рекомендации по использованию запасов ВБР с одинаковой интенсивностью (обычно на уровне F_{MSY} и $F_{0.1}$) при всех возможных их состояниях по сути являлись однозональным ПРП. Такой подход он назвал «традиционным» и предложил свою модификацию этого подхода, в которую был включен биологический ориентир по биомассе B_{tr} (B_{MSY} , B_{max} и пр.). При падении текущей биомассы B_i ниже B_{tr} наступал режим восстановления при F_{rec} , обеспечиваемый введением вспомогательного ориентира управления по интенсивности промысла F_0 :

$$F_{rec} = \frac{(F_{tr} - F_0)B_i}{B_{tr}} + F_0.$$

Ранее в практике ЮгНИРО при оценке ОДУ/РВ ряда черноморских рыб применяли традиционный подход в «исходном» виде, а в качестве единственного целевого ориентира управления по интенсивности промысла использовали $F_{0.1} = F_{tr} = \text{const}$ для всех значений биомассы запаса $B_i > 0$. При этом

ОДУ/РВ (C_i) оценивался при помощи выражения $C_i = B_i F_{0.1} [1 - \text{EXP}(-M - F_{0.1})] / (M + F_{0.1})$.

Более чем 15-летний опыт ЮгНИРО/АЧФ ВНИРО по применению LCA позволил разработать свою версию модификации «традиционного подхода» ПРП, которая отличается от модификации В.К. Бабаяна отсутствием ориентира по биомассе B_{tr} (который не может быть строго определен на базе LCA) и адаптирована к особенностям оценивания единиц запаса рыб Черного и Азовского морей. Наша модификация применима для трех наиболее типичных состояний запаса:

1. Запас является растущим или стабильным при $F_i/F_{tr} \leq 1,00 \pm 0,10$; $SSB_{i+2}/SSB_{av} \geq 1,00 \pm 0,10$, где F_i — промысловая смертность в последний год промысла i (текущая); SSB_{i+2} — прогнозируемая биомасса нерестового запаса с заблаговременностью 2 года ($i+2$); F_{tr} — биологический ориентир по промысловой смертности, обычно $F_{0.1}$; SSB_{av} — средняя биомасса запаса в последние два (для коротко- и среднецикловых рыб) или три (для длинноточных рыб) года промысла. При таком состоянии запаса «традиционный подход» исполняется в «чистом» виде с использованием для оценки прогнозируемого РВ (C_{i+2}) выражения $C_{i+2} = SSB_{i+2} F_{0.1} [1 - \text{EXP}(-M - F_{0.1})] / (M + F_{0.1})$.

2. Запас является убывающим с текущей промысловой смертностью не выше целевого биологического ориентира при $F_i/F_{tr} \leq 1,00 \pm 0,10$;

$SSB_{i+2}/SSB_{av} \leq 1,00 \pm 0,10$. Если текущая промысловая смертность F_i не превысила F_{ir} , но прогнозная величина биомассы запаса SSB_{i+2} меньше его средней биомассы в последние два (для коротко- и среднецикловых рыб) или три (для длинноточных рыб) года промысла, то считается, что сокращение запаса не связано с чрезмерной эксплуатацией. При таком состоянии запаса РВ рассчитывается с применением принципа “status quo” по выражению $C_{i+2} = SSB_{i+2} F_{SQ} [1 - EXP(-M - F_{SQ})] / (M + F_{SQ})$, где F_{SQ} — оценка промысловой смертности в последний год промысла (терминальный год i).

3. Запас является убывающим с текущей промысловой смертностью выше целевого биологического ориентира при $F_i/F_{ir} \geq 1,00 \pm 0,10$; $SSB_{i+2}/SSB_{av} \leq 1,00 \pm 0,10$. В этом случае считается, что запас сокращается от чрезмерной эксплуатации. С целью обеспечения режима выхода запаса из зоны перелома РВ рассчитывается при рекомендуемой промысловой смертности (F_{rec}) ниже целевой в F_i/F_{ir} раз из выражения $C_{i+2} = SSB_{i+2} F_{rec} [1 - EXP(-M - F_{rec})] / (M + F_{rec})$, где $F_{rec} = (F_{0.1})^2 / F_{curr}$.

Смысл предложенного соотношения SSB_{i+2}/SSB_{av} в качестве критерия состояния биомассы взамен наиболее распространенного SSB_i/SSB_{MSY} состоит в обеспечении режима выхода из зоны перелома, если существует угроза снижения ожидаемой биомассы в прогнозном периоде относительно текущей биомассы запаса (ее среднего уровня за последние 2–3 года промысла). При наличии соответствующей информации по текущим и прогнозным оценкам биомассы и промысловой смертности, а также ориентира по промысловой смертности, данную модификацию однозонального ПРП можно применять и для запасов с III уровнем информационной обеспеченности, определяемых другими методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты оценки состояния единиц запаса видов морских рыб Черного моря представлены по четырем группам рыб в той последовательности, что и в предыдущем разделе.

Черноморские пелагические рыбы. Показатели, характеризующие промысел и состояние единиц запаса пелагических рыб Черного моря в 2017–2021 гг. и прогнозируемые на 2022 г., представлены в табл. 2.

Биомасса запаса, численность пополнения и промысловая смертность черноморского шпрота оценивались методом когортного анализа XSA. Происходящие климатические изменения (потепление морской воды) для шпрота неблагоприятны, вызывают снижение темпов весового роста и привели в последние 15 лет к низким уровням биомассы его запаса [9]. Тем не менее, годовые уловы шпрота в российских водах Черного моря три последних года постепенно увеличиваются (табл. 2).

Согласно произведенному в 2020 г. моделированию на XSA с входными данными за 1994–2019 гг., в 2021 г. биомасса запаса ожидалась в размере 65,4 тыс. т; по данным фактических уловов на усиление она была уточнена с увеличением до 75,9 тыс. т (рис. 2).

В 2020 г. промысловая смертность на 13,9 % превышала свой целевой ориентир $F_{0.1}$, при этом на 2022 г. прогнозируется рост запаса в сравнении со средним запасом в 2019–2020 годах. В целом запас шпрота характеризуется как «растущий, интенсивно эксплуатируемый».

Траловый промысел черноморской хамсы в последние годы был локализован преимущественно на крымских зимовальных скоплениях, которые чаще распределяются у западного побережья полуострова и облавливаются исключительно разноглубинными тралами (рис. 3).

В 2021 г., как и в два предшествующих года, у берегов Крыма наблюдалась массовая зимовка, и промысел черноморской хамсы дал исторический максимум крымского вылова в размере 8,1 тыс. т. Биомасса зимовальных скоплений черноморской хамсы у берегов Крыма не оценивалась никогда, океанографические, ихтиопланктонные и мальковые съемки этой рыбы прекратились вскоре после распада СССР, поэтому разрабатывать надежные прогнозы ее массовых зимовок у берегов Крыма и РВ хотя бы с годичной заблаговременностью не представляется возможным.

Обоснованность применения метода CMSY по отношению к «черноморской» единице запаса с использованием в качестве входных данных вылова хамсы у берегов Крымского полуострова является достаточно спорной. Она опирается на рабочую гипотезу о существующем в северо-западной части Черного моря локальном запасе хамсы, формирующемся в результате гибридизации азовской и черноморской рас. Гибридная хамса менее

Таблица 2. Вылов без ННН (C , т), биомасса (SSB, тыс. т), промысловая смертность (F), биологический ориентир (F_{tr}) исследуемых единиц запаса пелагических рыб Черного моря в 2017–2020 гг. и прогнозируемые показатели на 2021–2022 г. (выделены курсивом)

Table 2. Catch without IUU (C , t), biomass (SSB, thousand t), fishing mortality (F), and biological reference point (F_{tr}) of the investigated stock units of the pelagic fish species in the Black Sea in 2017–2020, and the forecast for 2021–2022 (in italics)

Год Year	C	SSB	F	F_{tr}	F_i/F_{tr}	SSB_{i+2}/SSB_{av}
Шпрот, «черноморская» единица запаса European sprat, “Black Sea” stock unit						
2017	14782	80,29	0,318	0,605	0,53	–
2018	13693	69,01	0,733		1,21	–
2019	17948	68,48	0,540		0,89	–
2020	18272	55,74	0,689		1,14	–
2021	21115	<i>75,90*</i>	–		–	–
2022	–	<i>69,30</i>	–		–	<i>1,12</i>
Хамса, «черноморская» единица запаса European anchovy, “Black Sea” stock unit						
2017	556	8,10	0,069	0,596	?	–
2018	52	9,54	0,005		?	–
2019	7038	12,41	0,567		?	–
2020	7927	10,96	0,723		?	–
2021	8166	<i>47,7</i>	–		–	–
2022	–	–	–		–	<i>≥1,00</i>
Ставрида, «крымско-кавказская» единица запаса Mediterranean horse mackerel, “Crimean and Caucasian” stock unit						
2017	2184	23,86	0,137	0,480	0,29	–
2018	2042	32,21	0,098		0,20	–
2019	3078	89,99	0,111		0,23	–
2020	2219	31,86	0,109		0,23	–
2021	2150	<i>35,49</i>	–		–	–
2022	–	<i>40,73</i>	–		–	<i>0,67</i>

Примечание: * Уточненное значение

Note: * Adjusted value

теплолюбива, чем черноморская раса, поэтому она не уходит зимовать в южные районы моря, оставаясь у крымских берегов, чему способствуют происходящие климатические изменения. Как показал в своем обзоре Г.В. Зуев [10], в отношении популяционной структуры европейского анчоуса Черного и Азовского морей в многочисленных публикациях содержится широкий спектр мнений, среди которых присутствуют исследования, подтверждающие масштабную гибридизацию азовской и черномор-

ской рас хамсы в северо-западной части Черного моря.

Не исключено, что зимовавшая в путины 2019/20, 2020/21 и 2021/22 гг. у Крыма черноморская хамса была гибридной рыбой, постоянно обитающей в северо-западной части Черного моря. Сделать такое предположение позволяет наблюдение сотрудников АЧФ ВНИРО во время мониторинга промысла шпрота на МРТР «Квант» — на большой акватории у западного побережья Крыма

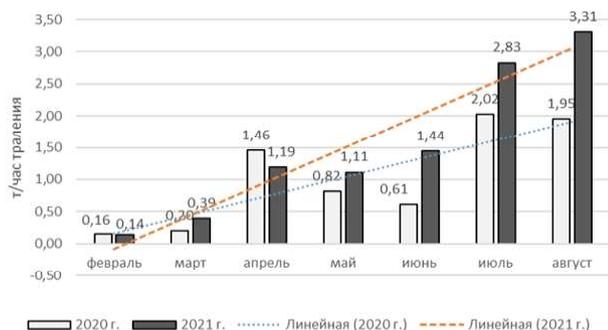


Рис. 2. Уловы на единицу промыслового усилия на промысле шпрота в российских водах Черного моря в феврале–августе 2020 и 2021 гг. по данным ЦСМС

Fig. 2. Catches per unit effort during the European sprat fishing in the Russian waters of the Black Sea in February–August 2020 and 2021, based on the data collected by the National Centre of the Fisheries Monitoring System and Communications

(от м. Лукулл до м. Евпаторийский) в июле 2018 г. были обнаружены и обловлены скопления сеголетков хамсы, которые в возрасте 1+ в декабре 2019 г., 1+–2 в I кв. 2020 г. и 2+–3 в 2021 г. формировали значительную часть крымских зимовальных скоплений и вылова (табл. 3).

По результатам моделирования на CMSY, биологический ориентир по биомассе оценен как $B_{MSY}=7022$ т, откуда текущее состояние (в 2020 г.) характеризуется высоким уровнем биомассы, $B_{2020}/B_{MSY}=1,16$.

Содержащиеся в табл. 2 оценки по CMSY биомассы запаса хамсы сильно занижены, а промысловой смертности — критически завышены, на что указывают результаты теста Мона « ρ »: $\rho_{SSB}=-0,737$; $\rho_{Fbar}=6,135$. Поэтому состояние «черноморской» единицы запаса хамсы можно оценить только экспертно; на основании наблюдений последних трех лет оно характеризуется стабильностью.

Промысловая смертность и биомасса запаса ставриды, совокупно для обоих морей, определяются методом LCA. Текущее состояние черноморско-азовской единицы запаса ставриды определено как «убывающий, слабо эксплуатируемый запас». Уровень биомассы ставриды остается достаточно высоким, хотя и упал на 33 % в сравнении со средним за два предшествующих года. Климатические изменения благоприятны для ставриды, сокращение биомассы запаса произошло из-за флуктуаций пополнения, характерных для этого вида.

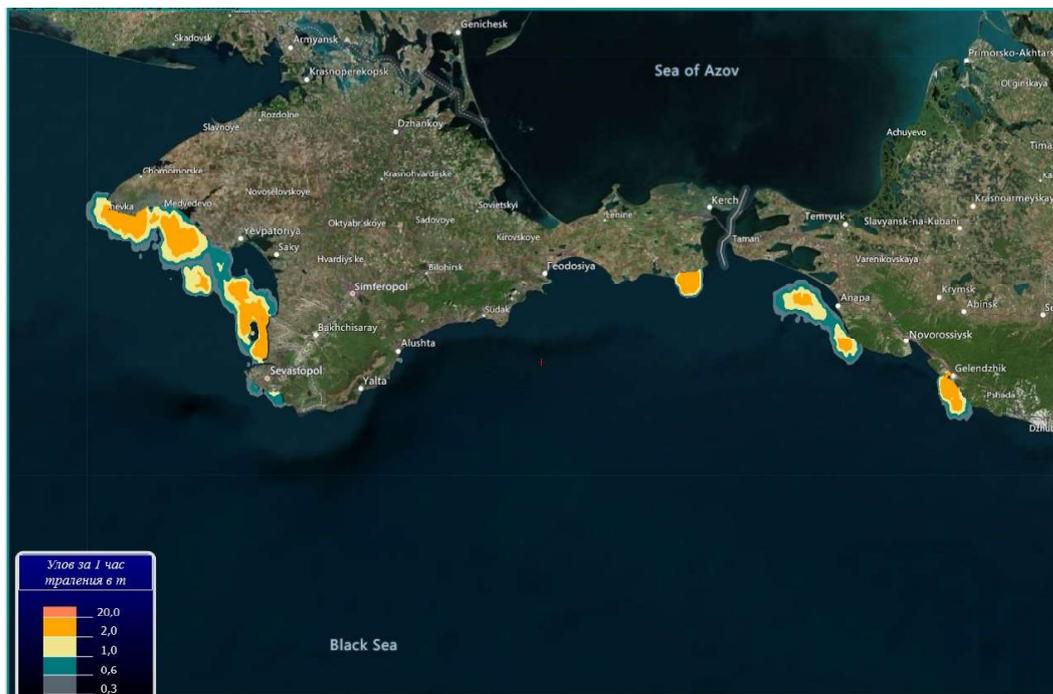


Рис. 3. Пространственная характеристика уловов на час траления (т/ч) хамсы в феврале 2021 г.

Fig. 3. Spatial distribution of the catches per trawling hour (t/h) of the European anchovy in February 2021

Пелагические рыбы-средиземноморские мигранты. Для пелагических рыб-мигрантов из Средиземного моря имеющихся материалов недостаточно для методической оценки их состояния, тем более что все они не образуют локальных запасов в российских водах Черного моря. По этой причине применение методов даже из группы DLM для анализа уловов луфаря некорректно. Годовой вылов пелакиды в Черном море у берегов Крыма и Краснодарского края и в Азовском море уже несколько десятков лет не достигает 1 т, а скумбрии — вовсе отсутствует. Экспертные оцен-

ки запасов луфаря, пелакиды и скумбрии из года в год обычно сохраняются на прежнем уровне без изменения или вообще не производятся (табл. 4).

Из-за отсутствия или недостаточности доступных материалов по пелагическим рыбам-мигрантам из Средиземного моря, которые в российских водах Черного моря не образуют локальных запасов, их состояние не оценивалось.

Черноморско-азовские пелагические и донные рыбы. В теплое время года ареал единиц запаса этой группы рыб охватывает оба моря, а зимовальный ареал — только районы Черного моря, при-

Таблица 3. Структура промысловых уловов хамсы (C_i — численность, w_{cp} — масса и L_{cp} — средняя длина по возрастам) у берегов Крыма к западу от м. Сарыч в I кв. 2020–2021 гг.

Table 3. Composition of the European anchovy commercial catches (C_i — abundance, w_{avg} — weight, and L_{avg} — average length, categorized by age) in the waters along the Crimean coast westward from Cape Sarych in the 1st quarter of 2020–2021

Год Year	Показатели Parameters	Возрастные группы, i лет Age groups, i years					
		0+	1	2	3	4	5
2020	C_p , %	22,7	48,7	16,5	11,6	0,6	–
	w_{cp} , г w_{avg} , г	4,4	7,8	8,0	8,7	10,9	–
	L_{cp} , см L_{avg} , см	8,3	10,0	10,1	10,5	11,5	–
2021	C_p , %	54,7	7,6	7,2	22,3	7,8	0,3
	w_{cp} , г w_{avg} , г	3,3	7,5	7,9	8,8	9,2	10,1
	L_{cp} , см L_{avg} , см	7,4	10,1	10,3	10,6	10,8	11,3

Таблица 4. Фактический вылов (C , т) и экспертные оценки биомассы (B , т) пелагических рыб-мигрантов из Средиземного моря в 2017–2020 гг. и экспертно прогнозируемые показатели на 2021–2022 г. (выделены курсивом)

Table 4. Actual catch (C , t) and expert assessment of biomass (B , t) of the pelagic migrant fish species from the Mediterranean Sea in 2017–2020 and the expert forecast for 2021–2022 (in italics)

Год Year	Луфарь Bluefish		Пелагида Atlantic bonito		Скумбрия Atlantic mackerel	
	C	B	C	B	C	B
2017	12	400	0	–	–	–
2018	41	400	0	–	–	–
2019	67	400	0	–	–	–
2020	33	1000	0	–	–	–
2021	76	<i>800</i>	0	<i>30</i>	–	<i>10</i>
2022	–	<i>800</i>	–	<i>30</i>	–	10

легающие к побережьям Крыма и Кавказа. Показатели, характеризующие промысел и состояние запасов черноморско-азовских пелагических и донных рыб в 2017–2021 гг. и прогнозируемые на 2022 г., представлены в табл. 5.

Биомасса запаса и промысловая смертность барабули оценивались методом когортного анализа LCA, при этом при разработке прогноза на 2022 г. численность пополнения оценивалась по уравнению воспроизводства Рикера, параметры которого

Таблица 5. Вылов без ННН (C , т), биомасса (SSB, тыс. т), промысловая смертность (F), биологический ориентир (F_{tr}) исследуемых единиц запаса черноморско-азовских пелагических и донных рыб в 2017–2020 гг. и прогнозируемые показатели на 2021–2022 г. (выделены курсивом)

Table 5. Catch without IUU (C , t), biomass (SSB, thousand t), fishing mortality (F), and biological reference point (F_{tr}) of the investigated stock units of the pelagic and demersal fish species in the Black and Azov Seas in 2017–2020, and the forecast for 2021–2022 (in italics)

Год Year	C	SSB	F	F_{tr}	F_i/F_{tr}	SSB_{i+2}/SSB_{av}
1	2	3	4	5	6	7
Барабуля, «крымско-кавказская» единица запаса Red mullet, “Crimean and Caucasian” stock unit						
2017	955	2589	0,273	0,600	0,50	–
2018	1289	5248	0,144		0,26	–
2019	1125	7997	0,146		0,27	–
2020	1870	13075	0,137		0,23	–
2021	2177	<i>11362</i>	–		–	–
2022	–	<i>9736</i>	–		–	0,92
Кефали, «крымско-кавказская» единица запаса Mullet, “Crimean and Caucasian” stock unit						
2017	697	4771	0,229	0,360	0,64	–
2018	976	7151	0,203		0,56	–
2019	594	6136	0,256		0,71	–
2020	462	5384	0,196		0,54	–
2021	361	<i>4121</i>	–		–	–
2022	–	<i>3047</i>	–		–	0,53
Скаты, «черноморско-азовская» единица запаса Rays, “Black and Azov Seas” stock unit						
2017	98	358	0,274	0,283	0,97	–
2018	99	360	0,274		0,97	–
2019	137	350	0,393		1,39	–
2020	108	313	0,345		1,22	–
2021	97	<i>300</i>	–		–	–
2022	–	–	–		–	≥1,00
Акула катран, «черноморско-азовская» единица запаса Spiny dogfish, “Black and Azov Seas” stock unit						
2017	56	1700	–	0,110	–	–
2018	34	1700	–		–	–
2019	48	1700	–		–	–
2020	30	1700	–		–	–
2021	21	<i>1700</i>	–		–	–
2022	–	<i>1700</i>	–		–	–

Таблица 5 (окончание)

Table 5 (finished)

1	2	3	4	5	6	7
Атерица, «черноморско-азовская» единица запаса Sand smelt, "Black and Azov Seas" stock unit						
2017	183	1477	0,344	0,590	0,58	–
2018	123	445	0,494		0,84	–
2019	250	358	0,501		0,85	–
2020	94	344	0,495		0,84	–
2021	189	220	–		–	–
2022	–	296	–		–	0,84
Сарган, «черноморско-азовская» единица запаса Garfish, "Black and Azov Seas" stock unit						
2017	46	217	0,212	0,283	0,75	–
2018	28	211	0,133		0,47	–
2019	43	205	0,209		0,74	–
2020	55	194	0,139		0,49	–
2021	59	200	–		–	–
2022	–	–	–		–	≥1,00

были определены АЧФ ВНИРО в 2021 г. [11]. Как и для черноморской ставриды, при моделировании анализировались общие азово-черноморские массивы промыслово-биологических данных.

Статистика по рыболовным усилиям (по числу выставляемых на лов ставных неводов) отсутствует, однако для расчета показателя относительного промыслового усилия в первом приближении может быть использована информация о числе пользователей, заявляющих годовые объемы вылова барабули. В Черном море в последние 5 лет наблюдался рост числа таких пользователей: 2016 г. — 132, 2018 г. — 184, 2020 г. — 186. В 2021 г. число заявителей сократилось до 162. Динамика числа пользователей на промысле барабули свидетельствует, что их число от 2016 к 2020 г. увеличилось на 41 %, при этом в 2018–2020 гг. увеличение практически прекратилось, а между 2020 и 2021 гг. произошло их сокращение (несмотря на 46 % прирост вылова). Очевидно, что рост вылова в большей степени обусловлен ростом производительности промысла (ростом улова на ед. промыслового усилия), чем ростом числа усилий (тесно связанного с числом пользователей). Важно отметить опережающий рост биомассы запаса в сравнении с ростом вылова: величина биомассы запаса барабули

между 2017 и 2020 гг. выросла в 5 раз, а вылов — только вдвое.

В 2020 г. промысловая смертность барабули составила 24 % от биологического ориентира $F_{0.1}$ и 17 % от ориентира F_{MSY} . На диаграмме «состояния запаса» рис. 4 видно, что по LCA в 2003–2017 гг. запас барабули был ниже B_{MSY} , хотя промысловая смертность не поднималась выше $0,6 F_{MSY}$. В какой-то степени это может быть объяснено климатическими изменениями (потеплением в Азово-Черноморском регионе), которые оказались благоприятными для воспроизводства теплолюбивой барабули и привели к увеличению ее численности с середины 2000-х гг. не только у берегов Крыма и Кавказа, но и в южных районах Черного моря [12].

В 2022 г. прогнозируется уменьшение биомассы запаса в сравнении со средним запасом в 2019–2020 гг. на 8 %, однако в соответствии с приведенными выше критериями модифицированного подхода к оцениванию ПРП запас крымско-кавказской барабули в 2021 г. характеризуется как «стабильный, слабо эксплуатируемый».

Признаки стабильности состояния запаса отмечены для саргана и скатов, которые эксплуатируются умеренно и интенсивно, соответствен-

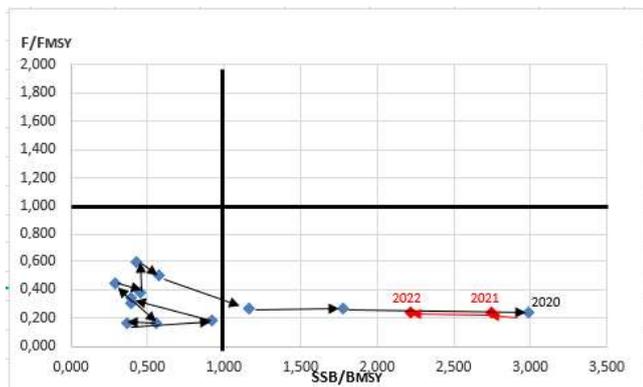


Рис. 4. Траектория состояния «крымско-кавказской» единицы запаса барабули относительно ориентиров управления по биомассе и смертности

Fig. 4. Trajectory of the status of “Crimean and Caucasian” stock unit of red mullet relative to the management reference points for biomass and mortality

но. Отметим, что в 2020 г. оценивание состояния их запасов впервые произведено методом CMSY, который стал основным из-за невозможности оценки по данным УТС (сарган) и снижения качества траловых съемок в Черном море (скаты). Диаграммы состояния черноморско-азовских единиц запасов саргана и скатов представлены на рис. 5.

Запасы кефали и атерины являются убывающими. Их снижение не является результатом интенсивного промысла, который ведется пассивными орудиями лова, выставляемыми в узкой прибрежной зоне, и воздействует на меньшую часть запаса. Снижение расчетных значений биомассы запаса кефали в 2020 г. в значительной мере произошло по методическим причинам его расчета, из-за снизившегося вылова (величина SSB при моделировании методом LCA напрямую связана с величиной вылова) по причине закрытия весеннего промысла, который в 2018 г. обеспечил освоение более 80 %, а в 2019 г. — 70 % РВ. Немаловажную роль сыграли и особенности океанографических условий в 2020 г., повлиявшие на сроки и маршруты миграционного хода рыбы.

Аналитическое оценивание состояния запаса акулы катрана, которая не образует локального запаса у черноморских берегов Крыма, Краснодарского края и в Керченском проливе, не выполнялось. Экспертные оценки биомассы в российских водах в последние 5 лет обоснованы слабо и не пересматривались, хотя в странах Причерноморья запас катрана считается подорванным, находящимся в депрессивном состоянии [12], и это подтверждается низкими российскими уловами, имеющими тенденцию к дальнейшему снижению (табл. 5).

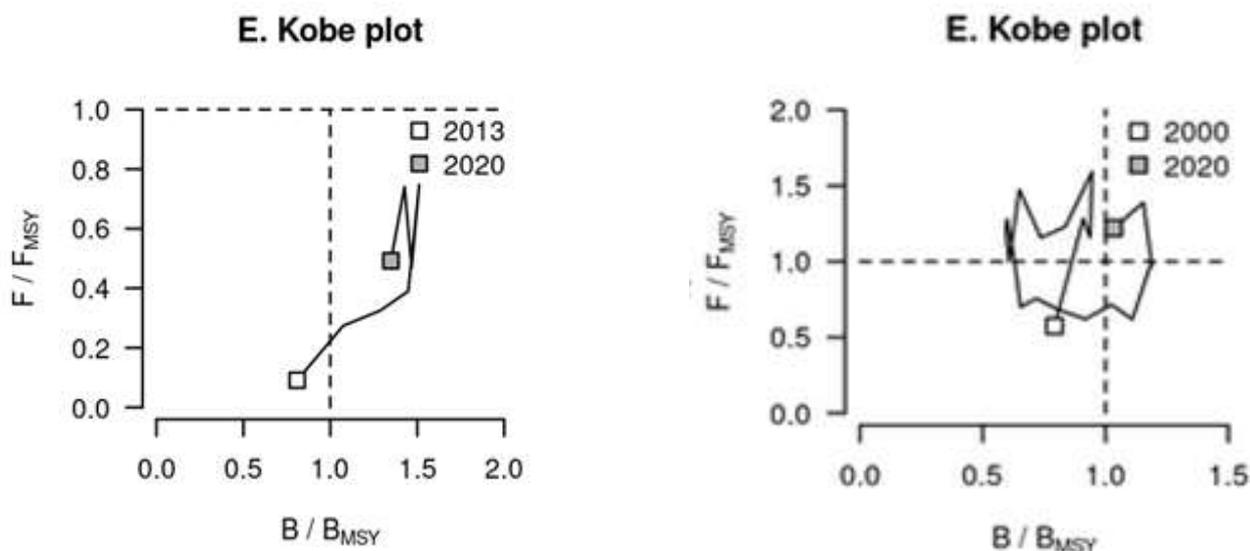


Рис. 5. Диаграммы Кобе состояния «черноморско-азовских» единиц запаса саргана (слева) и скатов (справа) относительно ориентиров управления по биомассе и смертности

Fig. 5. Kobe plots of the status of “Black and Azov Seas” stock units of garfish (left) and rays (right) relative to the management reference points for biomass and mortality

Черноморские донные рыбы. Ареалы данной группы рыб, ведущих оседлый образ жизни, почти исключительно расположены в Черном море. Показатели, характеризующие промысел и состояние запасов черноморских донных рыб в 2017–2021 гг. и прогнозируемые на 2022 г., представлены в табл. 6.

В 2021 г. крымский запас черноморского калкана оценивался на производственных моделях программным комплексом JABBA — моделирование показало удовлетворительную степень надежности выполненных оценок, поэтому они использованы для характеристики состояния запаса. Аналитические оценки крымского калкана

Таблица 6. Вылов без ННН (C , т), биомасса (SSB, тыс. т), промысловая смертность (F), биологический ориентир (F_{tr}) исследуемых единиц запаса черноморских донных рыб в 2017–2020 гг. и прогнозируемые показатели на 2021–2022 г. (выделены курсивом)

Table 6. Catch without IUU (C , t), biomass (SSB, thousand t), fishing mortality (F), and biological reference point (F_{tr}) of the investigated stock units of demersal fish species in the Black Sea in 2017–2020, and the forecast for 2021–2022 (in italics)

Год Year	C	SSB	F	F_{tr}	F_i/F_{tr}	SSB_{i+2}/SSB_{av}
1	2	3	4	5	6	7
Камбала-калкан, «крымская» единица запаса Turbot, “Crimean” stock unit						
2017	283	5760	0,057	0,123	0,46	–
2018	390	5767	0,065		0,53	–
2019	303	5735	0,067		0,54	–
2020	299	5703	0,066		0,54	–
2021	309	5853	<i>0,077</i>		–	–
2022	–	5878	<i>0,077</i>		–	1,02
Камбала-калкан, «кавказская» единица запаса Turbot, “Caucasian” stock unit						
2017	34	309	0,110	0,283	0,39	–
2018	96	304	0,316		1,12	–
2019	122	276	0,443		1,57	–
2020	56	229	0,245		0,87	–
2021	68	<i>200</i>	–		–	–
2022	–	–	–		–	≥1,00
Мерланг, «черноморская» единица запаса Whiting, “Black Sea” stock unit						
2017	41	7800	–	0,500	–	–
2018	10	7400	–		–	–
2019	21	7400	–		–	–
2020	11	3500	–		–	–
2021	11	<i>3200</i>	–		–	–
2022	–	<i>3000</i>	–		–	0,55
Смарида, «черноморская» единица запаса Picarel, “Black Sea” stock unit						
2017	118	1305	0,107	0,357	0,30	–
2018	84	1743	0,083		0,23	–
2019	94	2712	0,053		0,15	–
2020	115	2419	0,057		0,16	–

Таблица 6 (окончание)

Table 6 (finished)

1	2	3	4	5	6	7
2021	120	2012	–	0,357	–	–
2022	–	1634	–		–	0,64
Прочие морские, «черноморская» единица запаса Other marine fish species, “Black Sea” stock unit						
2017	26	–	–	–	–	–
2018	34	–	–		–	–
2019	50	–	–		–	–
2020	38	–	–		–	–
2021	32	530	–		–	–
2022	–	–	–		–	–
Пиленгас, «черноморская» единица запаса So-iuy mullet, “Black Sea” stock unit						
2017	1	–	–	–	–	–
2018	0	–	–		–	–
2019	0	–	–		–	–
2020	2	–	–		–	–
2021	0	20	–		–	–
2022	–	–	–		–	–

впервые базировались на входных данных с учетом ННН-промысла.

В течение всего анализируемого периода, 2000–2020 гг., биомасса запаса находилась выше целевого ориентира B_{MSY} (рис. 6). В период 2001–2009 гг. отмечалась регулярная незначительная переэксплуатация запаса выше целевого уровня F_{MSY} . Начиная с 2010 г. отмечен устойчивый тренд сокращения промысловой смертности до уровня значительно ниже целевого F_{MSY} , что свидетельствует о существенной недоэксплуатации запаса даже с учетом ННН-промысла. В последние годы, 2018–2020 гг., биомасса запаса находится на устойчивом уровне около 5700 т без признаков заметных межгодовых колебаний. Биомасса запаса в эти годы оказалась выше уровня теоретической целевой эксплуатации $B_{MSY}=4322$, а промысловая смертность — на уровне половины от F_{MSY} .

Было установлено, что текущее состояние крымской единицы запаса характеризуется существенным недоиспользованием даже с учетом незаконного вылова; запас оценивается как «стабильный, слабо эксплуатируемый». На 2022 г. РВ для него обоснован в объеме 355 т (с учетом ННН — 450 т), что является осторожной оценкой,

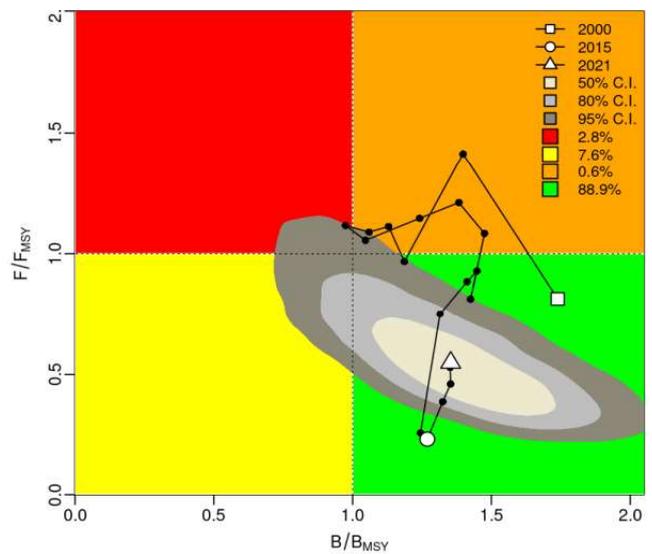


Рис. 6. Диаграммы Кобе состояния «крымской» единицы запаса камбалы-калкан Черного моря: траектории временных изменений относительных значений биомассы запаса и промысловой смертности в 2000–2020 гг. (результаты моделирования на JABBA)

Fig. 6. Kobe plots of the status of “Crimean” stock unit of the Black Sea turbot: trajectories of temporal changes in the relative values of the stock biomass and fishing mortality in 2000–2020 (results of JABBA modeling)

поскольку моделирование показало сохранение устойчивости запаса при официальном вылове до 500 т.

В 2021 г. кавказская единица запаса камбалы-калкан из-за неудовлетворительного качества УТС и отсутствия надежного ряда данных по уловам на усилии в промысловых уловах обсчитывалась на модели CMSY. В соответствии с полученными результатами, большую часть исследуемого периода 2000–2020 гг. биомасса «кавказского» запаса камбалы-калкан находилась в безопасной зоне ($B/B_{MSY} > 1$; $F/F_{MSY} < 1$), которая соответствует четвертой четверти на диаграмме состояния рис. 7.

В соответствии с результатами моделирования (рис. 7) можно сделать заключение о возвращении системы запас–промысел в 2020 г. в безопасную зону, т. е. текущее состояние «кавказской» единицы запаса камбалы-калкан характеризуется уровнем биомассы, превосходящим ориентир B_{MSY} на 26 % при промысловой убыли 87 % от ориентира F/F_{MSY} . Текущее состояние кавказского запаса калкана характеризуется как «убывающий, умеренно эксплуатируемый запас». Но следует сделать

оговорку — восточный запас оценивался без учета ННН.

Из остальных единиц запасов черноморских донных рыб методическое оценивание биомассы и промысловой смертности производилось только для смариды (методом LCA). В соответствии с изложенными в разделе «Материалы и методы» критериями ПРП, текущее состояние ее запаса отвечает определению «убывающий, слабо эксплуатируемый запас». Однако следует заметить, что такая характеристика может быть следствием заниженного прогнозного значения биомассы смариды на 2022 г., поскольку ее текущий уровень в 2020 г. на 42 % выше среднего за весь период методического оценивания запаса этой рыбы (2016–2020 гг.) при положительном тренде вылова и биомассы.

Состояние остальных единиц запасов черноморских донных рыб определено не было из-за отсутствия для этой цели исходных данных. Оценка биомассы мерланга в 2020 г. является экспертной, поскольку данные УТС не использовались для ее расчета площадным методом.

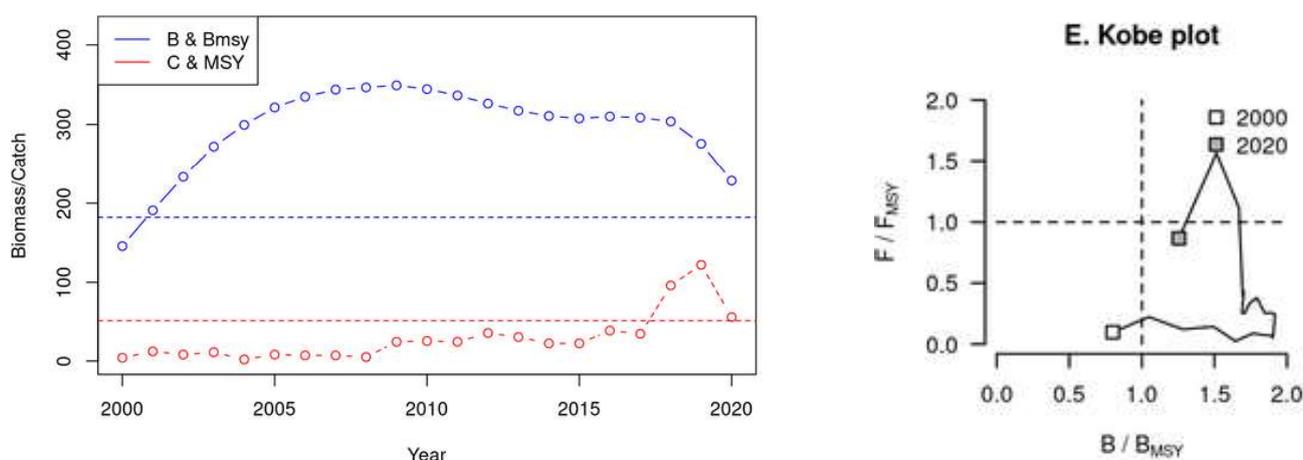


Рис. 7. Динамика запаса B , т и вылова C , т (слева) и диаграмма Кобе состояния «кавказской» единицы запаса камбалы-калкан относительно ориентиров управления (справа)

Fig. 7. Dynamics of the biomass B , t and catch C , t (left) and the Kobe plot of the status of “Caucasian” stock unit of turbot relative to management reference points (right)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из 18 рассмотренных единиц запаса рыб Черного моря оценку их текущего состояния по результатам исследования АЧФ ВНИРО в 2021 г. удалось осуществить для 11 единиц методами когортного анализа, на продукционных моделях и методами из группы DLM. Для

заключения о состоянии запасов использованы как общепринятый подход — сопоставление текущих значений биомассы и промысловой смертности с биологическими ориентирами, — так и предложенное сопоставление текущей биомассы с прогнозируемыми ее значениями на ближайшие годы.

В 2021 г. состояние наиболее важных единиц запасов морских рыб бассейна («черноморская» единица запаса шпрота, «крымско-кавказская» единица запаса барабули и «крымская» единица запаса камбалы-калкан), эксплуатируемых российским рыболовством, оценено как растущее или стабильное. Пять единиц запасов («крымско-кавказские» кефали, смариды и ставриды, «черноморско-азовская» атерины и «кавказская» камбалы-калкан) были сокращающимися по причинам, не связанным с чрезмерной промысловой эксплуатацией. Для остальных единиц запасов рыб («средиземноморских мигрантов» луфаря, пелаמידы и скумбрии, «черноморских» прочих морских рыб и пиленгаса, «черноморско-азовской» акулы катрана) из-за отсутствия или неполноты данных статус не был определен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шляхов В.А. О подготовке материалов, обосновывающих возможный вылов водных биологических ресурсов в морских водах, прилегающих к Крыму // Труды ЮгНИРО. Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне и Мировом океане. 2015. Т. 53. С. 34–45.
2. Пятинский М.М., Шляхов В.А., Шляхова О.В. Динамика запасов шпрота в Черном море и перспективы его освоения // Вопросы рыболовства. 2020. Т. 21, № 4. С. 396–410. doi: 10.36038/0234-2774-2020-21-4-396-410.
3. Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Сафаралиев И.А., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: Изд-во ВНИРО, 2018. 312 с.
4. Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Бородин Р.Г., Ефимов Ю.Н. Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб: методические рекомендации. М.: Изд-во ВНИРО, 1984. 154 с.
5. Шляхов В.А., Шляхова О.В., Пятинский М.М. Методы оценки запасов морских биоресурсов, используемые в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне в 2014–2017 гг. и особенности их применения для оценки рекомендованных объемов вылова // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2018. № 1. С. 12–27.
6. Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K.M., Winker H. Estimating fisheries reference points from catch and resilience // Fish and Fisheries. 2017. Vol. 18, no. 3. Pp. 506–526. doi: 10.1111/faf.12190.
7. Пятинский М.М. Моделирование динамики промысловой популяции, в условиях недостаточности информационного обеспечения, моделью CMSY на примере черноморского шпрота в водах России // Рыбное хозяйство. 2021. № 3. С. 76–82. doi: 10.37663/0131-6184-2021-3-76-82.
8. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Анализ и рекомендации по применению. М.: Изд-во ВНИРО, 2000. 191 с.
9. Piatinskii M.M., Krivoguz D.O., Shlyakhov V.A., Borovskaya R.V. Long-term warming effect to sprat *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) stock quality characteristics in Crimea-Caucasian shelf of the Black Sea // Рыбное хозяйство. 2022. № 2. С. 46–53. doi: 10.37663/0131-6184-2022-2-46-53.
10. Зуев Г.В. Современная популяционная структура европейского анчоуса *Engraulis encrasicolus* L. (Engraulidae: Pisces) в Черном и Азовском морях и история ее формирования // Морской биологический журнал. 2019. Т. 4, № 1. С. 45–62. doi: 10.21072/mbj.2019.04.1.05.
11. Шляхов В.А. Возможные последствия увеличения до 10 см промыслового размера барабули в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне // Водные биоресурсы и среда обитания. 2021. Т. 4, № 1. С. 83–94. doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_1_83.
12. 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.

REFERENCES

1. Shlyakhov V.A. O podgotovke materialov, obosnovyuyushchikh vozmozhnyy vylov vodnykh biologicheskikh resursov v morskikh vodakh, prilgayushchikh k Krymu [On preparation of substantiations for possible catches of aquatic biological resources in the sea areas adjacent to the Crimean Peninsula]. *Trudy YugNIRO. Osnovnye rezul'taty kompleksnykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom rybokhozyaystvennom basseyne i Mirovom okeane* [YugNIRO Proceedings. Main results of complex research in the Azov and Black Seas Fishery Basin and the World Ocean], 2015, vol. 53, pp. 34–45. (In Russian).
2. Pyatinskiy M.M., Shlyakhov V.A., Shlyakhova O.V. Dinamika zapasov shprota v Chernom more i perspektivy ego osvoeniya [Dynamics of sprat stocks in the Black Sea and prospects for its fishery]. *Voprosy rybolovstva* [Problems of Fisheries], 2020, vol. 21, no. 4, pp. 396–410. doi: 10.36038/0234-2774-2020-21-4-396-410. (In Russian).
3. Babayan V.K., Bobyrev A.E., Bulgakova T.I., Vasilyev D.A., Ilyin O.I., Kovalev Yu.A., Mikhaylov A.I.,

- Mikheev A.A., Petukhova N.G., Safaraliev I.A., Chetyrkin A.A., Sheremetyev A.D. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke zapasov prioritetnykh vidov vodnykh biologicheskikh resursov [Guidelines for assessing stocks of priority types of aquatic biological resources]. Moscow: VNIRO Publ., 2018, 312 p. (In Russian).
4. Babayan V.K., Bulgakova T.I., Borodin R.G., Efimov Yu.N. Primenenie matematicheskikh metodov i modeley dlya otsenki zapasov ryb: metodicheskie rekomendatsii [Application of mathematical methods and models for fish stock assessment. Guidelines]. Moscow: VNIRO Publ., 1984, 154 p. (In Russian).
 5. Shlyakhov V.A., Shlyakhova O.V., Pyatinskiy M.M. Metody otsenki zapasov morskikh bioresursov, ispol'zuemye v Azovo-Chernomorskom rybokhozyaystvennom bassejne v 2014–2017 gg. i osobennosti ikh primeneniya dlya otsenki rekomendovannykh ob"emov vylova [Methods of stock assessment of marine biological resources used in the Azov and Black Sea Fishery Basin in 2014–2017, and specific features of their application for the estimation of recommended catch]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2018, no. 1, pp. 12–27. (In Russian).
 6. Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K.M., Winker H. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*, 2017, vol. 18, no. 3, pp. 506–526. doi: 10.1111/faf.12190.
 7. Pyatinskiy M.M. Modelirovanie dinamiki promyslovoj populyatsii, v usloviyakh nedostatochnosti informatsionnogo obespecheniya, model'yu CMSY na primere chernomorskogo shprota v vodakh Rossii [Data limited stock assessment of population dynamics by CMSY model on the example of Black Sea sprat in the Russian waters]. *Rybnoe khozyaystvo* [Fisheries], 2021, no. 3, pp. 76–82. doi: 10.37663/0131-6184-2021-3-76-82. (In Russian).
 8. Babayan V.K. Predostorozhnyy podkhod k otsenke obshchego dopustimogo ulova (ODU). Analiz i rekomendatsii po primeneniyu [Precautionary approach to assessment of total allowable catch (TAC). Analysis and practical recommendations]. Moscow: VNIRO Publ., 2000, 191 p. (In Russian).
 9. Piatinskii M.M., Krivoguz D.O., Shlyakhov V.A., Borovskaya R.V. Long-term warming effect to sprat *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) stock quality characteristics in Crimea-Caucasian shelf of the Black Sea. *Fisheries*, 2022, no. 2, pp. 46–53. doi: 10.37663/0131-6184-2022-2-46-53.
 10. Zuev G.V. Sovremennaya populyatsionnaya struktura evropeyskogo anchousa *Engraulis encrasicolus* L. (Engraulidae: Pisces) v Chernom i Azovskom moryakh i istoriya ee formirovaniya [Current population structure of European anchovy *Engraulis encrasicolus* L. (Engraulidae: Pisces) in the Sea of Azov – Black Sea Basin and history of its formation]. *Morskoy biologicheskii zhurnal* [Marine Biological Journal], 2019, vol. 4, no. 1, pp. 45–62. doi: 10.21072/mbj.2019.04.1.05. (In Russian).
 11. Shlyakhov V.A. Vozmozhnye posledstviya uvelicheniya do 10 sm promysloвого razmera barabuli v Azovo-Chernomorskom rybokhozyaystvennom bassejne [Possible consequences of increasing the commercial size of red mullet in the Azov and Black Sea Fishery Basin up to 10 cm]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya* [Aquatic Bioresources & Environment], 2021, vol. 4, no. 1, pp. 83–94. doi: 10.47921/2619-1024_2021_4_1_83. (In Russian).
 12. 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.

Поступила 05.04.2023

Принята к печати 08.06.2023