



Г. В. Зуев, докт. биол. наук, зав. отд., В. А. Бондарев, вед. инж., Ю. В. Самотой, вед. инж.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, РФ

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА
SPRATTUS SPRATTUS PHALERICUS (RISSE) (PISCES, CLUPEIDAE)
И ЕГО ВНУТРИВИДОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

Исследования внутривидовой дифференциации черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* являются основой для научного обоснования рационального использования его ресурсного потенциала. Данная работа посвящена изучению пространственной изменчивости размерно-возрастной структуры шпрота как популяционно-специфического показателя, отражающего его внутривидовую биологическую структурированность. В работе использованы наряду с собственными данными материалы Научно-Технического и Экономического Комитета по Рыболовству (STECF) Европейской Комиссии. Впервые установлены различия многолетней (2007 – 2012) динамики и межгодовой изменчивости размерно-возрастной структуры шпрота в разных географических регионах Чёрного моря (прибрежные воды Крыма, Болгарии и Румынии, Турции). Показано, что основным фактором, определяющим межрегиональную биологическую разнокачественность шпрота, являются разные условия его эксплуатации, что ставит под сомнение концепцию единого промыслового запаса.

Ключевые слова: шпрот, размерно-возрастная структура, численность, изменчивость, неоднородность, промысел, Чёрное море

Черноморский шпрот *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) – один из наиболее массовых видов рыб в Азово-Черноморском бассейне. Благодаря своей многочисленности, играет исключительно важную роль в экосистеме моря, являясь промежуточным звеном между зоопланктоном и представителями высшего трофического уровня – крупными хищными рыбами, дельфинами и птицами. В то же время шпрот относится к числу важных промысловых объектов всех причерноморских стран, устойчиво занимая в последние десятилетия второе место по объёму вылова после хамсы. Основные добывающие страны – Турция и Украина. В 2011 г. общий вылов черноморского шпрота превысил 120 тыс. т, из которых более 72 % пришлось на долю Турции [13].

В настоящее время промысловый запас черноморского шпрота принято считать единым, что фактически исключает принципиальную возможность его перелома. Вместе с тем, серьезных

аргументов в пользу данной концепции в научной литературе не существует, что не случайно, поскольку данным вопросом никто специально не занимался. В то же время можно отметить, что авторы, придерживающиеся данной концепции, одновременно с этим приводят факты, ей противоречащие. В частности, из доклада «Комиссии по защите Чёрного моря от загрязнения» следует, что снижение среднего вылова на единицу промыслового усилия и абсолютной величины вылова шпрота в водах Болгарии и Румынии в 2006 - 2007 гг. было связано со слишком высоким уровнем промыслового пресса на популяцию [18]. Тем самым допускается возможность локального перелома. Кстати, о существовании связи между интенсивностью эксплуатации черноморского шпрота и колебаниями его запаса (биомассы), означающей возможность непосредственного воздействия промысла на состояние популяции, было известно и раньше: «since 1988, the sharp decline of sprat biomass was

accompanied by fishing mortality increase in 1989 owing to the high fishing effort and catch in the sprat fishery of the former USSR» [14]. В свою очередь, вопрос о локальном перелове неразрывно связан с вопросом структурированности промыслового запаса, а соответственно, и внутривидовой неоднородности, то есть возможности существования пространственно обособленных биологически разнородных самовоспроизводящихся образований (популяций) шпрота.

Цель настоящего исследования: с позиции биологической (популяционной) концепции вида изучить пространственную изменчивость размерно-возрастной структуры черноморского шпрота как важного интегрального популяционно-специфического показателя, отражающего его внутривидовую неоднородность.

Материал и методы. Материалом для работы послужили результаты собственных исследований, литературные сведения и официальные материалы ежегодных отчётов Научно-Технического и Экономического Комитета по Рыболовству (STECF) Европейской Комиссии за 2008 – 2013 гг. [8, 9, 13, 15, 16, 17].

Районы исследований включали прибрежные воды Болгарии и Румынии (западный регион), шельф Крыма от м. Тарханкут до м. Меганом (крымский регион) и прибрежные воды Турции в районе Синоп - Самсун (южный регион) (рис. 1). Период исследований 2007 – 2012 гг. Сбор проб производился на промысловых судах с помощью разноглубинных тралов. Во всех расчётах принята общая (абсолютная) длина (TL), выраженная в см. Точность измерения 0.1 см. Результаты измерений группировали по размерным

классам с интервалами длины 0.5 см. Возраст рыб определяли по отолитам.

Для сравнительной оценки степени региональных различий размерной структуры использован экспресс-метод ФЛАМЕНКО [4], в котором в качестве меры различия используется число DK, рассчитываемое по формуле:

$$DK_{ab} = \sum_{i=1}^n |x_i(a) - x_i(b)| \cdot 100\%$$

где: n – количество сравниваемых параметров (размерных классов); x_i – значение относительной численности разных размерных классов; a и b – сравниваемые регионы.

В случае $DK > 60\%$, различия между сравниваемыми совокупностями признаются значительными; при $40\% < DK < 60\%$ различия слабые, и при $DK < 40\%$ различия отсутствуют.

Средний возраст шпрота из разных районов определяли как среднее взвешенное значение возрастных групп в соответствии с выражением:

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot A_i}{100}$$

где: \bar{A} – средний возраст, годы; x_i – относительная (в процентах) численность i -го поколения; A_i – возраст (в годах) i -го поколения; n – общее количество поколений.

Рис. 1 Карта-схема районов исследования шпрота: 1 – крымский регион, 2 – западный регион, 3 – южный регион

Fig. 1 Scheme of researched areas of sprat: 1 – Crimean region, 2 – western region, 3 – southern region



Результаты и обсуждение. Пространственная изменчивость размерной структуры. Для изучения размерной структуры использованы следующие показатели:

- распределение численности особей разных размерных классов;
- крайние размеры (абсолютная длина) особей;
- средняя длина особей;
- модальные размеры, количество и относительная численность модальных размерных классов;

На рис. 2 представлены усреднённые за соответствующие периоды исследований в каждом регионе вариационные кривые распределения шпрота по длине.

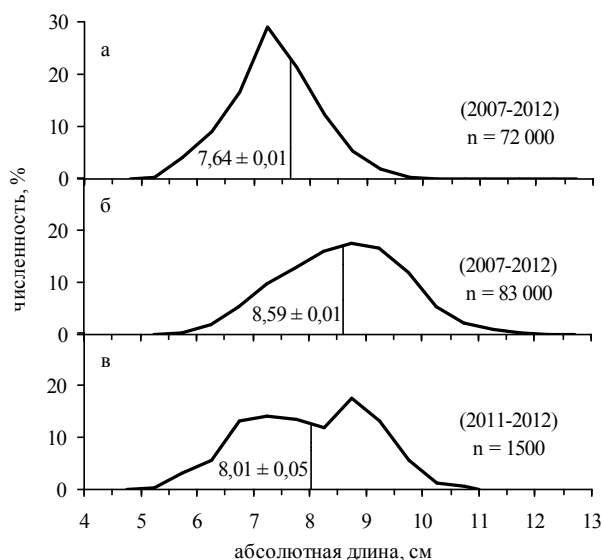


Рис. 2 Размерная структура черноморского шпрота: а – крымский регион; б – западный регион; в – южный регион. Выделены модальные размерные классы.

Fig. 2 The size structure of the Black Sea sprat: а – Crimean region ; б – Western region ; в – Southern region

Кривая распределения шпрота в крымском регионе в 2007-2012 гг. унимодальная, с острой вершиной, резко асимметричная. Мода смещена в левую половину размерного ряда,

крайние пределы которого составляют 4.8 и 12.3 см (рис. 2 а). Модальный размерный класс включает особей длиной 7.0 - 7.4 см, его относительная численность 29.2 %. Средняя длина шпрота 7.64 ± 0.1 см.

Кривая распределения шпрота в западном регионе в 2007 – 2012 гг. также унимодальная, но в отличие от таковой в крымском регионе имеет куполообразную форму (рис. 2 б). Мода находится почти в середине размерного ряда, предельные размеры которого варьируют от 5.0 до 12.6 см. Модальный размерный класс представлен особями длиной 8.5 – 8.9 см и составляет 17.4 %. Средняя длина шпрота 8.59 ± 0.01 см.

Кривая распределения шпрота в южном регионе в 2011 – 2012 гг. заметно отличается от двух предыдущих (рис. 2 в). Она имеет бимодальную форму, с двумя вершинами. Модальные размерные классы 7.0 – 7.4 см и 8.5 – 8.9 см. Их численность 14.1 и 17.6 %, соответственно. Крайние размеры шпрота 4.5 и 11.0 см, средняя длина 8.01 ± 0.05 см.

Для сравнительной оценки степени региональных различий размерной структуры шпрота в соответствии с экспресс-методом ФЛАМЕНКО (см. Материалы и методы) в пределах размерного ряда были выделены 4 размерные группы особей: шпрот мелкий (TL < 6.5 см), средний (TL = 6.5 – 8.4 см), крупный (TL = 8.5 – 10.4 см) и очень крупный (TL > 10.4 см) (табл. 1). По результатам попарного сравнения разных регионов было установлено, что по данному показателю крымский шпрот значительно отличается как от западного (DK=93.8 %), так и южного (DK= 61.0) шпрота, тогда как различия между шпротом из западного и южного регионов фактически отсутствуют (DK = 32.4 %).

Нами изучены также межгодовые изменения размерной структуры шпрота в каждом регионе (рис. 3, 4, 5).

В крымском регионе (рис. 3) кривые распределения во все годы (2007 – 2012) оставались однотипными – унимодальными, сохра-

Абсолютная длина, см	Относительная численность, %		
	крымский (2007 – 2012)	западный (2007 – 2012)	южный (2011 – 2012)
< 6.5 (мелкий)	13.2	2.2	9.1
6.5-8.4 (средний)	79.3	43.4	52.7
8.5-10.4 (крупный)	7.4	51.1	37.7
> 10.4 (очень крупный)	0.1	3.3	0.5

Табл. 1 Относительная численность представителей разных размерных классов шпрота в разных регионах Чёрного моря
Table 1 Relative number of different size class representatives of sprat in different regions of the Black Sea

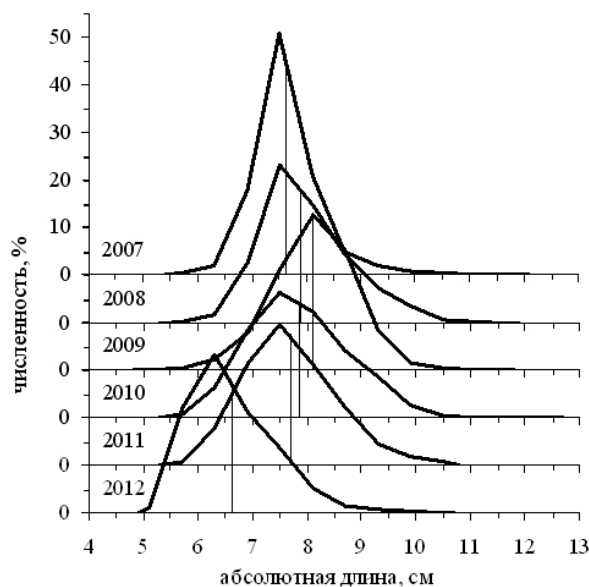


Рис. 3 Межгодовая изменчивость размерной структуры шпрота в крымском регионе
Fig. 3 Interannual variability of size structure of sprat in the Crimean region

няющими островершинность (25 – 50 % численности), свидетельствуя тем самым о явном и постоянном доминировании в регионе представителей одной группы близких по размерам особей. Однако, если в 2007 – 2011 гг. средние размеры сохранялись относительно постоянными (в пределах 7.62 – 8.11 см), не испытывая сколько-нибудь заметных межгодовых флуктуаций, то в 2012 г. произошло их заметное уменьшение до 6.62 см.

Совершенно иной характер межгодовой изменчивости размерной структуры шпрота в 2007 – 2012 гг. имел место в западном регионе (рис. 4). Как видно, форма кривых распределения в разные годы изменялась от уни- до бимодальных, свидетельствующих о межгодовых изменениях числа модальных размерных клас-

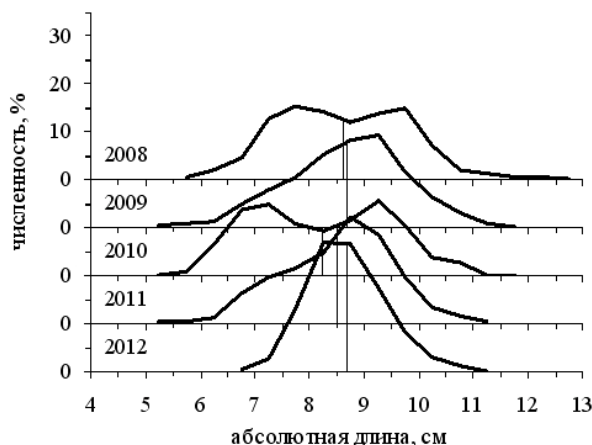


Рис. 4 Межгодовая изменчивость размерной структуры шпрота в западном регионе
Fig. 4 Interannual variability of size structure of sprat in the Western region

сов. Вместе с тем, в многолетнем плане на фоне межгодовых изменений числа модальных размеров и их соотношения средняя длина шпрота сохранялась практически постоянной (8.52 – 8.84 см).

В южном регионе, к сожалению, данные о межгодовых изменениях размерной структуры шпрота ограничены лишь 2011 и 2012 гг. (рис. 5).

Тем не менее, их значение нельзя недооценивать, поскольку сведения о состоянии популяции шпрота в турецких водах остаются исключительно скудными. Судя по общей форме кривых распределения, размерная структура в целом за два года претерпела вполне определённые изменения. На фоне сохранения бимодальности уменьшились размеры представителей первой (младшей) модальной группы особей (с 7.0 – 7.4 до 6.4 – 6.9 см),

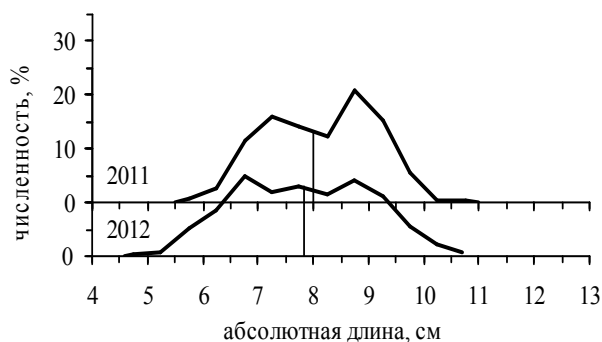


Рис. 5 Межгодовая изменчивость размерной структуры шпрота в южном регионе

Fig. 5 Interannual variability of size structure of sprat in the Southern region

а также произошло перераспределение численности модальных групп в сторону довольно заметного (с 21.0 до 14.3 %) снижения доли представителей второй (старшей) модальной размерной группы. В результате средняя длина шпрота уменьшилась с 8.0 до 7.84 см. Предположительно, эти изменения могли быть связаны с исключительно высокими уловами шпрота Турцией в предыдущие три (2009, 2010 и 2011) года [9]. В пользу данной версии свидетельствует более чем 7-кратное сокращение турецкого вылова в 2012 г. – с 87141 до 12092 т, сопровождавшееся не менее резким (5.6 раза) снижением эффективности промысла (величиной вылова на час траления). Таким образом, согласно полученным результатам, характер межгодовых изменений размерной структуры шпрота во всех трёх регионах был различным по всем показателям.

Пространственная изменчивость возрастной структуры шпрота. Наряду с размерной изучали возрастную структуру шпрота в разных регионах. Для этой цели использовали такие показатели, как число разных возрастных групп (поколений), соотношение численности разных поколений и средний возраст. Индивидуальный возраст определяли с помощью отолитов. Относительную численность представителей разных возрастных групп (годовых классов) рассчитывали с помощью размерно-

возрастного ключа (табл. 3), который был разработан на основе результатов собственных исследований и верифицирован с помощью заслуживающих доверия данных о росте шпрота в разных регионах Чёрного моря в разное время (табл. 4). Согласно данному размерно-возрастному ключу (табл. 4), средние и крайние значения абсолютной длины шпрота в возрасте 6, 12, 24, 36 и 48 мес. приняты равными 5.75 (4.0 – 7.5); 8.0 (6.5 – 9.5); 10.0 (8.5 – 11.5); 11.25 (10.0 – 13.0) и 12.0 (10.5 – 13.5) см, соответственно. Средний возраст шпрота определяли как средневзвешенное значение возрастных классов (поколений) (см. Материал и методы).

Результаты изучения возрастного состава и возрастной структуры шпрота в крымском, западном и южном регионах представлены в табл. 5. Как видно, в общей сложности у крымского побережья в 2007 – 2012 гг. шпрот был представлен четырьмя поколениями (годовыми классами): сеголетками, двух-, трёх- и четырёхлетками. Однако доля последних крайне незначительна (0.3 % общей численности), так что фактически речь идёт лишь о трёх поколениях. Доминирующее положение принадлежит двухлеткам – 65.4%. Значительную долю составляют также сеголетки – 24.5%. Доля трёхлеток не превышает 9.8%. Средний возраст шпрота 1.38 года.

У побережья Болгарии и Румынии возрастной состав шпрота в 2007 – 2012 гг. был представлен пятью годовыми классами – от сеголеток до пятилеток (см. табл. 5). Почти две трети (65.1%) общей численности, как и в крымском регионе, – годовики. Весьма многочисленны также трёхлетки – 25.1%. Доля трёх других возрастных классов не превышала 9.8 %. При этом доля сеголеток в этом регионе более чем в 4 раза меньше, а доля трёхлеток в 2.5 раза больше по сравнению с аналогичными возрастными группами из крымского региона. Средний возраст шпрота 1.79 года, то есть в 1.3 раза выше, чем в крымском регионе. Сведения о возрастном составе и структуре шпрота из турецких вод ограничиваются, как указано выше,

2011 и 2012 гг., тем не менее, мы посчитали правомочным провести сравнительный анализ возрастных характеристик турецкого шпрота с таковыми шпрота из крымского и западного регионов (табл. 4).

Возрастной состав шпрота в южном регионе включает представителей четырёх годовых классов – от сеголеток до четырёхлеток. Доминирующее положение, как и в двух других регионах, по-прежнему занимают двухлетки (57.7 %). Остальная часть, за исключением 0.5 %, поровну поделена между сеголетками и трёхлетками (20.5 и 21.3 %, соответственно). Средний возраст шпрота 1.52 года; это – больше, чем в крымских водах и меньше, чем в водах Болгарии и Румынии.

Табл. 3 Размерные и возрастные характеристики черноморского шпрота

Table 3 Length and age characteristics of the Black Sea sprat

Район	Возраст, годы							Автор
	0	1	2	3	4	5		
Болгария	-	8.2	9.4	10.3	11.1	-	Наблюдаемые	[19]
		8.21	9.38	10.33	11.1	-	Расчётные	
Болгария	-	8.3	10.2	11.3	12.0	12.6	Наблюдаемые	[12]
		8.27	10.13	11.32	12.08	12.5	Расчетные	
Румыния	-	7.55	9.19	10.7	11.56	-	Наблюдаемые	[11]
		7.57	9.29	10.59	11.57	-	Расчетные	
Турция	4.97* 5.03	8.02	10.02	11.15	11.79	12.79	Наблюдаемые	[10]
		8.02	9.98	11.28	12.13	12.68	Расчётные	
Украина	6.75	9.04	10.21	10.8	11.93	-	Наблюдаемые	[14]
Украина	6.1	9.3	10.3	11.2	-	-	Наблюдаемые	[6]
Крым	5.75	8.0	10.0	11.25	12.0	-	Наблюдаемые	Наши данные

*) абсолютная длина, см

Возраст, год	Регион		
	крымский (2007-2012)	западный (2007-2012)	южный (2011-2012)
0+	24.5	5.6	20.5
1+	65.4	65.1	57.7
2+	9.8	25.1	21.3
3+	0.3	3.5	0.5
4+	-	0.7	-
Средний	1.38	1.79	1.52

Табл. 2 Размерно-возрастной ключ черноморского шпрота (*) проценты)

Table 2 Length-age key of the Black Sea sprat

Абсолютная длина, см	В о з р а с т, г о д ы				
	0	1	2	3	4
5.5 – 5.9	100*				
6.0 – 6.4	100				
6.5 – 6.9	70	30			
7.0 – 7.4	15	85			
7.5 – 7.9	-	100			
8.0 – 8.4		100			
8.5 – 8.9		70	30		
9.0 – 9.4		30	70		
9.5 – 9.9		-	100		
10.0 – 10.4			75	25	
10.5 – 10.9			45	55	
11.0 – 11.4			15	65	20
11.5 – 11.9			-	40	60
12.0 – 12.4				20	80
12.5 – 12.9				-	100

Табл. 4 Возрастная структура шпрота (N, %) в разных регионах Чёрного моря
Table 4 Age structure of sprat (N,%) in different regions of the Black Sea

Табл. 5 Межгодовая изменчивость возрастной структуры шпрота (N, %) в разных регионах Чёрного моря
Table 5 Interannual variability of sprat age structure (N, %) in different regions of the Black Sea

Год	Возраст, годы					Средний возраст, год	Средняя абсолютная длина
	0+	1+	2+	3+	4+		
крымский регион							
2007	10.0 ^{*)}	79.7	9.9	0.4	-	1.51	7.62
2008	10.6	73.7	15.0	0.7	-	1.56	7.90
2009	7.3	77.0	15.4	0.3	-	1.59	8.11
2010	20.0	67.0	12.6	0.4	-	1.43	7.85
2011	23.6	67.8	8.3	0.3	-	1.35	7.68
2012	69.7	29.0	1.3	0.1	-	0.82	6.62
западный регион							
2007	2.0	60.5	30.9	4.8	1.8	1.94	8.84
2008	5.5	62.0	27.1	4.2	1.2	1.84	8.61
2009	5.2	62.8	27.2	4.2	0.6	1.82	8.68
2010	14.9	60.0	20.8	3.9	0.4	1.65	8.82
2011	5.6	68.9	23.0	2.2	0.3	1.73	8.52
2012	0.5	76.6	21.3	1.5	0.1	1.74	8.68
южный регион							
2011	14.0	62.9	22.8	0.3	-	1.59	8.00
2012	26.9	52.4	19.7	1.0	-	1.45	7.84

*) проценты

Таким образом, шпрот из разных регионов по своим возрастным (как и размерным) характеристикам является неоднородным. Наибольшие различия возрастной структуры, рассчитанные с помощью экспресс-метода ФЛАМЕНКО, имеют место между шпротом из крымского и западного регионов (DK = 38.4 %) и наименьшие – между шпротом из крымского и южного (DK = 23.9 %). Различия между шпротом из западного и южного регионов по данному показателю составляют 29.8 %. Таким образом, в многолетнем плане по своей возрастной структуре, также как и по размерным характеристикам, крымский шпрот в заметно большей степени отличается от западного, чем от южного.

Нами изучена межгодовая изменчивость возрастной структуры шпрота из крымского и западного регионов в 2007 – 2012 гг. Для её оценки использована величина относительной численности двухлеток, как доминирующего по численности в составе промысловой части

популяции и полностью представленного в уловах поколения (см. табл. 5).

Как видно на рис. 6, в крымском регионе в этот период происходило последовательное сокращение относительной численности двухлеток, довольно плавное в течение 2007 – 2011 гг. (с 77.7 до 67.8 %) и затем очень резкое (скачкообразное) в 2012 г. (с 67.8 до 29 %). В общей сложности их относительная численность в период 2007 – 2012 гг. сократилась почти в 2.7 раза. Многолетний тренд имел отрицательную направленность.

В отличие от крымского, в западном регионе характер межгодовых изменений относительной численности двухлеток был противоположным. До 2010 г. доля годовиков оставалась практически постоянной (60.0 – 60.5 %), и только в последующие два года произошло её увеличение до 76.6 %. В общей сложности относительная численность двухлеток в водах Болгарии и Румынии в период 2007 – 2012 гг. увеличилась почти в 1.3 раза, т.е.

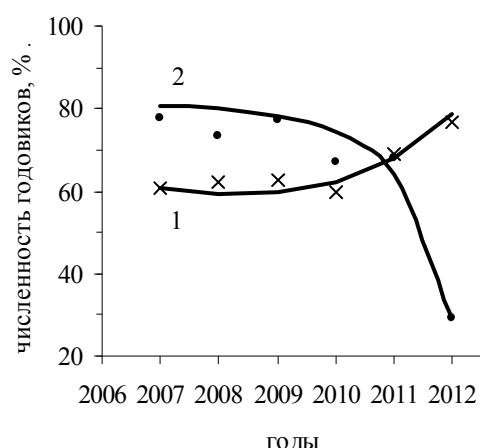


Рис. 6 Межгодовая динамика относительной численности двухлеток в крымском (1) и западном (2) регионах Чёрного моря

Fig. 6 Interannual dynamics of the relative abundance of yearlings in Crimean (1) and western (2) Black Sea regions

многолетний тренд был положительным. Выявленные различия среднемноголетних размерно-возрастных характеристик шпрота у западного побережья и на крымском шельфе свидетельствуют о разном состоянии его популяции в этих регионах. В лучшем состоянии находится шпрот из западного региона (средняя длина 8.59 см и средний возраст 1.38 года), в худшем – из крымского (средняя длина 7.64 см и средний возраст 1.79 года).

Как известно [7], возрастная (как и тесно связанная с ней размерная) структура зависит как от внутренних (генетических) особенностей видов (популяций), так и от в разной степени воздействия многочисленных внешних (естественных и антропогенных) факторов, определяющих конкретные условия их существования. В частности, к числу наиболее значимых по степени своего воздействия на шпрота среди многочисленных внешних факторов относятся климатические условия и рыболовство (промысловый режим).

Климатические условия в крымском и западном регионах близки между собой, поскольку находятся под воздействием общих климатообразующих факторов, основные из которых – циклы Северо-Атлантического и

Атлантического мультideкадных колебаний, определяющие долгопериодные изменения температуры воздуха и воды в северо-западной части Чёрного моря и прибрежных акваториях Крыма [5]. Конечно же, это не исключает локальных, как правило, кратковременных отклонений или погодных аномалий. Однако определяющее воздействие последних на формирование постоянных региональных различий возрастной структуры кажется весьма сомнительным, учитывая, что в 2008 – 2012 гг. климатические аномалии ни в одном из этих регионов не зарегистрированы.

Что касается режима рыболовства, то данный фактор вполне может заслуживать внимания в качестве одного из возможных, определяющих региональные различия размерно-возрастных характеристик шпрота в многолетнем плане. Согласно результатам сравнительного анализа связи условий промысла и размерно-возрастной структуры уловов шпрота у западного побережья Чёрного моря (в водах Болгарии и Румынии) и у побережья Крыма в 2000 – 2009 гг., нами показано, что разные режимы эксплуатации – строго регулируемый в западном регионе и стихийный в крымском, – являются одним из основных факторов, ответственных за различия размерно-возрастной структуры шпрота в этих регионах [2].

С учётом данного обстоятельства были выполнены промыслово-биологические исследования шпрота в крымском регионе, в период 2007 – 2014 гг. Согласно данным Восточно-Черноморского Госуправления Рыбоохраны Украины, на протяжении 2007 – 2011 гг. объём вылова шпрота последовательно возрастал и за 4 года увеличился более чем в 2 раза (с 11.4 до 24.4 тыс. т) (рис. 7). Более того, в 2011 г. был достигнут абсолютный рекорд вылова за последние десятилетия. Однако в 2012 г. при сохранении прежней интенсивности промысла произошло сокращение вылова до 15.7 тыс. т, которое продолжилось и в 2013 г.

Столь существенное количественное сокращение вылова сопровождалось не менее существенными изменениями его «качествен-

ного состава», в частности размерно-возрастной структуры шпрота. Произошло уменьшение средних размеров рыб и их среднего возраста. Так, средний возраст уменьшился более чем в 1.5 раза (с 1.35 до 0.82 года), а средняя длина – почти на 20 % (с 7.68 до 6.62 см) (см. табл. 5). Данные структурные изменения были связаны с более чем двухкратным сокращением в составе промысловой части популяции годовиков – с 67.8 до 29.0 %, которые в среднем составляют около 3/4 общей численности (и биомассы) уловов шпрота в крымском регионе. В 2012 г. доминирующее положение в уловах занимали сеголетки, их доля составила 69.7 %. Для оценки степени влияния рыболовства (режима промысла) на состояние популяции шпрота в крымском регионе был рассчитан коэффициент парной корреляции между величиной вылова в предыдущем году и средним возрастом шпрота в следующем, то есть со сдвигом на один год, в 2007 - 2012 гг. Его значение равно – 0.86 ($R^2 = 0.74$) (см. рис. 7).

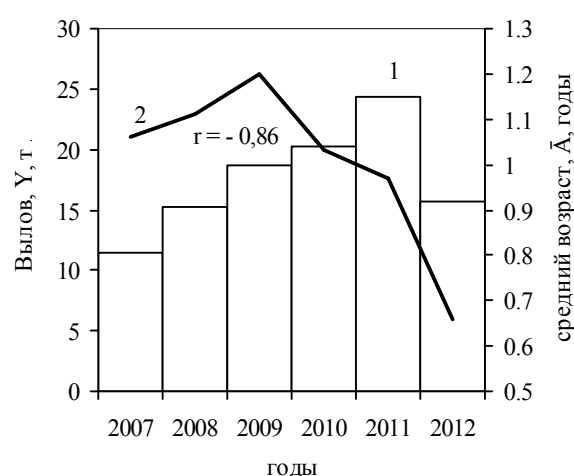


Рис. 7 Динамика вылова (1) и средний возраст шпрота (2) в крымском районе в 2007 – 2012 гг.
Fig. 7 Catch dynamics (1) and average age of sprat (2) from Crimean region in 2007 – 2012

Произошедшие изменения промыслово-биологических показателей шпрота находятся в полном соответствии с положением теории промышленного рыболовства, согласно которому уменьшение размеров (измельчение) эксплуатируемого стада рыб на фоне снижения

общего вылова при сохранении прежних условий эксплуатации представляет собой следствие перелова [1]. Все это даёт основание рассматривать данный фактор в качестве основного, определившего все выше описанные изменения качественного и количественного состава уловов.

Сокращение в 2012 г. абсолютной численности годовиков, составляющих основу репродуктивного потенциала популяции, привело соответственно к снижению абсолютной численности пополнения промыслового стада шпрота в следующем году, что не могло не отразиться негативно на величине вылова. В 2013 г. вылов шпрота в регионе был минимальным за последние 5 лет (менее 13 тыс. т). Дополнительным указанием на существование связи между условиями эксплуатации (режимом промысла) и размерно-возрастной структурой шпрота может также служить факт заметного увеличения (около 14 %) после многолетнего перерыва в составе промысловой части популяции в крымском регионе в 2015 г. доли трехлеток – представителей поколения 2013 г. рождения. Полагаем, что этому должны были способствовать, прежде всего, благополучные условия выживания молоди в результате снижения промыслового пресса на популяцию.

Следует напомнить, что подобная ситуация в крымском регионе имела место в начале 2000-х годов (рис. 8).

После рекордно высоких уловов шпрота в 2001 и 2002 гг. (19.5 и 21.4 тыс. т, соответственно), вдвое превышавших уловы нескольких предыдущих лет, в последующие два года – 2003 и 2004 гг. – объёмы вылова сократились более чем в 1.5 раза: до 13.4 тыс. т – в 2003-м и 12.5 тыс. т – в 2004 гг.

Одновременно существенные изменения произошли в биологическом состоянии популяции, включая изменения её размерно-возрастной структуры. Последние характеризовались, в частности, уменьшением средних размеров особей (измельчением) и их среднего возраста (омоложением). Если средняя стандартная длина шпрота в 2001 – 2002 гг. состав-

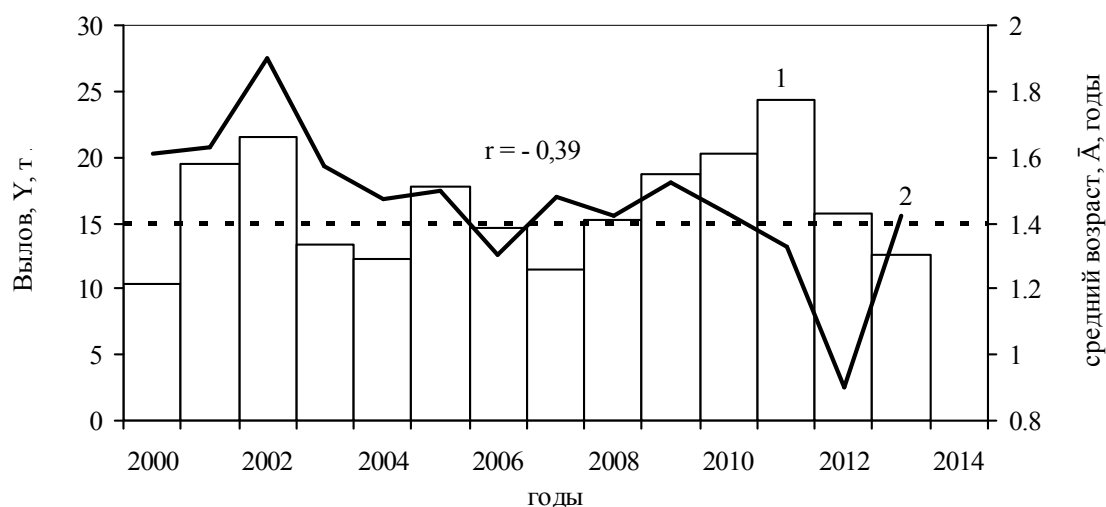


Рис.8 Динамика вылова (1) и средний возраст шпрота (2) в 2000 – 2014 гг.
Fig. 8 Catch dynamics (1) and average age of sprat (2) in 2000 – 2014

ляла 7.1 – 7.6 см, то в 2003 – 2004 гг. – 6.6 – 6.8 см, соответственно. Средний возраст сократился с 1.77 до 1.52 года [3]. И произошло это в результате более чем 3-кратного сокращения в составе промыслового стада доли двухгодовиков (с 27.8 до 8.6%). Таким образом, по нашему мнению, для сохранения устойчивого состояния крымской «популяции» шпрота годовой объём его вылова не должен превышать 15 тыс. т.

Заключение. Впервые изучена географическая изменчивость размерно-возрастной структуры черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus*. Установлены региональные

различия показателей ее многолетней (2007 – 2012) динамики и межгодовой изменчивости у западного побережья Чёрного моря (шельф Болгарии и Румынии), на шельфе Крыма и у анатолийского побережья Турции, что свидетельствует о наличии внутривидовой неоднородности. Основным фактором, определяющим географическую изменчивость размерно-возрастной структуры шпрота, являются разные условия эксплуатации в регионах. Обсуждается уровень внутривидовых различий между региональными образованиями шпрота и структурированностью промыслового запаса.

1. Засосов А.В. *Теоретические основы рыболовства*. – Москва : Пищевая промышленность, 1970. 292 с. [Zasosov A.V. *Teoreticheskie osnovy rybolovstva*. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1970. 292 p. (in Russ.).]
2. Зуев Г.В., Бондарев В.А. Размерно-возрастная структура популяции черноморского шпрота *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) у побережья Крыма // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона : материалы VIII Междунар. конф. (Керчь, 26–27 июня 2013 г.). Керчь, 2013. С. 67–75. [Zuev G.V., Bondarev V.A. Razmerno-vozrastnaya struktura populyatsii chernomorskogo shprota *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) u poberezh'ya Kryma. In: Sovremennye rybokhozyaistvennye i ekologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona: materialy VIII Mezhdunar. conf., Kerch, 26–27 July 2013. Kerch, 2013, pp. 67–75. (in Russ.).]
3. Зуев Г.В., Гуцал Д.К., Мельникова Е.Б., Бондарев В.А. Современные представления о структуре промыслового запаса черноморского шпрота, его состоянии и рациональном использовании в водах Украины // *Рыбное хозяйство Украины*. 2008. № 1. С. 8–12. [Zuev G.V., Gutsal D.K., Mel'nikova E.B., Bondarev V.A. Sovremennye predstavleniya o strukture promyslovogo zapasa chernomorskogo shprota, ego sostoyanii i ratsional'nom ispol'zovanii v vodakh Ukrainy. *Rybnoe khozyaistvo Ukrainy*, 2008, no. 1, pp. 8–12. (in Russ.).]

4. Котов В. Н., Терентьева Н. Г. *Классифицирование в биологии. Экспресс – метод ФЛАМЕНКО*. – Киев : Наукова думка, 1993. 68 с. [Kotov V. N., Terent'eva N. G. *Klassifitsirovanie v biologii. Ekspress – metod FLAMENKO*. Kiev: Naukova dumka, 1993, 68 p. (in Russ.).]
5. Репетин Л. Н. Пространственная и временная изменчивость температурного режима прибрежной зоны Чёрного моря // *Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное исследование ресурсов шельфа: сб. науч. тр.* Севастополь, 2012. Вып. 26, т. 1. С. 99–116. [Repetin L.N. Spatial and temporal variability of temperature regime in the Black Sea coastal zone. *Ecological safety of coastal and shelf zones and comprehensive use of shelf resources: collected scientific papers*, Sevastopol, 2012, iss. 26, vol. 1, pp. 99-116 (in Russ.).]
6. Юрьев Г. С. *Черноморский шпрот. Сырьевые ресурсы Чёрного моря*. Москва: Пищевая промышленность, 1979. С. 73–91. [Yur'ev G.S. *Chernomorskii shprot. Syr'evye resursy Chernogo morya*. Moscow: Pishchevaya promyshlennost', 1979, pp. 73-91. (in Russ.).]
7. Яблоков А. В. *Популяционная биология*. Москва: Высшая школа, 1987. 303 с. [Yablokov A.V. *Populyatsionnaya biologiya*. Moscow: Vysshaya shkola, 1987, 303 p. (in Russ.).]
8. *2013 Assessment of Black Sea Stocks (STECF 13-20) (October 2013)*. Sampson D., Charef A., Osio Ch. (Eds.). Luxembourg, 2013, 434 p. (Rep. of the Sci., Techn. and Econom. Comm. for Fish. STECF).
9. *Assessment of Black Sea Stocks (STECF 12-15)*. (5-9 Nov. 2012, Brussels, Belgium). Daskalov G., Osio Ch., Charef A. (Eds.). Luxembourg, 2012, 279 p. (Sci., Techn. and Econom. Comm. for Fish.).
10. Avsar D. Population parameters of sprat (*Sprattus sprattus phalericus* Risso) from the Turkish Black Sea coast. *Fisheries Research*, 1995, vol. 21, iss. 3-4, pp. 737–453.
11. Cautis I. Le sprat *Sprattus sprattus phalericus* L. du littoral roumain de la Mer Noire. *Cercetari Marine*, 1971, no. 2, pp. 51–73.
12. Ivanov L. Population parameters and limiting methods of sprat (*Sprattus sprattus* L.) catches in the western Black Sea. *Proceedings of the Institute of Fisheries, Varna*, 1983, vol. 20, pp. 7–46. (In Bulgarian).
13. *Opinion by written procedure: Assessment of Black Sea Stocks (STECF-OWP-11-06)*. (Nov. 2011) Dascalov G., Rätz H-J. (Eds.). Luxembourg, 2011, 216 p. (Sci., Techn. and Econom. Comm. for Fish. STECF).
14. Prodanov K., Mikhailov K., Daskalov G., Maxim C., Chashchin A., Arkhipov A., Shlyakhov V., Ozdamar E. *Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation*. Studies and Reviews: General Fisheries Council for the Mediterranean. Rome: FAO, 1997, no. 68, 178 p.
15. *Report of the SGMED-08-03: Working Group on the Mediterranean. Pt 3. Joint Black Sea Working Group*. (9-13 June 2008, Ispra, Italy). Pilling G., Cheilari A., Rätz H-J. (Eds.). Luxembourg, 2008, 522 p. (Sci., Techn. and Econom. Comm. for Fish. STECF).
16. *Report of the SGMED-09-01 Review of advise on Black Sea stocks for 2009*. (23-27 March 2009, Ranco, Italy) Dascalov G., Rätz H-J. (Eds.). Luxembourg, 2009, 158 p. (Sci., Techn. and Econom. Comm. for Fish. STECF).
17. *Review of Scientific Advice for 2011: Pt 3b. Advice on Stocks of Interest to the European Community in the Black Sea*. (11-15 Oct. 2010, Cádiz, Spain). Dascalov G., Rätz H-J. (Eds.). Luxembourg, 2010, 167 p. (Sci., Techn. and Econom. Comm. for Fish. STECF).
18. Shlyakhov V. A., Daskalov G. M. The state of marine living resources. State of the Environment of the Black Sea (2001–2006/7): Report. Commission on the protection of the Black Sea against pollution: Istanbul, Turkey, 2008, ch. 9, pp. 291–334.
19. Stoyanov S. A. Dynamics of the Black Sea sprat stock *Sprattus sprattus sulinus* (Antipa). *Proceedings of the Institute of Fisheries & Oceanography, Varna*, 1965, vol. 6, pp. 21–48.

Поступила 20 ноября 2015 г.

Geographical variability of length-age structure of the Black Sea sprat *Sprattus sprattus phalericus* (Risso) (Pisces: Clupeidae) and intraspecific differentiation. G. V. Zuyev, V. A. Bondarev, Yu. V. Samotiy. Investigations of the Black Sea sprat intraspecific differentiation are the basis for the scientific substantiation of rational exploitation of its resource potential. This work is devoted to the study of spatial variability of length and age structure of sprat as specific population parameter reflecting its intraspecific differentiation. Our own data and materials of Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) of the European Commission have been used. The first time long-term dynamics (2007-2012) and interannual variability of length and age

structure of sprat in different geographical regions of the Black Sea (coastal waters of Bulgaria-Romania, Turkey and the Crimea) have been investigated. Differences of the long-term dynamics and interannual variability of length and age structure in these regions have been found. Sprat population from Bulgaria-Romania region is in better conditions (mean length 8.59 ± 0.01 cm; mean age 1.79 year), sprat population from Crimea region is in worse conditions (mean length 7.64 ± 0.01 cm; mean age 1.38 year). It has been shown that the main factor determining the interregional biological heterogeneity of sprat is the different fishery regulations. This fact disagrees with concept of united commercial sprat stock in the Black Sea.

Key words: sprat, length and age structure, abundance, variability, fishery, Black Sea