

*Водные биоресурсы и среда обитания*  
2021, том 4, номер 1, с. 83–94  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
doi: 10.47921/2619-1024\_2021\_4\_1\_83  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



*Aquatic Bioresources & Environment*  
2021, vol. 4, no. 1, pp. 83–94  
<http://journal.azniirkh.ru>, [www.azniirkh.ru](http://www.azniirkh.ru)  
doi: 10.47921/2619-1024\_2021\_4\_1\_83  
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 639.2.053.7(262.5)

## ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДО 10 СМ ПРОМЫСЛОВОГО РАЗМЕРА БАРАБУЛИ В АЗОВО- ЧЕРНОМОРСКОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ БАССЕЙНЕ

© 2021 В. А. Шляхов

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

**Аннотация.** Рассмотрена современная практика регулирования промысла барабули (султанки) *Mullus barbatus* L. в Черном и Азовском морях. Приведены сведения о структуре уловов и интенсивности ее российского промысла в 2016–2020 гг., а также о некоторых особенностях мер регулирования рыболовства, в частности нормирования прилова рыбы, не достигшей промыслового размера. Произведен анализ сезонного распределения годовых выловов и фактического прилова «немерной» барабули в Черном и Азовском морях. На основе выполненного анализа рассмотрены возможные последствия для промысла барабули в случае перехода на новый промысловый размер, предложенный Ассоциацией добытчиков водных биологических ресурсов «Рыбаки Крыма» на заседании Азово-Черноморского бассейнового научно-промыслового совета (июль 2020 г., г. Ростов-на-Дону). Математическое моделирование показало, что на пятый год гипотетического перехода с 2019 г. на промысловый размер 10,0 см рост *SSB* (биомассы нерестового запаса) барабули составил бы 2,4–2,7 %. Слабый эффект от перехода на новый промысловый размер можно объяснить потенциальным выводом из промысла незначительного количества незрелой рыбы, которое не способно заметно повлиять на формирование запаса барабули и его динамику.

**Ключевые слова:** *Mullus barbatus*, Черное море, Азовское море, промысловый размер, статистика промысловых уловов, структура вылова, запас, пополнение, математическое моделирование

## POSSIBLE CONSEQUENCES OF INCREASING THE COMMERCIAL SIZE OF RED MULLET IN THE AZOV AND BLACK SEA FISHERY BASIN UP TO 10 CM

V. A. Shlyakhov

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”),  
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Rostov-on-Don 344002, Russia  
E-mail: shlyahov\_v\_a@azniirkh.ru*

**Abstract.** The current practice of regulation and management of red mullet *Mullus barbatus* L. fishery in the Black and Azov Seas has been considered. The data on catch composition and Russian fishing intensity in 2016–2020 are presented, as well as the data on some specific features of regulating measures—in particular, regarding limitation of by-catch of the fish that has yet to reach its commercial size. Analysis of seasonal distribution of the annual catches and actual by-catch of off-sized red mullet in the Black and Azov Seas has been conducted. Based on the analysis results, possible consequences of the adoption of the new commercial size, proposed for red mullet and its fishery by the Association of Aquatic Biological Resources Providers “Fishermen of Crimea” at the meeting of the Azov-Black Sea Basin Scientific and Fishing Council (July, 2020, Rostov-on-Don), have been considered. Mathematical modelling has shown that, in the fifth year after a speculative adoption of the red mullet commercial size as 10.0 cm in 2019, the growth of *SSB* (spawning stock biomass) of red mullet would be 2.4–2.7 %. Low effect of the adoption of a new commercial size could be explained by a prospective preservation of insignificant amount of non-mature fish from being targeted, which could not exert a considerable impact on the formation of red mullet stock and its dynamics.

**Keywords:** *Mullus barbatus*, Black Sea, Azov Sea, commercial size, fish catch statistics, catch composition, stock, recruitment, mathematical modelling

## ВВЕДЕНИЕ

В Черном море султанка, или барабуля (*Mullus barbatus* L.), живет до 10–12 лет и достигает длины 30 см и более; в российских водах преобладает мигрирующая форма этой рыбы [1–3]. Весной для откорма она заходит преимущественно в Азовское море, а на зимовку возвращается в Черное море к Южному берегу Крыма и к участкам шельфа южнее г. Туапсе.

Среди донных рыб Черного и Азовского морей барабуля является важным объектом российского рыболовства; во второй половине 2010-х гг. ее уловы имели тенденцию к увеличению (табл. 1).

Промысел барабули осуществляется пассивными орудиями лова; основной объем вылова приходится на ставные ставридно-барабулочные невода в Азовском море и на донные ставные не-

вода — в Черном. Мигрирующая форма барабули длиной свыше 17 см и старше четырехлетнего возраста у берегов Крыма не встречается [4].

Начиная с возраста 1+ и длины 8,5–9,0 см, барабуля впервые созревает и входит в состав нерестового стада [5]; при длине 10 см и выше практически вся рыба достигает половой зрелости и участвует в нересте. Промысловый размер барабули, согласно правилам рыболовства для бассейнов Черного и Азовского морей, начиная с их самых первых редакций времен бывшего СССР и в действующей редакции «Правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна», составляет 8,5 см (стандартная длина). Отсюда следует, что рыбаки на законных основаниях вылавливают некоторое количество неполовозрелой барабули — нормируемый правилами рыболовства разре-

**Таблица 1.** Вылов барабули российскими рыбодобывающими организациями в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне (АЧРБ) в 2016–2020 гг., т

**Table 1.** Red mullet catch by Russian fishing organizations in the Azov and Black Sea Fishery Basin (ABSFB) in 2016–2020, t

Год Year	Черное море / Black Sea			Азовское море / Azov Sea			АЧРБ, всего ABSFB, total
	Крым Crimea	Кавказ Caucasus	Все районы All areas	Крым Crimea	Краснодарский край Krasnodar Krai	Все районы All areas	
2016	354,3	301,3	655,6	100,2	2,5	102,7	758,3
2017	571,2	325,7	896,9	56,6	1,5	58,1	955,0
2018	595,7	558,5	1154,2	124,3	10,1	134,4	1288,6
2019	522,6	536,2	1058,8	65,6	0,3	65,9	1124,7
2020	483,2	1155,7	1638,9	214,0	16,8	230,8	1869,7

шенный прилов молоди длиной менее 8,5 см и ни разу не нерестившихся рыб длиной 8,6–10,0 см.

В ходе заседания Азово-Черноморского бассейнового научно-промыслового совета (Протокол АЧНПС от 21.07.2020, Приложение 2) представители Ассоциации добытчиков водных биологических ресурсов «Рыбаки Крыма» (Республика Крым) предложили проработать вопрос об увеличении промыслового размера барабули с 8,5 до 10,0 см. По их мнению, такое увеличение уменьшит долю неполовозрелой рыбы в уловах и за счет увеличения численности родительского стада повысит эффективность воспроизводства, обеспечив рост запаса и вылова этого вида.

В настоящей работе на основе анализа фактических промыслово-биологических данных и математического моделирования системы «запас–промысел» при увеличении промыслового размера барабули до 10,0 см рассмотрены возможные последствия изменения этой важной меры регулирования. Поскольку статья предназначена для широкого круга читателей, авторы старались по возможности избегать излишней детализации в описании применяемых методов математического моделирования.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужили данные по биологии и российскому промыслу барабули за 2016–2020 гг. (за последние пять лет), полученные в морских учетных съемках, а также из промысловых уловов бригад прибрежного лова, дислоцированных вдоль российского побережья Азовского и Черного морей. Использована статистика промыслового вылова барабули рыбодобывающими организациями Краснодарского края и Республики Крым, предоставленная Азово-Черноморским территориальным управлением Росрыболовства (АЧТУ), а также данные научных публикаций.

Размерные и возрастные пробы барабули из промысловых уловов отбирали в соответствии с общепринятыми методами [6, 7]. У рыб измеряли стандартную длину — от вершины рыла (при закрытом рте) до начала средних лучей хвостового плавника (SL). Результаты измерений группировали и усредняли по классам вариационного ряда, возраст рыб определяли по чешуе. Для определения возрастного состава применяли размерно-возрастные ключи [8, 9].

При подготовке входных данных для аналитического оценивания среднегодовые характеристики размерно-массового состава уловов барабули (численность и средняя масса особей в группах длины/возраста) в Черном и Азовском морях получали взвешиванием показателей по вылову в соответствующий период времени (месяц, квартал). Параметры модели роста Берта-ланфи ( $L_{inf}$ ,  $K$ ,  $t_0$ ), естественной смертности ( $M_{cp}$ ,  $M_R$ ,  $M_{SSB}$ ), а также ориентиров управления по промысловой смертности ( $F_{0.1}$  и  $F_{pa}$ ) приняты ранее определенным и опубликованным в [10]. Параметры кривой воспроизводства Рикера, характеризующие зависимость между запасом и пополнением, взяты по результатам оценок группы математического моделирования и прогноза Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») на основе анализа когорт длины LCA (метод Джонса), модифицированного в ЮгНИРО [11, 12]. Двухпараметрическая зависимость Рикера для барабули имеет вид:

$$R = SSB \cdot e^{1,796 - 0,00152 \cdot SSB}, \text{ где}$$

$SSB$  — родительский запас в году  $i$  (численность рыб длиной более 9,0 см, млн. шт.);

$R$  — пополнение в году  $i+1$  (численность рыб длиной менее 9,0 см, млн. шт.).

Пошаговое прогнозирование численности поколений в родительском запасе (с шагом 1 год на прогнозном горизонте 5 лет) осуществлялось прямым расчетом возрастных когорт, а численность пополнения находили по зависимости «запас–пополнение» Рикера, при этом показатели терминального года (2019 г.) брали по LCA, его результаты были приведены в 2020 г. к обоснованию рекомендуемого вылова (РВ) водных биоресурсов в АЧРБ на 2021 г. Сходная симуляция (моделирование)  $SSB$  барабули осуществлялась и ранее, однако в ней пополнение не рассчитывалось по кривой воспроизводства, а задавалось как его высокий, средний и низкий уровень в ретроспективном периоде по LCA [10].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде всего следует разобраться, как соотносится фактический прилов барабули, не достигшей промыслового размера (для краткости далее будем называть его приловом «немерной» рыбы), с нормой прилова согласно «Правилам рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна» (далее — Правила рыболовства).

По Правилам рыболовства, в 2016–2020 гг. в Черном море действовала норма прилова немерной барабули в количестве 8 % от ее общего улова за каждую операцию по добыче, при превышении которой промысел не должен производиться. В отношении нормы прилова немерной барабули в Азовском море, в Правилах рыболовства 2016–2019 гг. не было четкого указания: если относить ее к частичковым видам рыб, для которых установлен промысловый размер, то прилов не должен был превышать «1 % от общего веса улова хамсы, тюльки, атерины, бычков при использовании орудий добычи (вылова) с размером (шагом) ячеи 10 мм и менее»; если ее не относить к частичковым, то прилов рыб немерной барабули не регламентировался.

Поскольку определение «частиковые рыбы» и их перечень в нормативных документах отсутствуют, из всех пунктов действующей редакции Правил рыболовства (2020 г.) они («частиковые») были убраны, и нормирование в Азовском море прилова немерной барабули (как и немерной ставриды) в настоящее время не производится.

В Азовском море фактический прилов немерной барабули в IV кв. был наибольшим для любого из годов рассматриваемого периода 2016–2020 гг. (рисунок). Это объясняется тем, что, в отличие от весенне-летних месяцев, осенью в промысловых уловах массово появляются подросшие сеголетки, которые в большинстве своем не достигают длины 8,5 см. В Черном море такая ситуация наблюдалась только в 2017 г., в остальные же годы рассматриваемого периода прилов в IV кв. был либо ниже, либо очень близким к приловам в II–III кв.

И в Черном, и в Азовском морях наилучшие условия для промысла барабули ставными неводами создаются во время весенних и осенних миграций, поэтому ее основной вылов приходится на II и IV кварталы (табл. 2). В Черном море в эти периоды сверхнормативный прилов немерной рыбы (при норме 8 % по массе) наблюдается редко; даже в годы появления высокоурожайных поколений (2016–2019 гг.) прилов сеголетков не препятствовал проведению ставникового промысла барабули.

В случае увеличения промыслового размера до 10,0 см и сохранения существующей нормы разрешенного прилова и размера ячеи в орудиях специализированного промысла картина резко меняется:

в рассматриваемом периоде величина сверхнормативного прилова наблюдалась бы регулярно во все сезоны, и только в IV кв. 2019 г. прилов укладывался бы в норму 8 %. Для того, чтобы в Черном море прилов немерной рыбы не блокировал промысел, норму прилова пришлось бы поднять до 25 %, т. е. выше, чем у короткоциклового хамсы и шпрота (20 %), что с биологических позиций неприемлемо. Для снижения прилова мелкой барабули во II и IV кварталах вдвое пришлось бы увеличить размер (шаг) ячеи, но для обоснования требуемого размера ячеи необходимы специальные исследования селективности орудий лова по отношению к барабуле и ставриде. Кроме этого, возможно, пришлось бы отказаться от промысла в III кв., в котором в 2018–2020 гг. наблюдались наиболее высокие приловы немерной барабули. При таком отказе потери вылова барабули в Черном море могли бы составить не более 7 % (табл. 2), однако они выпадают на разгар курортного сезона, когда вкусная свежая рыба наиболее востребована. Но и во II и IV кв. также неизбежно сокращение вылова барабули в Черном море при переходе на новые нормативы регулирования ее промысла в связи с увеличением промыслового размера до 10,0 см, поскольку часть уловов с высокими приловами немерной рыбы пришлось бы выпускать в море. Экспертно потери черноморского вылова оцениваются в 14 %, то есть суммарные потери II и IV кв. приравниваются к потерям III кв.

Прогнозировать последствия изменения промысловой меры барабули для ее промысла в Азовском море практически невозможно, поскольку меры регулирования ее прилова в настоящее время отсутствуют. Их разработка актуальна, и очевидно, что они не должны быть идентичными черноморским мерам, хотя бы в силу существенных различий в структуре промысловых уловов. В противном случае осенний промысел барабули в Азовском море и Керченском проливе стал бы невозможен из-за сверхнормативного прилова немерных особей, и это могло бы привести к почти 50 % потере вылова.

Выше были указаны возможные отрицательные последствия в случае увеличения промыслового размера барабули до 10,0 см в ретроспективном пятилетнем периоде, однако могли бы произойти и положительные изменения: на рынок поступала бы более крупная рыба, а численность нерестового стада увеличилась бы за счет снижения промыс-



Поквартальная динамика прилова (по массе) немерной барабули в АЧРБ при действующем промысловом размере 8,5 см и его увеличении до 10,0 см в 2016–2020 гг., %

Quarterly dynamics of by-catch (by weight) of off-sized red mullet in the ABSFB under the existing commercial size of 8.5 cm and after its increase up to 10 cm in 2016–2020, %

**Таблица 2.** Поквартальный вылов барабули в Черном и Азовском морях (С, т) и его доля в годовом вылове (С, % по массе от вылова барабули в море) в 2016–2020 гг.

**Table 2.** Quarterly catch of red mullet in the Black and Azov Seas (C, t) and its share in the annual catch (C, % of red mullet catch in the sea by weight) in 2016–2020

Год Year	Квартал Quarter	Черное море Black Sea		Азовское море с Керченским проливом Azov Sea with the Kerch Strait		АЧРБ ABSFB	
		С, т C, t	С, %	С, т C, t	С, %	С, т C, t	С, %
2016	I	10,048	1,53	0,000	0,00	10,048	1,33
	II	392,233	59,83	75,508	73,51	467,741	61,68
	III	37,451	5,71	9,223	8,98	46,674	6,15
	IV	215,885	32,93	17,980	17,51	233,865	30,84
2017	I	1,164	0,13	0,000	0,00	1,164	0,12
	II	391,773	43,68	30,535	52,59	422,308	44,22
	III	115,503	12,88	4,258	7,33	119,761	12,54
	IV	388,493	43,31	23,27	40,08	411,763	43,12
2018	I	6,428	0,54	0,000	0,00	6,428	0,48
	II	437,27	36,52	69,892	51,99	507,162	38,08
	III	127,558	10,65	21,485	15,98	149,043	11,19
	IV	625,989	52,29	43,060	32,03	669,049	50,25
2019	I	12,985	1,23	0,000	0,00	12,985	1,15
	II	552,039	52,14	43,298	65,71	595,337	52,94
	III	64,500	6,09	10,296	15,62	74,796	6,65
	IV	429,321	40,54	12,301	18,67	441,622	39,26
2020	I	6,823	0,42	0,000	0,00	6,823	0,36
	II	635,914	38,80	29,335	12,71	665,249	35,58
	III	65,277	3,98	14,038	6,08	79,315	4,24
	IV	930,903	56,80	187,413	81,21	1118,316	59,82
2016–2020 (в среднем) (on average)	I	7,490	0,69	0,000	0,00	7,490	0,62
	II	481,846	44,23	49,714	42,00	531,559	44,01
	III	82,058	7,53	11,860	10,02	93,918	7,78
	IV	518,118	47,55	56,805	47,98	574,923	47,59

ловой нагрузки на неполовозрелых особей. Чтобы хотя бы грубо оценить возможные последствия увеличения промыслового размера барабули, проведена симуляция *SSB* на основе результатов *LCA* 2019 г. (терминальный год) с прогнозным горизонтом 5 лет.

В симуляции реализованы три варианта: вариант 1 (базовый) — при сохранении промыслового размера 8,5 см; вариант 2а — при увеличении промыслового размера до 10,0 см с потерей вылова в Черном и Азовском морях 7 и 50 %, соответственно; вариант 2б отличается от варианта 2а более

высокими потерями вылова в Черном море (14 %). Во всех вариантах сохранена стандартная схема прямого расчета возрастных когорт, принятая для барабули с изменениями, указанными в разделе «Материалы и методы».

В первом варианте для всего прогнозного горизонта использованы дифференцированные по двум группам значения промысловой смертности — для молодежи ( $F_{5,1-9,0} = F_0$ ) и для взрослых рыб ( $F_{9,1-16,0} = \bar{F}_i$ ) в 2017–2019 гг., которые соответствуют текущему уровню смертности в терминальном году. Они рассчитаны по оценкам численности рыб в размерных группах, полученной LCA, методом итераций из уравнений:

$$\frac{C_{5,1-9,0}}{N_{5,1-9,0}} = \frac{F_0 \cdot [1 - e^{-(M_0 + F_0)}]}{M_0 + F_0}$$

и

$$\frac{C_{9,1-16,0}}{N_{9,1-16,0}} = \bar{F}_i \frac{1 - e^{-(\bar{F}_i + M)}}{\bar{F}_i + M},$$

где  $C_{5,1-9,0}$  и  $N_{5,1-9,0}$  — вылов и начальная численность рыб длиной менее 9,1 см;

$C_{9,1-16,0}$  и  $N_{9,1-16,0}$  — вылов и начальная численность рыб длиной более 9,0 см;

$M_0$  и  $M_{1-6}$  — коэффициенты естественной смертности в соответствующих возрастах.

Вариант 2а отличался от варианта 1 вводимыми корректирующими коэффициентами  $a_{0-6} \cdot b_0$  для первой возрастной группы ( $j = 0$  лет),  $a_{0-6} \cdot b_1$  — для второй ( $j = 1$  год) и  $a_{0-6}$  — для остальных пяти ( $j = 2 \div 6$  лет) групп. Коэффициент  $a_{0-6} = 0,888$  рассчитан по данным табл. 1 с учетом приведенных выше оценок возможного сокращения российского вылова барабули на 7 % в Черном море и на 50 % в Азовском.

Коэффициенты  $b_0 = 0,867$  и  $b_1 = 0,967$  найдены следующим образом. Предположим, что при изменении промыслового размера вся добавка к численности производителей будет получена за счет уменьшения изъятия рыб длиной 8,6–10,0 см, из которых по фактическим данным около 80 % приходится на группу 0+ и 20 % — на 1+. Анализ начальных условий в терминальном году по LCA показывает, что промысловая нагрузка на неполовозрелых особей в целом снизится на 31,6 % по биомассе и 16,6 % по численности. Далее, используя фактические доли сеголетков и двухлетков в группах длины 8,6–10,0 см, нетрудно было вычислить приведенные выше значения  $b_0$  и  $b_1$ .

Вариант 2б отличается от варианта 2а только значениями корректирующего коэффициента  $a_{0-6}$ , рассчитанное значение которого составляет 0,825.

Результаты симуляции по вариантам 1, 2а и 2б приведены в табл. 3–5. Они свидетельствуют, что на пятый год эффект от перехода на новый промысловый размер барабули для SSB может быть мизерным: рост запаса (т. е. разница между базовым и двумя другими вариантами симулирования) составляет всего 2,4–2,7 %.

Хотя ряд принятых допущений вынужденно являются экспертными, а математическое моделирование опирается на входные данные терминального года, полученные на достаточно грубой модели LCA, следует принять во внимание большой фактический материал, легший в основу анализа промыслово-биологических данных. Тенденция роста запаса в базовом варианте закономерна, поскольку в нем использована фактическая промысловая смертность взрослых рыб в 2019 г., отношение которой к целевому биологическому ориентиру  $\bar{F} / F_{pa} = 0,27$  указывает на существенное недоиспользование запаса. Слабый эффект воздействия на запас барабули от перехода на промысловый размер 10,0 см объясняется потенциальным выводом из промысла незначительного количества незрелой рыбы, которое не способно заметно повлиять на формирование запаса и его динамику.

## ВЫВОДЫ

1. В Черном море во II и IV кварталах, т. е. при наилучших условиях для промысла барабули, сверхнормативный прилов немерной рыбы (при существующей норме прилова 8 % по массе) наблюдается редко. Даже в годы появления высокоурожайных поколений (2016–2019 гг.) прилов сеголетков не препятствовал проведению промысла барабули ставными неводами.
2. В 2016–2020 гг. в случае гипотетического увеличения промыслового размера барабули до 10,0 см и сохранения существующей нормы разрешенного прилова и размера ячеи в орудиях специализированного промысла величина сверхнормативного прилова наблюдалась бы регулярно во все сезоны, исключая IV кв. 2019 г.
3. В III кв. 2018–2020 гг., когда наблюдались наиболее высокие приловы немерной барабули,

**Таблица 3.** Смертность естественная ( $M_j$ ) и промысловая ( $F_j$ ), средняя масса особей ( $w_j$ , г) и результаты прямого расчета возрастных когорт барабули ( $N_{j \text{ нач.}}$ , млн. шт.,  $SSB_{j \text{ нач.}}$ , т) в Черном и Азовском морях в районах, прилегающих к побережью Российской Федерации, на прогнозном горизонте 5 лет при сохранении промыслового размера 8,5 см (вариант 1)

**Table 3.** Natural ( $M_j$ ) and fishing ( $F_j$ ) mortality rate, average weight of an individual ( $w_j$ , g), and results of direct estimation of age cohorts of red mullet ( $N_{j \text{ init.}}$ , million ind.,  $SSB_{j \text{ init.}}$ , t) in the Black and Azov Seas in the areas adjacent to the Russian Federation coast, with 5 year forecast horizon under the condition that the commercial size remains to be 8.5 cm (Option 1)

$i$ , год $i$ , year	Показатели Indices	$j$ , возраст, лет / $j$ , age, years								
		0	1	2	3	4	5	6	$\Sigma 1-6$	$\Sigma 0-6$
2019–2024	$M_j$	0,8236	0,6851	0,5325	0,4537	0,4077	0,3788	0,3599	–	–
	$F_j$	0,0007	0,1456	0,1456	0,1456	0,1456	0,1456	0,1456	–	–
	$w_j$ , Г $w_j$ , g	10,82	18,14	25,50	33,11	43,81	55,96	56,30	–	–
2019 ( $i$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1256	172	107	35	11	7	2	334	1590
	$B_{j \text{ нач.}}$ $B_{j \text{ init.}}$	13586	3126	2715	1163	498	377	117	7996	21582
2020 ( $i+1$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1211	551	75	54	19	6	4	710	1921
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	13105	9989	1911	1798	842	354	233	15128	28232
2021 ( $i+2$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1454	531	240	38	30	11	4	839	2293
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	15730	9634	6120	1260	1307	619	211	18320	34050
2022 ( $i+3$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1412	638	231	122	21	17	7	1012	2424
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	15278	11564	5902	4034	915	960	368	22415	37693
2023 ( $i+4$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1310	619	278	117	67	12	10	1082	2391
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	14168	11232	7084	3890	2932	672	572	25138	39306
2024 ( $i+5$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1259	574	270	141	65	38	7	1050	2309
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	13622	10416	6881	4670	2827	2153	400	24794	38415



**Таблица 4.** Смертность естественная ( $M_j$ ) и промысловая ( $F_j$ ), средняя масса особей ( $w_j$ , г) и результаты прямого расчета возрастных когорт барабули ( $N_{j \text{ нач.}}$ , млн. шт.,  $SSB_{j \text{ нач.}}$ , т) в Черном и Азовском морях в районах, прилегающих к побережью Российской Федерации, на прогнозном горизонте 5 лет при увеличении промыслового размера до 10,0 см (вариант 2а)

**Table 4.** Natural ( $M_j$ ) and fishing ( $F_j$ ) mortality rate, average weight of an individual ( $w_j$ , g), and the results of direct estimation of age cohorts of red mullet ( $N_{j \text{ init.}}$ , million ind.,  $SSB_{j \text{ init.}}$ , t) in the Black and Azov Seas in the areas adjacent to the Russian Federation coast, with 5 year forecast horizon under the condition that the commercial size increases up to 10 cm (Option 2a)

$i$ , год $i$ , year	Показатели Indices	$j$ , возраст, лет / $j$ , age, years								
		0	1	2	3	4	5	6	$\Sigma 1-6$	$\Sigma 0-6$
2019–2024	$M_j$	0,8236	0,6851	0,5325	0,4537	0,4077	0,3788	0,3599	–	–
	$F_j$	0,0005	0,1250	0,1293	0,1293	0,1293	0,1293	0,1293	–	–
	$w_j$ , Г $w_j$ , g	10,82	18,14	25,50	33,11	43,81	55,96	56,30	–	–
2019 ( $i$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1256	172	107	35	11	7	2	334	1590
	$B_{j \text{ нач.}}$ $B_{j \text{ init.}}$	13586	3126	2715	1163	498	377	117	7996	21582
2020 ( $i+1$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1211	551	77	55	20	6	4	713	1924
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	13105	9991	1951	1828	856	360	237	15222	28327
2021 ( $i+2$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1454	531	245	39	31	11	4	847	2300
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	15725	9635	6248	1307	1350	639	218	18541	34265
2022 ( $i+3$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1409	638	236	126	22	18	7	1022	2431
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	15239	11562	6026	4186	965	1008	387	22739	37979
2023 ( $i+4$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1302	618	284	122	71	13	11	1094	2396
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	14089	11205	7230	4037	3092	721	610	25565	39654
2024 ( $i+5$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1250	571	275	146	68	41	8	1060	2310
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	13521	10359	7007	4844	2982	2309	436	25193	38714

**Таблица 5.** Смертность естественная ( $M_j$ ) и промысловая ( $F_j$ ), средняя масса особей ( $w_j$ , г) и результаты прямого расчета возрастных когорт барабули ( $N_{j \text{ нач.}}$ , млн. шт.,  $SSB_{j \text{ нач.}}$ , т) в Черном и Азовском морях в районах, прилегающих к побережью Российской Федерации, на прогнозном горизонте 5 лет при увеличении промыслового размера до 10,0 см (вариант 2б)

**Table 5.** Natural ( $M$ ) and fishing ( $F$ ) mortality rate, average weight of an individual ( $w_j$ , g), and the results of direct estimation of age cohorts of red mullet ( $N_{j \text{ init.}}$ , million ind.,  $SSB_{j \text{ init.}}$ , t) in the Black and Azov Seas in the areas adjacent to the Russian Federation coast, with 5 year forecast horizon under the condition that the commercial size increases up to 10 cm (Option 2b)

$i$ , год $i$ , year	Показатели Indices	$j$ , возраст, лет / $j$ , age, years								
		0	1	2	3	4	5	6	$\Sigma 1-6$	$\Sigma 0-6$
2019–2024	$M_j$	0,8236	0,6851	0,5325	0,4537	0,4077	0,3788	0,3599	–	–
	$F_j$	0,0005	0,1161	0,1201	0,1201	0,1201	0,1201	0,1201	–	–
	$w_j$ , Г $w_j$ , g	10,82	18,14	25,50	33,11	43,81	55,96	56,30	–	–
2019 ( $i$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1256	172	107	35	11	7	2	334	1590
	$B_{j \text{ нач.}}$ $B_{j \text{ init.}}$	13586	3126	2715	1163	498	377	117	7996	21582
2020 ( $i+1$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1211	551	77	56	20	6	4	714	1926
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	13105	9991	1968	1845	864	363	239	15270	28375
2021 ( $i+2$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1453	531	247	40	31	12	4	850	2303
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	15722	9636	6304	1331	1375	651	222	18646	34368
2022 ( $i+3$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1407	637	238	129	23	19	7	1027	2434
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	15221	11561	6080	4262	992	1036	398	22895	38116
2023 ( $i+4$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1299	617	286	124	73	13	11	1100	2399
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	14051	11192	7294	4111	3178	748	633	25775	39826
2024 ( $i+5$ )	$N_{j \text{ нач.}}$ $N_{j \text{ init.}}$	1245	570	277	149	70	43	8	1066	2311
	$SSB_{j \text{ нач.}}$ $SSB_{j \text{ init.}}$	13472	10332	7061	4932	3065	2394	457	25390	38862

переход на промысловую меру 10,0 см блокировал бы ее летний промысел. Ежегодные потери от этого оцениваются в размере около 7 % от годового вылова, и более того, они выпадают на разгар курортного сезона, когда свежая рыба наиболее востребована. Общие годовые потери вылова в Черном море с учетом потерь II и IV кварталов экспертно оцениваются в 14 %. В Азовском море при введении норм прилова немерной барабули, аналогичных черноморским, из-за более высокой доли сеголетков в осенних уловах потери годового вылова могут составить 50 %.

4. Положительные последствия от увеличения промыслового размера барабули до 10,0 см состояли бы в поступлении на рынок более крупной рыбы и в увеличении численности нерестового стада за счет снижения промысловой нагрузки на неполовозрелых особей.
5. Для оценки возможных последствий увеличения промыслового размера барабули проведена симуляция *SSB* на основе результатов *LCA* 2019 г. (терминальный год) с прогнозным горизонтом 5 лет. Реализовано три варианта симуляции, в которых сохранена стандартная схема прямого расчета возрастных когорт с одним отличием — оценка пополнения производилась по уравнению воспроизводства Рикера.
6. Варианты отличались различными входными значениями промысловой смертности: в базовом варианте использованы фактические оценки 2019 г. с дифференцированием для молодежи и взрослой рыбы. В двух других вариантах производилась корректировка промысловой смертности, учитывающая разные оценки ожидаемых потерь вылова от увеличения промыслового размера до 10,0 см и изменение промысловой нагрузки на неполовозрелых особей длиной 8,6–10,0 см.
7. Результаты симуляции свидетельствуют, что на пятый год гипотетического перехода на новый промысловый размер барабули рост запаса составляет всего 2,4–2,7 %. Слабый эффект воздействия на запас барабули от перехода на промысловый размер 10,0 см можно объяснить потенциальным выводом из промысла незначительного количества незрелой рыбы, которое не способно заметно повлиять на формирование запаса и его динамику.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Есипов В.К. Султанка барабуля (*Mullus barbatus* L.) в Керченском районе. Ч. 1. Систематика // Труды Керченской рыбохозяйственной станции. 1927. Т. 1, вып. 2–3. С. 101–143.
2. Световидов А.Н. Рыбы Черного моря. М.–Л.: Наука, 1964. 551 с.
3. Сиротенко М.Д., Данилевский Н.Н. Барабуля // Сырьевые ресурсы Черного моря. М.: Пищевая промышленность, 1979. С. 157–166.
4. Шляхов В.А., Гуцал Д.К. К определению величины запаса и допустимого вылова барабули *Mullus barbatus ponticus* Essipov в украинских водах Черного моря // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: матер. IV Междунар. конф. (г. Керчь, 20–23 июня 2012 г.). Керчь: Изд-во ЮГНИРО, 2012. Т. 1. С. 29–35.
5. Домашенко Ю.Г. Биология и перспективы промысла барабули Черного моря: автореф. дис. канд. биол. наук. М.: Изд-во ВНИРО, 1991. 21 с.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 366 с.
7. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне: сб. науч.-метод. работ / Под ред. С.П. Воловика, И.Г. Корпаковой. Краснодар: Изд-во АзНИИРХ, Просвещение-Юг, 2005. 352 с.
8. Майорова А.А. К методике определения возрастного состава улова // Научные труды Азово-Черноморской научной рыбохозяйственной станции. 1930. Вып. 6. С. 45–63.
9. Friðriksson Á. On the calculation of age distribution within a stock of cod by means of relatively few age determinations as a key to measurement on a large scale // Rapports et procès-verbaux des réunions. 1934. Vol. 86. Pp. 1–14.
10. Шляхов В.А., Шляхова О.В., Пятинский М.М., Надолинский В.П., Карнаухов Г.И., Каширин А.В. Методы оценки запасов водных биоресурсов, используемые в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне в 2019 г., и краткие результаты их применения // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2019. Вып. 4. С. 43–76.
11. 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. Вып. 1. С. 12–27.

12. Jones R. The use of length composition data in fish stock assessments (with notes on VPA and cohort analysis) // *FAO Fisheries Circular*. 1981. No. 734. 55 p.

## REFERENCES

1. Esipov V.K. Sultanka barabulya (*Mullus barbatus* L.) v Kerchenskom rayone. Ch. 1. Sistematika [The red mullet (*Mullus barbatus* L.) in Kerch region. Part 1. Systematics]. *Trudy Kerchenskoy rybokhozyaystvennoy stantsii* [Proceedings of Kerch Scientific Station of Fisheries], 1927, vol. 1, issue 2–3, pp. 101–143. (In Russian).
2. Svetovidov A.N. Ryby Chernogo morya [Fishes of the Black Sea]. Moscow–Leningrad: Nauka [Science], 1964, 551 p. (In Russian).
3. Sirotenko M.D., Danilevskiy N.N. Barabulya [Red mullet]. In: *Syr'evye resursy Chernogo morya* [Resources of the Black Sea]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1979, pp. 157–166. (In Russian).
4. Shlyakhov V.A., Gutsal D.K. K opredeleniyu velichiny zapasa i dopustimogo vylova barabuli *Mullus barbatus ponticus* Essipov v ukrainskikh vodakh Chernogo morya [On determination of stock value and allowable catch of red mullet *Mullus barbatus ponticus* Essipov in Ukrainian waters of the Black Sea]. In: *Sovremennyye rybokhozyaystvennyye i ekologicheskiye problemy Azovo-Chernomorskogo regiona : materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii (g. Kerch', 20–23 iyunya 2012 g.)* [Current fishery and environmental problems of the Azov-Black Sea Region. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference (Kerch, 20–23 June, 2012)]. Kerch: YugNIRO Publ., 2012, vol. 1, pp. 29–35. (In Russian).
5. Domashenko Yu.G. Biologiya i perspektivy promysla barabuli Chernogo morya : avtoref. dis. kand. biol. nauk [Biology and fishing prospects of red mullet in the Black Sea. Extended abstract of Candidate's (Biology) Thesis]. Moscow: VNIRO Publ., 1991, 21 p. (In Russian).
6. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh) [Guidelines for the study of fish (mostly freshwater)]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1966, 366 p. (In Russian).
7. Metody rybokhozyaystvennykh i prirodookhrannykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom bassejne : sbornik nauchno-metodicheskikh rabot [Methods of fishery and nature protection research in the Azov-Black Sea Basin. Collection of research and methodological works]. S.P. Volovik, I.G. Korpakova. (Eds.). Krasnodar: AzNIIRKH Publ., Prosveshchenie-Yug [Awareness-South], 2005, 352 p. (In Russian).
8. Mayorova A.A. K metodike opredeleniya vozrastnogo sostava ulova [To the methodology for determining the age composition of catches]. *Nauchnye trudy Azovo-Chernomorskoy nauchnoy rybokhozyaystvennoy stantsii* [Proceedings of the Azov and Black Sea Scientific Station of Fisheries], 1930, issue. 6, pp. 45–63. (In Russian).
9. Friðriksson Á. On the calculation of age distribution within a stock of cod by means of relatively few age determinations as a key to measurement on a large scale. *Rapports et procès-verbaux des réunions*, 1934, vol. 86, pp. 1–14.
10. Shlyakhov V.A., Shlyakhova O.V., Pyatinskiy M.M., Nadolinskiy V.P., Karnaukhov G.I., Kashirin A.V. Metody otsenki zapasov vodnykh bioresursov, ispol'zuemye v Azovo-Chernomorskom rybokhozyaystvennom bassejne v 2019 g., i kratkie rezul'taty ikh primeneniya [Methods of assessment of aquatic bioresources reserves used in the Azov-Black Sea Fisheries Basin in 2019 and brief results of their application]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2019, issue 4, pp. 43–76. (In Russian).
11. 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 assessment of aquatic bioresources reserves used in the Azov-Black Sea Fisheries Basin in 2014–2017 and specifics of their application for the estimation of recommended catch]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Marine Technological University], 2018, issue 1, pp. 12–27. (In Russian).
12. Jones R. The use of length composition data in fish stock assessments (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fisheries Circular*, 1981, no. 734, 55 p.

Поступила 12.02.2021

Принята к печати 19.03.2021